

СПРАВОЧНИК ПО ПРОИЗВОДСТВУ СПИРТА

СЫРЬЕ,
ТЕХНОЛОГИЯ
И
ТЕХНОХИМКОНТРОЛЬ

Москва
Легкая и пищевая промышленность
1981

ББК 36.87
С 74
УДК 663.5(031)

В. Л. Яровенко
Б. А. Устинников
Ю. П. Богданов
С. И. Громов

С 74 — Справочник по производству спирта. Сырье, технология и теххимконтроль/[В. Л. Яровенко, Б. А. Устинников, Ю. П. Богданов, С. И. Громов].— М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. — 336 с.
В пер.: 1 р. 40 к.

В справочнике приведены сведения о сырье и материалах, используемых в спиртовом производстве, условиях их хранения и транспортирования, описаны технология полуфабрикатов, технологические схемы и режимы получения спирта.

Указаны нормы расхода сырья, вспомогательных материалов, воды, пара, тепла, электроэнергии, а также производственные потери и выход спирта. Описана технология получения вторичных продуктов из отходов спиртового производства. Приведена схема теххимконтроля, описаны методы анализа сырья, материалов, полуфабрикатов и готовой продукции.

Предназначен для инженерно-технических работников спиртовой промышленности.

С 31709—024 24—81(П.П.) 2908000000
044(01)—81

ББК 36.87
6П8.5

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. СМЕРНОВ В. А. (Ленинградский НИИПП), инж. РОЗИН И. П. (Минпищепром СССР)

© Издательство
«Легкая и пищевая промышленность», 1981 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Пищевая промышленность Советского Союза постоянно наращивает темпы производства продукции, в том числе спиртовой и ликерно-водочной отраслей. Растет техническая база предприятий, внедряются научно-технические разработки институтов и передовой опыт работы заводов и объединений, осуществляется научно-технический прогресс в промышленности.

Справочник отражает последние достижения в области технологии спирта, нормы расхода сырья и материалов, выхода основного продукта — спирта — из тонны перерабатываемого сырья: зерна, картофеля, условного крахмала.

Справочник по технологии спирта включает основные положения действующих нормативных материалов, регламентирующих режимы, схемы и способы производства. Он может служить средством повышения квалификации специалистов спиртового производства, ускорения внедрения новых разработок и осуществления научно-технического прогресса в спиртовой отрасли промышленности.

Справочник включает технологическую характеристику процессов всего спиртового производства, в том числе непрерывных: разваривания зерно-картофельного сырья, осахаривания, брожения и брагоректификации.

Одним из важнейших направлений научно-технического прогресса в отрасли является частичная и полная замена солода ферментными препаратами микробного происхождения. Создание комплексных ферментных препаратов, состоящих из α -амилаз, глюкоамилаз, протеиназ, целлюлаз, позволяет более глубоко осуществить ферментативный гидролиз углеводов (в частности, крахмала) и белков зерно-картофельного сырья и полнее сбродить сусло до основного продукта — этилового спирта. Таким образом, дозировки каждого фермента и комплекса в целом, условия проведения ферментативного гидролиза субстрата приобретают решающее значение в эффективном применении ферментных препаратов и сокращении производственных потерь зерно-картофельного сырья.

В настоящем справочнике впервые представлен широкий круг вопросов, охватывающих различные аспекты технологии производства спирта, утилизации побочных продуктов и обезвреживания отходов. Следует отметить, что вышедший в 1936 г. краткий справочник по спиртовому производству включал только основные разделы технологии того времени, т. е. периодические процессы, базирующиеся на технике мелких предприятий.

Прошедшие 45 лет характеризуются реконструкцией и обновлением техники, созданием и внедрением новой непрерывной технологии спирта, значительным увеличением единичной мощности всей аппаратуры и концентрацией промышленного производства.

В настоящем справочнике по технологии спирта из зерно-картофельного сырья рассматриваются следующие вопросы: сырье, материалы и полуфабрикаты спиртового производства, их характеристика, прием, транспортирование и хранение; технология получения этилового спирта из крахмалистого сырья, в том числе подготовка (подработка) сырья, водно-тепловая обработка его, осахаривание разваренной массы различными способами, приготовление спиртовых и молочнокислых дрожжей, сбраживание сусла непрерывным и периодическим способами; перегонка бражки и ректификация спирта на брагоректификационных установках различных конструкций; вторичное использование отходов и побочных продуктов спиртового производства (зерно-картофельной барды, диоксида углерода, сивушного масла и т. д.); обезвреживание сточных вод и их утилизация; техникохимический контроль производства спирта из зерно-картофельного сырья; метрологическое обеспечение промышленности.

Приведенный в справочнике материал по технологии спирта, нормам расхода сырья, осаживающих и вспомогательных материалов, воды, тепла, электроэнергии, сжатого воздуха, пара, производственным потерям, учету спирта и побочных продуктов и т. д. будет полезен рабочим, мастерам и инженерно-техническому персоналу заводов, объединений, научным сотрудникам, конструкторам.

Раздел I СЫРЬЕ, ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПОЛУФАБРИКАТЫ СПИРТОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Глава I СЫРЬЕ И ПОЛУФАБРИКАТЫ

Для производства этилового спирта используется крахмалосодержащее сырье — различные виды зерна и картофель. В некоторых случаях спиртовые заводы, перерабатывающие зерно-картофельное сырье, используют для производства спирта сахарную свеклу, картофельную мезгу, мелассу, отходы виноделия, некондиционные фрукты.

К полуфабрикатам спиртового производства относятся осаживающие материалы: солод и ферментные препараты микробного происхождения, которые готовятся непосредственно на данном предприятии. Однако ферментные препараты могут быть и привозными, изготовленными на специализированных предприятиях, в этом случае их следует относить к сырью.

К сырью относится также вода, используемая на технологические нужды в качестве составной части полуфабрикатов спиртового производства.

ХАРАКТЕРИСТИКА СЫРЬЯ И ПОЛУФАБРИКАТОВ

Зерно

Основными зерновыми культурами, поступающими на спиртовые заводы, являются пшеница, рожь, ячмень, овес, кукуруза, просо. В некоторых случаях заводы перерабатывают также виды сырья, как рис, сорго, гречиху, горох, чумизу, гаолян, вику, чечевицу и др. Они перерабатываются на спирт сравнительно редко, поэтому их принято называть редкими видами сырья.

Действующие ГОСТы распространяются на зерно, заготавливаемое государственными организациями для продовольственных целей. В соответствии с требованиями при заготовках базисные (расчетные) условия (натура, влажность, содержание сорной и зерновой примесей) для различных культур зерна и районов заготовки могут изменяться в следующих пределах (табл. 1).

В соответствии с особыми условиями поставки хлебопродуктов предприятиям спиртовой промышленности поставляются в первую очередь хлебопродукты (кроме зерна, выделяемого для солодоращения), непригодные для продовольственных и фуражных целей.

Зерно по влажности (в %) классифицируют следующим образом: сухое — до 13,5—14,0; средней сухости — от 13,5—14,0 до 15—16; влажное — от 15—16 до 17—18; сырое — свыше 17—18.

Засоренность товарного зерна (содержание в нем сорной примеси) характеризуется следующими величинами (в %): чистое —

Таблица 1

БАЗИСНЫЕ КОНДИЦИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Культура зерна	Натура, г/л	Влажность, %	Содержание примеси, %	
			сорной	зерновой
Пшеница				
яровая мягкая	730—755	14—17	1	2
озимая	730—755	14—17	1	3
яровая твердая	760	14—17	1	2
неклассная				
Рожь	680—715	14—17	1	1
Ячмень	570—610	14—15	2	2
Овес	460	14—18	1	2
Кукуруза в зерне	—	22	1	2
Просо	—	13—15	1	1

до 1—2; средней чистоты — от 1—2 до 2—4; сорное — свыше 2—4. Предельные показатели влажности и сорности даны для различных культур зерна.

Зерно состоит из трех основных анатомических частей: зародыша, эндосперма и оболочки. Внешнюю оболочку зерна образуют плодовая и семенная оболочки, далее лежит алейроновый слой, богатый белками и жиром. Под ним расположены эндосперм (крахмалистая часть зерна) и зародыш.

Зерна ржи, пшеницы и кукурузы не содержат цветочных пленок и относятся к голозерным культурам; зерна овса, проса и большинства сортов ячменя имеют цветочные пленки — эти культуры называют пленчатыми.

Соотношения отдельных частей зерна у различных культур колеблются в значительных пределах (табл. 2).

Таблица 2

СОТНОШЕНИЕ ОСНОВНЫХ ЧАСТЕЙ ЗЕРНА, % МАС.

Культура зерна	Эндосперм	Цветочные пленки	Плодовые и семейные оболочки	Алейроновый слой	Зародыш
Пшеница	83—85	0	4—7	7—10	1,5—3,0
Рожь	70—75	0	11—15	11—12	2,5—3,5
Ячмень	65—68	7—18	5—7	11—13	2,5—5,0
Овес	61—65	23—45	2,5—4,0	4—6	3—4
Кукуруза	61—77	0	7—14	7—9	8—15

Химический состав зерна зависит от культуры, сорта, почвенно-климатических условий, агротехники, срока и условий хранения и

Таблица 3

СРЕДНИЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗЕРНА, % МАС.

Культура зерна	Белок	Углеводы	Клетчатка	Жир	Зола
Пшеница					
озимая	10,0	70,0	1,6	1,7	1,7
яровая	13,2	66,1	1,8	2,0	1,9
Рожь	7,2	73,2	1,6	1,5	1,5
Ячмень с пленками	9,5	67,0	4,0	2,1	2,5
Овес					
с пленками	10,3	56,4	10,3	4,8	3,6
без пленок	13,0	61,6	1,4	7,0	2,0
Кукуруза	9,0	69,2	2,2	4,4	1,3
Просо					
с пленками	10,6	58,6	8,1	3,9	3,8
без пленок	10,5	65,1	2,5	4,2	2,7
Рис без пленок	7,4	75,6	0,8	0,4	0,8
Гречиха без пленок	8,9	71,3	1,5	1,6	1,7

других факторов. Сведения об усредненном химическом составе зерна различных культур (при влажности 15%) представлены в табл. 3.

В зерне содержится в среднем 14—15% влаги и 85—86% сухих веществ. Средний состав сухих веществ зерна при влажности 15% характеризуется следующими величинами (в %): крахмал — 51,4; моносахариды — 2,9; клетчатка — 5,9; пентозаны и пектиновые вещества — 9; азотистые вещества — 11; жир — 3.

В табл. 4 приведены усредненные данные о химическом составе бобовых и редких видов зерна.

Таблица 4

СРЕДНИЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗЕРНОБОБОВЫХ, СОРГО И ЧУМИЗЫ, % МАС.

Культура зерна	Белок	Крахмал	Клетчатка	Жир	Зола
Горох	19,3—34,0	20—48	2,2—10,0	0,6—5,5	1,9—4,0
Чечевица	23,0—32,0	47—60	2,4—4,9	0,6—2,1	2,3—4,4
Фасоль	10,4—31,7	50—60	2,3—7,1	0,7—3,7	3,1—4,7
Чумиза*	12,8—14,1	59—62	7,2—9,8	5,6—6,7	2,2—2,8
Сорго	12,3	73,8	—	3,6	1,7

* Состав чумизы (за исключением золы) дан в % СВ.

Содержание крахмала в зерне, поступающем на спиртовые заводы, колеблется в широких пределах и в зависимости от вида,

культуры может составлять (в %): в пшенице — 48—57; ржи — 46—53; кукурузе — 58—60; ячмене — 43—55; овсе — 34—40 и просе — 42—60. В некондиционном зерне крахмала содержится значительно меньше.

В кондиционном зерне находится от 2 до 4% сахаров, во ржи — до 7%.

Из других безазотистых веществ в зерне содержатся пентозаны (ксиланы, арабаны) — от 7 до 15%, — являющиеся основной частью гумми-веществ (слизей), гексозаны (маннаны, галактаны, глюкозаны) — 1—2% и незначительное количество пектиновых веществ.

Содержание клетчатки в зерне, свободном от цветочных пленок, составляет 1,5—2,0%.

В зерне с неотделенными пленками оно повышается и достигает: в овсе 10%, просе — 8, ячмене — 5%.

Азотистые вещества состоят главным образом из белков, содержание которых может изменяться от 7 до 25%. Свободные аминокислоты, амиды, пептиды найдены в незначительных количествах. Содержание небелкового азота в среднем достигает 2%. Во ржи, а также зерне недозревшем, проросшем, подвергшемся самосогреванию, количество аминокислот возрастает.

Примерное соотношение фракций белков в зерновых культурах приведено в табл. 5.

Таблица 5

СООТНОШЕНИЕ БЕЛКОВЫХ ФРАКЦИЙ В ЗЕРНЕ, % СВ

Культура зерна	Альбуины	Глобулины	Проламины	Глютелины
Пшеница	4	8	40	48
Рожь	28	22	32	18
Ячмень	12	30	35	23
Овес	20	20	15	45
Кукуруза	0,5	20	40	30
Просо	10	6	60	10

Жиры, являющиеся триглицеридами жирных кислот, содержатся в зерне в относительно небольших количествах — от 1,8 до 2,5% (в кукурузе 5—7%, овсе — 5—6, просе — 3,5—5%) — и сосредоточены главным образом в зародыше.

В зерне содержатся следующие важнейшие ферменты, имеющие значение для технологии спирта: карбогидразы, гидролизующие углеводы (β -амилаза и появляющаяся при прорастании зерна α -амилаза, сахараза, мальтаза); протеазы, гидролизующие белковые вещества (протеназы, полипептидазы); липазы, расщепляющие жиры на глицерин и жирные кислоты.

В зерне различных культур содержатся витамины А, В и D, в небольшом количестве имеются витамины С, Е и РР.

Содержание минеральных веществ (зола, остающейся после полного сжигания зерна) колеблется у разных культур от 1,24 до 2,95% (табл. 6).

Таблица 6
СРЕДНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ ЗОЛЫ И ЕЕ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЗЕРНЕ, % СВ

Культура зерна	Общее количество золы	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MnO	P ₂ O ₅	SO ₃ ²⁻	SiO ₃ ²⁻	Cl ₂ ⁻
Пшеница	1,68	0,52	0,03	0,05	0,20	0,79	0,01	0,03	0,01
Рожь	1,79	0,58	0,03	0,05	0,20	0,85	0,02	0,03	0,01
Ячмень	1,70	0,28	0,07	0,01	0,21	0,56	0,05	0,49	—
Овес	2,67	0,48	0,04	0,10	0,19	0,68	0,05	1,05	0,03
Кукуруза	1,24	0,37	0,01	0,03	0,19	0,57	0,01	0,03	0,02
Просо	2,95	0,33	0,04	0,02	0,28	0,65	0,01	1,56	0,01
Сорго	1,60	0,33	0,04	0,02	0,24	0,65	—	0,12	—

В зерне имеются также незначительные количества микроэлементов: I, Co, Ag, Ni, Ti, B, Cu, Se, Mn и др.

Из органических кислот в зерне содержатся щавелевая, яблочная, молочная. Общая титруемая кислотность зерна составляет 1,5—2,5 мл 1 н. раствора NaOH на 100 г зерна, активная кислотность соответствует величине pH 5,5—6,5. В некондиционном зерне при самосогревании, плесневении, прорастании кислотность повышается.

Картофель

Из всех видов сырья, поступающего на спиртовые заводы, картофель наиболее полно отвечает технологическим требованиям спиртового производства, так как быстро разваривается, образует достаточно подвижную массу, содержащую необходимые количества азотистых веществ для питания дрожжей, дает наиболее высокий выход спирта.

Химический состав клубней картофеля меняется в зависимости от сорта, почвенно-климатических условий, агротехники и условий хранения. При содержании сухих веществ в картофеле 25% средний химический состав клубней следующий (в %):

Вода	75,00
Крахмал	20,45
Моносахариды	0,30
Азотистые вещества (N×6,25)	2,00
Жир	0,15
Клетчатка	1,00
Зола	1,10

Зола состоит из следующих элементов (в % на сырое вещество): K₂O—0,66; P₂O₅—0,19; MgO—0,05; CaO—0,03; Na₂O—0,03.

Количество воды в картофеле колеблется от 64 до 86%.

Безазотистые экстрактивные вещества представлены крахмалом, моносахаридами и незначительным количеством пентозанов.

Содержание крахмала в картофеле, поступающем на спиртовые заводы, колеблется в широких пределах (8—30%). На содержание крахмала кроме сорта влияют размер клубней, степень их зрелости и другие факторы. Картофель, выращенный в юго-западных районах, содержит больше крахмала, чем в северо-восточных (в УССР и Брянской области — 20—21%, в Тульской и Рязанской областях — 18—19, на Урале и в Сибири — 14—15%). В засушливые годы содержание крахмала возрастает. Клубни среднего размера (50—100 г) богаче крахмалом, чем крупные и мелкие. В недозрелых клубнях крахмала меньше.

В последние годы содержание крахмала в картофеле в большинстве районов снизилось на 2—4%, средний выход спирта из 1 т картофеля упал до 9,1 дал. Поэтому от работников сельского хозяйства требуются определенные усилия для повышения содержания крахмала в картофеле путем улучшения качества семенного материала и приемов агротехники.

В зрелых покоящихся клубнях содержание сахара не превышает 0,3%, при хранении оно увеличивается и может достигать более 5% к массе клубней. Сахар состоит главным образом из глюкозы (до 70%), сахарозы (до 28%) и фруктозы (до 4%).

Стенки клеток клубней картофеля состоят из клетчатки, содержание которой достигает 0,9—1,9% мас. Пентозаны также входят в состав клеточных стенок, их количество составляет 0,7—1,0%. В межклеточных пластинках и коже находятся пектиновые вещества (до 0,7%).

Содержание общего азота в клубнях картофеля колеблется от 0,11 до 0,6% и в пересчете на белок (N×6,25) составляет в среднем 2,0%. Азот клубней на 60% входит в состав белковых веществ, 67% которых находится в растворимой форме. Небелковый азот существует в трех формах: аминной (26%), амидной (6%) и аммиачной (8%).

Белки картофеля состоят из протеинов и протендов. Азотистые вещества клеточного сока представлены главным образом растворимым белком туберином, а также 18 аминокислотами.

Жир картофеля (0,04—0,96%) состоит из триглицеридов линолевой, пальмитиновой, линоленовой, олеиновой, стеариновой, миристиновой и незначительного количества других кислот.

В картофеле присутствуют ферменты, осуществляющие реакции обмена веществ, и витамины: тиамин, рибофлавин, никотиновая кислота и ее амид, аскорбиновая кислота, токоферол-1, биотин.

Клеточный сок имеет слабокислую реакцию, обусловленную солями фосфорной и органических кислот (лимонной, щавелевой, янтарной, яблочной, молочной, аскорбиновой, малоновой, хлорогеновой). Общая титруемая кислотность зрелого кондиционного картофеля изменяется от 2 до 7 мл 1 н. раствора NaOH на 100 г клубней картофеля.

Активная кислотность клеточного сока здорового картофеля соответствует pH 5,7—6,6.

Согласно ГОСТ 6014—68 качество картофеля, поставляемого для переработки спиртовым заводам, характеризуется следующими показателями:

Внешний вид клубней	Целье, сухие, без заболеваний, непроросшие, однородные или различные по окраске
Форма и размер	Форма любая; размер по наибольшему поперечному диаметру не менее 30 мм
Крахмалистость базисная ¹ , %	13—16
Содержание позеленевших клубней с наростами	Без ограничений
Содержание увядших клубней	Без ограничений
Содержание мелких клубней (от 20 до 30 мм по наибольшему поперечному диаметру), % мас., не более	5
Содержание клубней с механическими повреждениями глубиной более 5 мм или разрезанных и треснувших, с повреждениями длиной более 20 мм, % мас., не более	2
Содержание раздавленных клубней	Не допускается
Содержание клубней, поврежденных сельскохозяйственными вредителями	Без ограничений
Содержание клубней, пораженных болезнями, % мас., не более	
зооспорозом или паршой	Без ограничений
сухой гнилью	2
фитофторой и ржавостью (железистой пятнистостью)	2
мокрой, кольцевой, пуговичной гнилями	Не допускается
Содержание клубней запоренных, подмороженных, мороженных, с признаками «удушья» ²	Не допускается
Наличие земли, прилипшей к клубням, % мас., не более	1,5
Наличие посторонней примеси (солома, ботва и др.)	Не допускается

Примечания: 1. Базисная крахмалистость зависит от районов заготовки. 2. Предприятиям по производству спирта разрешается принимать подмороженный картофель при условии его немедленной переработки.

Картофель, не соответствующий этим требованиям, считается нестандартным.

Редкие и случайные виды сырья

В отдельные периоды заводы перерабатывают редкие виды сырья (вику, гаолян, чумизу, чечевицу, гречиху, горох, рис, сорго и другие культуры) и картофельную мезгу. При необходимости перерабатывается сахарная свекла, различные сахаристые отходы пищевой промышленности и случайные виды сырья: отходы виноделия, дикорастущие некондиционные фрукты.

Химический состав редких видов сырья представлен в табл. 3 (рис, гречиха) и 4 (горох, чечевица, фасоль, чумиза, сорго).

Химический состав мезги, являющейся отходом картофелекрахмального производства, следующий (в %):

Вода	95,51	Минеральные вещества	0,24
Сухие вещества	4,49	Азотистые вещества	0,24
Клетчатка	1,15	Жир	0,02
Крахмал	2,3	Прочие вещества	0,41
Растворимые углеводы	0,13		

Строго установленных кондиций на случайные виды сырья, а также на отходы виноделия и некондиционные фрукты не имеется.

Вода

В спиртовом производстве используется вода питьевая и техническая.

ГОСТ 2874—73 распространяется на питьевую воду, подаваемую централизованными хозяйственно-питьевыми системами водоснабжения и водопроводами, используемую одновременно для питьевых, хозяйственных, технических и коммунально-бытовых целей. Стандарт распространяется также на воду при децентрализованном использовании местных водисточников без разводящей сети труб, а также опресненную воду.

Вода, подаваемая потребителям, должна быть защищена от случайного или систематического загрязнения путем устройства зон санитарной охраны и герметичности водопроводных систем.

Поскольку вода непосредственно используется в технологических процессах и входит в состав полупродуктов, содержание микроорганизмов в ней должно быть минимальным, она не должна содержать различаемых невооруженным глазом водных организмов, а также посторонних вредных веществ, угнетающих дрожжи и ухудшающих качество продукции.

По бактериологическим показателям вода, подаваемая в водопроводную сеть, должна соответствовать следующим нормам (по ГОСТ 2874—73):

Общее количество бактерий в 1 мл неразбавленной воды, не более	100
Коли-индекс, не более	3
Коли-титр, не менее	300

По содержанию веществ, встречающихся в природной воде, подаваемой в водопроводную сеть, она должна удовлетворять следующим требованиям (табл. 7).

Таблица 7
ДОПУСТИМЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ
В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ, мг/л

Вещество	Концентрация	Метод испытания
Бериллий (Be^{2+})	0,0002	По ГОСТ 18294—72
Молибден (Mo^{6+})	0,5	По ГОСТ 18308—72
Мышьяк ($As^{3+}; 5+$)	0,05	По ГОСТ 4152—72
Нитраты (по N)	10,0	По ГОСТ 18826—73
Свинец (Pb^{2+})	0,1	По ГОСТ 18293—72
Селен (Se^{4+})	0,001	—
Фтор (F^-)		
для I и II климатических районов	1,5	По ГОСТ 4386—72
для III климатического района	1,2	» » »
для IV климатического района	0,7	» » »

Допустимые концентрации в воде химических веществ, попадающих в водоносники с бытовыми, промышленными, а также сельскохозяйственными загрязнениями, не должны превышать норм, установленных Министерством здравоохранения СССР для источников централизованного водоснабжения.

Содержание химических веществ, влияющих на органолептические свойства воды, встречающихся в природных водах или добавляемых к воде в процессе ее обработки, не должно превышать норм, указанных в табл. 8.

Содержание сухого остатка не должно превышать (по ГОСТ 18164—72) 1000 мг/л; общая жесткость воды (по ГОСТ 4151—72) —

Таблица 8
ПРЕДЕЛЬНЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ,
ВЛИЯЮЩИХ НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДЫ, мг/л

Вещество	Количество	Метод испытания
Хлориды (Cl^-)	350	По ГОСТ 4245—72
Сульфаты (SO_4^{2-})	500	По ГОСТ 4389—72
Железо ($Fe^{2+}; 3+$)	0,3	По ГОСТ 4011—72
Марганец (Mn^{2+})	0,1	По ГОСТ 4974—72
Медь (Cu^{2+})	1,0	По ГОСТ 4388—72
Цинк (Zn^{2+})	5,0	По ГОСТ 18293—72

не более 7,0 мг-экв/л; содержание плотного остатка — не более 1000 мг/л; наличие постороннего запаха не допускается.

В зависимости от объекта применения к воде предъявляются различные требования.

Для замачивания зерна и приготовления солодового молока требуется вода питьевого качества (рН 4,5—5,5).

При жесткости воды свыше 8 мг-экв/л ее умягчают.

Для приготовления замеса перед развариванием используется техническая вода с температурой не более 50° С, рН 4,5—5,5, жесткостью не выше 12 мг-экв/л. Не допускается присутствия в ней солей тяжелых металлов: ртути, свинца, бария и др., а также солей азотистой кислоты. Допускается содержание в ней следующих веществ (в мг/л): серной кислоты — не более 80; аммиака — не более 200; сульфидов, хлоридов, бикарбонатов — не более 300—400; нитратов, нитритов, фосфатов, силикатов — не более 200.

Вода, поступающая на охлаждение в теплообменные аппараты, должна иметь температуру не более 18—20° С, в холодильники спирта и на вторую ступень вакуум-охлаждения — не более 12° С; содержание взвешенных веществ — 100—150 мг/л, сухого остатка — 500—1000 мг/л; общая жесткость — 3—6 мг-экв/л; отсутствие коррозионной активности.

Для питания котлов используется, как правило, оборотная вода из дефлегматоров с температурой 60—65° С. Чтобы предотвратить образование накипи, воду подвергают умягчению с целью удаления ионов кальция и магния.

Солод

Для получения солода в спиртовой промышленности используют ячмень, рожь (или пшеницу), овес, просо, качество которых должно удовлетворять требованиям, указанным в табл. 9.

Качество готового солода, идущего на осахаривание, оценивается по показателям амилотической (АС), декстринолитической (ДС) и осахаривающей (ОСп) способности, средние значения которых приведены в табл. 10.

Качественные показатели гиббереллизованного солода должны иметь следующие значения:

	АС, г/(г·ч)	ДС, мг/(г·ч)
Пшеничный	4,5—9,0	15—20
Ржаной	4,5—9,0	20—40
Ячменный	5,0—9,0	20—40
Овсяный	3,5—6,0	30—50
Просяной	2,4—3,6	80—110

Ферментные препараты

В качестве осахаривающих материалов в спиртовом производстве наряду с солодом применяются ферментные препараты микробного происхождения. Ферментные препараты могут быть в виде:

а) поверхностных культур микроорганизмов, выращенных на твердых питательных средах, например на отрубях;

Таблица 9

Показатели	НОРМЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗЕРНА ДЛЯ СОЛОДА			
	Ячмень, ГОСТ 7510—70	Рожь, ГОСТ 16891—71	Овес, ГОСТ 7757—71	Просо, ГОСТ 22983—78
Цвет	Желтый разных оттенков, свойственный ячменю; допускается погемневший	Свойственный нормальному зерну ржи	Свойственный нормальному зерну овса	Белый и кремовый, от светло- до темно-красного и коричневого, от золотисто-желтого до темно- и серовато-желтого
Запах	Свойственный нормальному зерну ячменя, без затхлого, солодового, плесневелого и других посторонних запахов	Свойственный нормальному зерну ржи	Свойственный нормальному зерну овса	Свойственный нормальному зерну проса, без затхлого, солодового, плесневелого и других посторонних запахов
Состояние	Негребущийся, в здоровом состоянии	Негребущаяся, в здоровом состоянии	Негребущийся, в здоровом состоянии	Негребущееся, в здоровом состоянии
Влажность, %, не более	15,5	15,5	16,0	15,0
Натура, г/л, не менее	570	685	420	Не нормируется
Сорная примесь, %, не более	2,0	2,0	2,0	3,0
В том числе: минеральная примесь	0,20	Не нормируется	0,2	0,2
всего	0,10	Не нормируется	0,1	Не нормируется
галька		Не нормируется		Не нормируется

Показатели	Ячмень, ГОСТ 7510-70	Рожь, ГОСТ 16891-71	Овес, ГОСТ 7757-71	Просо, ГОСТ 22983-78
шлак, руда	0,05	Не нормируется	0,05	Не нормируется
вредная примесь				
всего	0,20	0,2	0,2	0,2
гелиотроп опушено-плодный и триходесма седая		Не допускается		
куколь	0,30	Не нормируется	0,2	Не нормируется
зерновая примесь	3,0	5,0 (с учетом сортовой примеси)	3,0	4,0
Содержание мелких зерен (проход через сито с отверстиями размером 2,2×20 мм), %, не более	5,0		Не нормируется	
Всхожесть, (на пятый день), %, не менее	92	Не нормируется	92	92
Способность к прорастанию (на пятый день), %, не менее	92	92	90	86
Зараженность вредителями хлебных запасов	Не допускается, кроме зараженности клещом, не выше I степени			

1я-3-Г

Таблица 10

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА СОЛОДА, ПРИМЕНЯЕМОГО В ПРОИЗВОДСТВЕ СПИРТА

Солод	Хороший		Средний		Удовлетворительный							
	АС [в г/(г·ч)], определенная по методу		АС [в г/(г·ч)], определенная по методу		АС [в г/(г·ч)], определенная по методу							
	визуальному	колориметрическому	визуальному	колориметрическому	визуальному	колориметрическому						
Ржаной (или пшеничный)	7	35	35	3,5	5-6	25	30	2,6	3-4	20	20-25	1,75
Ячменный	6	30	35	5,0	4-5	25	25-30	3,9	3-4	20	15-20	2,8
Овсяный	5	25	45	2,5	3-4	35-40	20	2,0	2-3	15	30-35	1,5
Просяной	3	15	100	1,0	2	12	90	0,75	1-2	10	60-70	0,5

б) глубинных культур микроорганизмов, выращенных на жидких питательных средах;

в) концентрированных препаратов, изготавливаемых централизованно на специализированных заводах Главмикробиопрома или Минпищепрома СССР.

В спиртовой промышленности СССР до последнего времени применялись следующие препараты: Амилодиастатин Гх как источник α -амилазы с высокой термостойкостью, АС=15 ед./мл; Глюкоэндоминоксин Гх как источник глюкоамилазы с ГЛА=40 ед./мл, оптимумом действия: рН 5,6—5,8, температура 56° С; Глюкобататин Гх как источник α - и глюкоамилазы с АС=5÷6 ед./мл и ГЛА=5÷7 ед./мл, оптимум действия: рН 5,0, температура 56—58° С.

В настоящее время из поверхностных культур для осахаривания крахмала разваренного сырья применяются препараты Глюкаваморин Пх (поверхностная сухая культура гриба *Asp. awamori* как источник глюкоамилазы и α -амилазы) и Амилоризин Пх (поверхностная сухая культура гриба *Asp. oryzae* как источник α -амилазы и протеазы). Они представляют собой мелкозернистый продукт (величина частиц не менее 5 мм) светло-серого или бежевого цвета. Влажность препаратов — не более 13%. По биологическим показателям препараты должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 11.

Таблица 11

НОРМЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЕПАРАТОВ ГЛЮКАВАМОРИН ПХ И АМИЛОРИЗИН ПХ

Показатели	Глюкаваморин Пх по ОСТ 59-10—72			Амилоризин Пх по ОСТ 59-6—72		
	категория					
	1	2	3	1	2	3
Амилолитическая способность, ед./г, не менее	35,0	30,0	25,0	250±25	200±20	150±15
Осахаривающая способность, ед./г, не менее	Не нормируется			10,0	10,0	10,0
Протеолитическая способность, ед./г, не менее	Не нормируется			0,5	0,5	0,5
Глюкоамилазная активность, ед./г, не менее	70,0	60,0	50,0	—	—	—
Прозрачность водной вытяжки	Прозрачная, допускается опалесценция					

Оптимальная температура для действия препарата Глюкаваморин Пх 56—58° С, рН 4,8—5,6; препарата Амилоризин Пх — температура 56—58° С, рН 4,8—5,6.

Из глубинных культур микроорганизмов, применяемых в спиртовом производстве в настоящее время, в основном используются Глюкаваморин Гх-466 в качестве источника глюкоамилазы и Амилomezентерин Гх-467 в качестве источника α -амилазы.

Согласно техническим условиям глубинные культуры Глюкаваморин Гх-466 и Амилomezентерин Гх-467 должны соответствовать следующим требованиям (табл. 12).

Таблица 12

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПРЕПАРАТОВ ГЛЮКАВАМОРИН ГХ-466 И АМИЛОМЕЗЕНТЕРИН ГХ-467

Показатели	Характеристика и норма для препарата	
	Глюкаваморин Гх-466	Амилomezентерин Гх-467
Внешний вид	Густая подвижная масса	Подвижная жидкость
Запах	Характерный грибной	Гидролизованного белка
Цвет	От желтого до светло-коричневого	Желтовато-серый
Содержание сухих веществ, %	8—10	3,0±0,5
Активность, ед./мл, не менее	200	40,0±4,0

Особенностью Глюкаваморина Гх-466 является то, что он весьма стоек в кислой среде и способен сохранять высокую активность даже при рН 3,0—3,5. Оптимальные условия его действия: рН 4,0—4,7, температура 50° С.

Особенностью Амилomezентерина Гх-467 является его термостойкость: он сохраняет высокую амилолитическую активность при температуре 75° С. Оптимальные условия его действия: рН 5,5—6,5, температура 50° С. В настоящее время ведутся поиски новых, еще более активных продуцентов ферментов.

Из концентрированных препаратов ферментов, выпускаемых Главмикробиопромом, для разжижения замеса перед развариванием нашел применение препарат Амилосубтилин ГЗх-1. Согласно ОСТ 59-9—72 препарат должен удовлетворять следующим требованиям:

Внешний вид	Мелкий порошок
Цвет	Светло-серый или светло-бежевый
Крупность помола (проход через сито № 38), %, не менее	65,0
Остаток на сите № 27, %, не более	20,0
Амилолитическая способность (по колориметрическому методу), ед./г, не менее	600
Протеолитическая способность (по методу Ансона — Мирского), ед./г, не менее	1,0
Влажность, %, не более	8,0
Безвредность в тест-дозе	Безвреден ¹

¹ Безвредность в тест-дозе проверяется в каждой десятой партии препарата.

Препарат хорошо растворим в воде. В растворе допускается наличие незначительного количества осадка. Водный раствор не обладает посторонним запахом и вкусом. Оптимальные условия действия препарата: рН 6,0, температура 50—55°C.

ПРИЕМ, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ СЫРЬЯ И ПОЛУФАБРИКАТОВ

Зерно

Спиртовые заводы обеспечиваются сырьем в соответствии с планом его использования, утвержденным Советом Министров СССР.

Зерно спиртовым заводам поставляется органами Министратва заготовок СССР в количестве, установленном правительством СССР, в соответствии с Особыми условиями поставки хлебопродуктов, утвержденными постановлением Госарбитража СССР 16.1. 1975 г., № 102.

Спиртовые заводы снабжаются зерном в централизованном порядке государственной организацией, заготавливающей зерно по заключенным договорам, путем транзитных отгрузок и непосредственно сдатчиками в количествах, установленных договором поставки.

Централизованная поставка хлебопродуктов проводится по графику, согласованному поставщиком с покупателем в договоре.

Транзитный завоз и приемка зерна непосредственно от сдатчиков на склады предприятий спиртовой промышленности проводятся, как правило, в период заготовок в размерах, согласованных сторонами по договору поставки хлебопродуктов.

При отгрузке железнодорожным и водным транспортом качество зерна подтверждается удостоверением, выдаваемым отправителем, или сертификатом Государственной хлебной инспекции. Удостоверение о качестве или сертификат прилагаются к транспортным документам.

При отпуске хлебопродуктов (зерна) на месте приемка их по количеству и качеству проводится на складе поставщика. При централизованной поставке хлебопродуктов порядок проверки их качества покупателем с участием представителя поставщика (отправителя) предусматривается в договоре.

Если обнаружено несоответствие качества зерна и тары требованиям стандартов или технических условий, получатель обязан в суточный срок вызвать представителя поставщика для участия в проверке и составлении акта. Поставщик обязан командировать своего представителя для проверки к ненородному получателю — не позднее следующего дня, к игородному — в течение трех дней с момента получения вызова получателя. Если представитель поставщика не прибыл, покупатель обязан в установленном порядке отобрать образцы от поступившей партии зерна и направить один образец в лабораторию Госхлебонспекции. При возникновении разногласий о качестве зерна между поставщиком и получателем ими совместно отбирается в соответствии с требованиями стандарта или технических условий образец, который направляется на анализ и заключение в лабораторию Госхлебонспекции. Заключение Госхлебонспекции является обязательным для обеих сторон.

Определенные качественные показатели партий зерна производится на основании результа-

тов анализа среднего образца, составляемого из исходных образцов. Для составления исходного образца от каждой партии зерна отбирают за один прием небольшое количество зерна. Партии зерна в этом случае считается любое количество зерна, однородного по составу и качеству (по органолептической оценке), предназначенного к одновременным приему, сдаче, отгрузке или хранящегося в одном слосе, закроме, складе.

Отбор проб зерна, составление исходного и среднего образцов, отбор навесок для качественного анализа зерна проводятся в соответствии с ГОСТ 10839—64.

Среднесуточную пробу зерна, поступающего в производство, отбирают от каждой партии всех культур (от каждого отвеса), перерабатываемых в течение суток. Пробы хранят в герметически закупоренной таре при той же температуре, при которой взвешивали зерно. Если зерно одной и той же партии поступает одновременно на разные цели (на разваривание, приготовление солода, подработку), то от каждого отвеса отбирают особую пробу. В зерне, поступающем в производство, определяют влажность, засоренность и крахмалность.

Одновременно с взятием навесок для анализа из среднесуточной пробы отбирают для составления среднедекадной пробы не менее 10 г от каждой тонны зерна, поступившего в производство. Отобранное зерно сыпают в бутылки с плотно закрывающимися пробками и хранят до конца отчетного месяца. Каждую декаду при снятии остатков в бутылки сыпают пробы культуры одной и той же складской партии, использованной по одному и тому же назначению.

В конце месяца из среднедекадных проб составляют среднесуточную. Для этого каждую среднедекадную пробу хорошо перемешивают и отбирают в бутылку пробу, величина которой пропорциональна количеству зерна, переработанного за декаду. Бутылку с пробой плотно закупоривают и хранят в течение 2 мес в сухом помещении.

При параллельных определениях и арбитраже допустимые отклонения по содержанию сорной и зерновой примесей не должны превышать пределов, установленных ГОСТ 10936—64 (табл. 13). При двух и более параллельных определениях засоренности одного образца зерна допустимые нормы определяются по отношению к среднему арифметическому, а при арбитраже — исходя из данных арбитражного анализа.

При расчетах спиртовых заводов с поставщиками применяют поясные оптовые цены с налогом с оборота I пояса при расчетах за пшеницу мягкую, сильную и неклассную твердую, просо розовое, рис-зерно (нешелушенный), ячмень кормовой, полбу, чумизу и оптовые цены с налогом с оборота III пояса — за кукурузу в зернах и початках. Рожь и овес спиртовым заводам отпускаются по оптовой цене без налога с оборота. Спиртовым заводам при приобретении кондиционного зерна надлежит пользоваться следующими ценами (в руб., коп.) за 1 т:

Пшеница	151,20
Рожь	133,00
Ячмень	103,60
Овес	101,00
Просо	131,90

Кукуруза в зерне	122,50
Кукуруза в початках	94,20
Рис-зерно (необрушенный)	358,00

I категория (при содержании крахмала не менее 36%) 2,30
 II категория (при содержании крахмала менее 36%) 2,00

Таблица 13

НОРМЫ ДОПУСТИМЫХ ОТКЛОНЕНИЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СОДЕРЖАНИЯ СОРНОЙ И ЗЕРНОВОЙ ПРИМЕСЕЙ В ЗЕРНЕ, % МАС.

Содержание сорной и зерновой примесей	Два параллельных определения или арбитраж	Более двух параллельных определений (от среднего арифметического)
До 0,5 (включительно)	0,2	0,1
0,5—1,0	0,4	0,2
1,0—2,0	0,6	0,3
2,0—3,0	0,8	0,4
3,0—4,0	1,0	0,5
4,0—5,0	1,2	0,6
5,0—6,0	1,4	0,7
6,0—7,0	1,6	0,8
7,0—8,0	1,8	0,9
8,0—9,0	2,0	1,0
9,0—10,0	2,2	1,1
10,0—15,0	3,0	1,3
15,0—25,0	3,8	1,4

Основные цены на хлебобродуки и зернофураж установлены франко-вагон станция (баржа-пристань) назначения или франко-склад (мельница) при отпуске на месте, без стоимости тары.

Отпуск дефектного зерна заводам спиртовой промышленности производится по оптовым ценам (с налогом с оборота) I пояса (по кукурузе — III пояса; по ржи и овсу — по оптовой цене без налога с оборота), сниженным на 10%. При оплате дефектного зерна спиртовыми заводам надлежит пользоваться следующими ценами (в руб., коп.) за 1 т:

Пшеница	136,10
Рожь	119,70
Ячмень	93,20
Овес	90,90
Просо	118,70
Кукуруза зубовидная, полузубовидная в зерне	110,30
Кукуруза зубовидная, полузубовидная, разнотипная в початках	84,80

Приведенные цены применяются при следующем содержании крахмала в дефектном зерне (в %): рожь, пшеница, просо, кукуруза — не менее 40, ячмень — 39, овес — 30. Если содержание крахмала ниже указанных величин, то цены на перечисленные культуры устанавливаются по расценкам за тонно-процент крахмала, а именно (в руб., коп.):

Цены на дефектное зерно других культур, зерновые отходы и продукцию промышленной переработки (муку, крупу) устанавливаются по расценкам за тонно-процент крахмала. При этом цена за 1 т не должна превышать указанных выше оптовых цен по зерну и оптовых цен I пояса за вычетом 10% за дефектность по другим культурам зерна и продукции промышленной переработки.

В соответствии с Инструкцией, утвержденной приказом Государственного комитета заготовок Совета Министров СССР (Госкомзагом СССР) 14.V 1969 г., колхозам и совхозам, а также хозяйствам колхозников, рабочих и служащих партии зерновых культур, которые по качеству соответствуют базисным кондициям, оплачиваются по установленным закупочным (сдаточным) ценам. Базисные кондиции установлены по натурной массе, влажности, содержанию сорной и зерновой примесей и дифференцированы по областям.

При отклонении показателей качества доставленных зерновых культур по влажности и содержанию сорной примеси от базисных кондиций производят натуральные надбавки (скидки) к физической массе в размере 1% за каждый процент влажности и сорной примеси. Натуральные надбавки и скидки начисляют с точностью до 0,1%.

Физическая масса зерна, кроме кукурузы в початках, увеличенная или уменьшенная на величину натуральных надбавок или скидок при отклонениях от базисных кондиций по влажности и содержанию сорной примеси, является зачетной массой, которая оплачивается по установленным закупочным (сдаточным) ценам и засчитывается в выполнение плана закупок и договора контрактации.

Натуральная надбавка или скидка начисляется с учетом совокупности отклонений качества по влажности и содержанию сорной примеси.

При определении степени дефектности зерна надлежит руководствоваться данными, приведенными в табл. 14.

На спиртовые заводы поступает также дефектное морозобойное или суховейное зерно, подгоревшее, зерно огневой сушки, подмоченное, пораженное клопом-черепашкой и т. д.

Оценка качества и установление дефектности греющегося зерна должны осуществляться после его охлаждения путем перемещения на транспортере, пропуска через зерноочистительные сепараторы, применения активной вентиляции, перелопачивания. Заключение о качестве охлажденного зерна дает лаборатория системы хлебобродуков, контроль за правильностью оценки качества возлагается на Госхлебинспекцию.

Зерновое сырье должно поступать на спиртовые заводы насыпью в крытых железнодорожных вагонах, автосамосвалах, бортовых автомашинах, а также автоприцепах. Из общего грузопотока приблизительно 85% зерна поступает по железной дороге, остальное количество зерна доставляется автотранспортом.

Спиртовые заводы, имеющие собственную железнодорожную ветку, организуют прием зерна непосредственно в прирельсовые заводские зерносклады, оборудованные механизмами для разгрузки как железнодорожных вагонов, так и автотранспорта.

Таблица 14
ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ДЕФЕКТНОСТИ ЗЕРНА

Степень дефектности	Характеристика состояния зерна	Примечание
Первая	Зерно с солодовым запахом, вышедшее из стадии покоя и проявляющее усиленные физиологические процессы (дыхание); является благоприятной средой для жизнедеятельности плесневых микроорганизмов на поверхности зерна	Зерно без соответствующей подработки является нестойким при дальнейшем хранении, вполне пригодно к продовольственному использованию. Зерно, имеющее «кислый» запах, приравнивается к зерну с солодовым запахом и учитывается как зерно, имеющее первую степень дефектности
Вторая	Зерно с плесневело-затхлым запахом; в связи с разной степенью воздействия плесневых микроорганизмов имеет различные оттенки основного запаха	При отсутствии поражения плесневыми микроорганизмами эндосперма и зародыша после удаления специальной обработкой цветочных и плодовых оболочек зерно может быть приведено в состояние, пригодное для продовольственного использования; в противном случае такое зерно может быть использовано только для кормовых и технических целей
Третья	Зерно с гнилостно-затхлым запахом, обусловленным сильным разложением белковых веществ и жиров под влиянием плесневых грибов и бактерий	Зерно пригодно только для технических целей
Четвертая	Зерно с совершенно измененной оболочкой бурого-черного или черного цвета, подвергшееся сильному самосогреванию вследствие высокой влажности и чрезвычайно быстрого прохождения процесса самосогревания при высоких температурах	Зерно пригодно только для технических целей

Спиртовые заводы, не имеющие железнодорожной ветки на своей территории, организуют прием зерна, поступающего по железной дороге, в пристанционные склады, а доставленного автотранспортом — в заводские зерносклады. Пристанционные зерносклады оборудуются механизмами для выгрузки зерна из железнодорожных вагонов, а заводские зерносклады — механизмами для выгрузки зерна из автомобильного транспорта.

Выгрузка зерна из крытых железнодорожных вагонов должна производиться пневмоагрегатными, механическими разгрузчиками, а при неимении их — механическими лопатами.

Разгрузочную точку при необходимости оборудуют приемным прирельсовым бункером.

Выгрузка зерна из саморазгружающихся вагонов-зерновозов производится самотеком в подрельсовые приемные бункера. Выгрузка зерна из бортовых автомашин и автомашин с прицепами производится в приемные бункера заводских зерноскладов (или основного производства) при помощи автомобильноопрокидывателя, а из автосамосвалов — самотеком.

Для механизации подачи принятого зерна на склад применяют промежуточные конвейеры, устанавливаемые в случае необходимости в прирельсовых и подрельсовых приемных бункерах, элеваторах и верхние распределительные транспортеры с самосбрасывающими тележками. Линия механизации грузоопераций с зерном, принимаемым из железнодорожных вагонов, должна иметь производительность не менее 60 т/ч. Производительность линии механизации грузоопераций с зерном, поступающим в автотранспорте, определяется мощностью спиртового завода.

Рекомендуется предварительно очищать зерно, поступающее в заводские зерносклады, с помощью зерноочистительных сепараторов, устанавливаемых в линию приема зерна после элеватора.

Внутрискладские грузооперации с зерном должны быть механизированы при помощи стационарных и передвижных средств механизации. Для подачи зерна из заводских зерноскладов на производство применяют ленточные транспортеры, пневмотранспорт, а при невозможности их использования — автосамосвалы, бортовые автомашинны, саморазгружающиеся вагонетки. В этом случае приемный бункер основного производства должен быть оборудован соответствующими разгрузочными устройствами.

В случае, если в зерноскладе осуществляется измельчение зерна, его подают в основное производство в виде замеса, для чего применяют плунжерные насосы.

Поступающее на спиртовые заводы зерно должно распределяться по складам и внутри каждого склада строго по культурам и раздельно по качественным признакам, без смешивания зерна различных культур и разного по качеству, особенно по влажности и зараженности амбарными вредителями.

Зерно, пригодное для солодоращения, должно размещаться в наиболее подготовленных хранилищах и храниться изолированно от зерна, зараженного амбарными вредителями, а также от зерна, нестойкого при хранении по различным качественным показателям.

При приеме, хранении и расходовании зерна необходимо руководствоваться качественными показателями поступившего зерна, а также знать его физические, физиологические свойства и процессы, происходящие в зерновой массе при хранении.

Основными физическими свойствами, которые учитываются при хранении зерна, являются сыпучесть, самосортирование, скважистость, гигроскопичность, теплопроводность.

Сыпучесть зерновой массы характеризуется способностью ее к перемещению под действием силы тяжести по какой-либо поверхности, наклоненной под некоторым углом к горизонту. Сыпучесть зависит от культуры зерна, его влажности, засоренности, продолжительности хранения без перемещения. С увеличением влажности зерна его сыпучесть уменьшается. Зерновая масса после длительного хранения обладает меньшей сыпучестью, чем до помещения ее в склад. При самосогревании зерна сыпучесть резко понижается.

В связи с тем что зерно может находиться в различных состояниях, которые влияют на его сыпучесть, угол естественного откоса зерновой массы также изменяется в широких пределах, например, для пшеницы и ржи — от 23 до 38°, для овса — от 31 до 45°, для проса — от 20 до 25°, для кукурузы — от 30 до 40°.

С сыпучестью непосредственно связано самосортирование зерновой массы, которое выражается в том, что при падении зерна с определенной высоты более тяжелые зерна и примеси размещаются ближе к центру у вершины образующегося конуса, в то время как более легкое зерно и примеси располагаются ближе к основанию конуса.

При направлении зерна на хранение учитываются его плотность и скважистость. Под плотностью понимается объем зерновой массы, занимаемый зернами и примесями, а под скважистостью — промежутки между этими зернами и примесями, заполненные воздухом. Значения скважистости зерна выражаются в процентах от полного объема зерновой массы.

Таблица 15

СКВАЖИСТОСТЬ И МАССА 1 м³ ЗЕРНА

Культура зерна	Скважистость, %	Масса, кг	Культура зерна	Скважистость, %	Масса, кг
Пшеница	35—45	730—840	Овес	50—70	400—550
Рожь	35—45	680—750	Кукуруза	35—55	680—820
Ячмень	45—55	580—700	Просо	30—50	680—780

При хранении зерна имеют большое значение его гигроскопичность, т. е. способность поглощать и отдавать пары воды, а также теплопроводность зерновой массы. Низкая теплопроводность зерновой массы позволяет длительное время удерживать в ней при хранении низкую температуру, способствующую замедлению процессов дыхания, жизнедеятельности микроорганизмов, насекомых и т. д.

Физиологические процессы протекают в зерновой массе в результате жизнедеятельности зерна и семян сорных растений, насекомых, клещей, микроорганизмов.

Жизнедеятельность зерна зависит от его влажности и температуры. Влажность зерна, при которой в клетках появля-

ется свободная влага и в зерне отмечается резкое усиление дыхательных процессов, называется критической. Величина критической влажности у зерновых культур различна и находится в следующих пределах (в %): у ячменя, ржи, пшеницы — 14,5—15,5, у кукурузы — 13—14, проса — 12—13.

Зерно сухое и средней сухости почти не содержит свободной воды, поэтому энергия дыхания его незначительна. Такое зерно может храниться длительное время высоким слоем и требует минимума затрат по уходу.

Влажное зерно отличается повышенной энергией дыхания. При хранении такого зерна без систематического контроля за температурой и влажностью возможно дальнейшее его увлажнение с выделением большого количества тепла. Такое зерно можно закладывать на хранение насыпью высоким слоем только после предварительного подсушивания или охлаждения всей партии. Своевременное охлаждение и промораживание влажного зерна является эффективным мероприятием, обеспечивающим его сохранность.

При хранении зерна без достаточного наблюдения и ухода может возникнуть его самосогревание. В зависимости от места образования очага различают следующие виды самосогревания: гнездовое, верховое, низовое, вертикально-пластовое; в случае, если очаг самосогревания своевременно не выявлен, самосогревание может распространиться на всю зерновую массу и превратиться в сплошное.

Гнездовое самосогревание может возникнуть в любом месте зерновой насыпи в результате засыпки влажного зерна в сухое, засоренное — в чистое, из-за скопления микроорганизмов и их интенсивного развития в запыленных и загрязненных участках, вследствие увлажнения части зерна.

Верховое самосогревание обычно наблюдается в слое зерновой насыпи на глубине 30—150 см от поверхности. В этих слоях чаще всего отмечаются сезонные перепады температур (особенно весной и осенью), которые связаны с изменением температуры окружающего воздуха. Перепады температур сопровождаются повышением влажности в этих слоях зерновой массы.

Низовое самосогревание возникает при засыпке на хранение сырого и влажного зерна в осенний период. Высокая влажность способствует усилению процесса дыхания в зерне, находящемся главным образом в нижних слоях, которые недоступны охлаждающему действию воздуха. Самосогревание нижних слоев зерна может возникнуть также в случае засыпки теплого зерна на холодный пол, особенно цементный.

Вертикально-пластовое самосогревание обычно наблюдается в охлажденном зерне у стен силосов элеваторов и складов, подвергшихся нагреву солнечными лучами или теплым воздухом; оно может возникнуть даже в том случае, если в зернохранилище сыпано теплое зерно, а каменные или цементные стены его быстро охлаждаются.

На склады спиртовых заводов может поступать также свежесобранное зерно, которое не обладает всеми свойствами зрелого зерна и неоднородно по влажности. При заводе такого зерна в склад требуется вести систематический контроль за его влажностью и температурой. При соблюдении правильного режима хранения свежесобранное зерно приобретает качественные показатели, свойственные зрелому зерну, через 5—6 недель. Эти особенности необходимо учи-

тывать при хранении свежесобранного зерна, особенно при использовании его на приготовление солода.

Зерно обычно более или менее равномерно поступает на спиртовые заводы в течение всего года, однако в отдельные периоды заводы принимают зерна значительно больше, чем это необходимо для их бесперебойной работы. Поэтому предприятия спиртовой промышленности оборудуются собственными хранилищами для зернового сырья: мелкие и средние заводы — хранилищами амбарного типа, крупные заводы производительностью более 3000 дал/сут — хранилищами элеваторного типа. Зерно в основном хранят насыпью.

Высоту насыпи зерна на складах устанавливают с учетом технического состояния зернохранилища, влажности, засоренности зерна, времени года. Для влажного зерна высота насыпи должна быть не более 2 м. При временном хранении сырого зерна с влажностью в пределах ограничительных кондиций (см. табл. 1) высота насыпи не должна быть более 1,5 м, при кратковременном хранении зерна влажностью свыше 19% высота насыпи должна быть не более 1 м.

Для сухого проса высота насыпи не должна быть свыше 3 м, для проса средней сухости — 2 м. При временном хранении влажного проса высота насыпи ограничивается 1 м, сырого — 0,5 м. Влажное и сырое просо должно размещаться в складах, оборудованных системой активной вентиляции.

Запрещается смешивание солодового зерна с производственным, партий зерна, резко различающихся по качеству, зерна нового урожая с зерном урожая прошлых лет, греющееся зерно с негревшимся, зараженное с незараженным.

Зерно с особыми качественными показателями, но в пределах ограничительных кондиций (морозобойное, пораженное головней, клопом-черепашкой, клещом, с примесью спорыньи, с наличием проросших зерен и т. п.), размещают отдельно и отпускают в производство в первую очередь.

При засыпке зерна на хранение с помощью элеваторов в каждый силос засыпают только одну культуру. Хранение сырого зерна в силосах элеватора запрещается. При наличии в элеваторах сушилки допускается временное поступление сырого зерна в количестве, соответствующем трехсуточной производительности зерносушилки элеватора. В силосах элеватора зерно может размещаться и храниться только в охлажденном состоянии.

Все зерно с повышенной засоренностью, предназначенное для длительного хранения, особенно зерно для солодоращения, должно предварительно очищаться на зерноочистительных машинах. Следует предусмотреть возможность очистки всего поступающего на хранение зерна одновременно с размещением его по зернохранилищам.

При размещении зерна необходимо планировать резервную свободную площадь в размере 10% от общей площади для проведения внутрискладских работ; для перемещения зерна в элеваторе необходимо оставлять не менее одного свободного силоса на каждую надсилосную транспортную ленту.

При недостатке вместимости зернохранилищ в период массового поступления зерна для кратковременного его хранения разрешается использовать асфальтовые и другие площадки (Указание по устройству площадок и временному хранению зерна в буртах, утвержденное Госкомзагом СССР 11.VI. 1967 г.). Размеры площадок определяют, исходя из размещения на 1 м² до 1 т зерна. Если по пери-

метру площадки устанавливаются щиты, то норма размещения увеличивается до 2 т.

Площадки сооружаются в соответствии с типовым проектом № 702-6ГИ Промзернопроекта, утвержденным приказом Госкомзага СССР 13.IV. 1967 г.

На песчаных и супесчаных грунтах отметка покрытия площадки должна быть на 1 м выше самого высокого уровня грунтовых вод, а на глинистых и суглинистых грунтах — на 2 м. На участке с высоким уровнем стояния грунтовых вод под основанием площадки устраивают насыпь высотой до 0,6 м.

Зерно насыпается только на сухую площадку. Для сохранения качества принятого зерна с момента его поступления устанавливают систематическое наблюдение за температурой и влажностью зерна и наружного воздуха, зараженностью вредителями, запахом и цветом зерна. При обнаружении в зерновой массе повышения температуры, связанного с самосогреванием зерна, принимают меры к срочной переработке или немедленному охлаждению, очистке или сушке греющегося зерна.

Зерно в ненастную погоду укрывают брезентом, между поверхностью брезента и зерном оставляют свободное пространство для проветривания зерновой массы.

В течение всего периода хранения за состоянием каждой партии зерна организуется систематическое наблюдение. В первую очередь контролируется температура по секциям площадью 100 м² и отдельным слоям зерновых массивов и температура воздуха внутри зернохранилища.

В насыпи зерна высотой более 1,5 м температуру измеряют в трех слоях: на глубине 30—50 см, в среднем и нижнем. При высоте насыпи не более 1,5 м температуру измеряют в двух слоях — верхнем и нижнем. Температуру зерновой массы определяют при помощи термометров, заключенных в металлические футляры, используют также дистанционные показывающие термометры.

В силосах, не оборудованных дистанционными термометрами, температуру зерна измеряют на глубине 0,5; 1,5 и 3,5 м. Для контроля качества и состояния зерна, хранящегося в силосах элеватора, в необходимых случаях перемещают зерно в свободные силосы. Во время перемещения зерна измеряют его температуру и отбирают пробы для определения влажности, сыпучести, запаха, цвета зерна, наличия самозатравки и зараженности вредителями.

В зависимости от состояния зерна рекомендуется изменять периодичность замера температуры при хранении, пользуясь данными табл. 16.

Сроки проверки температуры устанавливают исходя из наивысшей температуры, определенной в любом слое насыпи.

При обнаружении повышения температуры, связанного с самосогреванием зерна, температуру данной партии измеряют ежедневно и одновременно принимают меры к немедленному охлаждению зерна путем вентилирования, пропуска через транспортирующие механизмы, перелопачивания, а также проветривания складов.

Как правило, активное вентилирование зерновой массы атмосферным воздухом осуществляется при условии, что фактическая влажность зерна больше его равновесной влажности. Для выявления возможности вентилирования зерна определяют относительную влажность воздуха по показаниям мокрого термометра и разности

Таблица 16

ПЕРИОДИЧНОСТЬ ЗАМЕРА ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕРНА ПРИ ХРАНЕНИИ

Классификация зерна по влажности	Зерно нового урожая в течение 3 мес от начала приемки	Прочее зерно с температурой		
		0°С и ниже	от 0 до 10 °С	выше 10 °С

Сухое	2 раза в декаду	2 раза в месяц	2 раза в месяц	2 раза в месяц
Средней сухости	2 раза в декаду	2 раза в месяц	2 раза в месяц	2 раза в месяц
Влажное	Ежедневно	2 раза в месяц	2 раза в декаду	1 раз в 3 дня
Сырое	Ежедневно	1 раз в декаду	2 раза в декаду	Ежедневно

показаний сухого и мокрого термометров — психрометром, затем определяют равновесную влажность зерна в зависимости от относительной влажности воздуха и температуры зерна и сопоставляют фактическую влажность зерна с равновесной, которую определяют по самой низкой температуре зерна в насыпи.

Если нельзя определить равновесную влажность зерна, его вентилируют, когда температура наружного воздуха ниже температуры зерна на 4—5°С и более. В дождливую и туманную погоду вентилирование проводят при разности температур не менее 8°С.

Вентилировать зерновую массу следует в наиболее холодные часы суток. Греющееся зерно вентилируют непрерывно в любые часы суток до тех пор, пока оно не будет охлаждено до температуры, близкой к температуре наружного воздуха в ночное время, или не будет превышать ее более чем на 3—5°С.

С наступлением похолодания все зерно для повышения его устойчивости при хранении необходимо своевременно вентилировать, охлаждать и промораживать. Охлаждение и промораживание зерна проводят пассивным способом (зерно остается без движения) путем усиленного проветривания помещений, открывая в ночное время и по утрам двери и окна складов, а в загруженных элеваторах — верхние люки. С наступлением устойчивой холодной и сухой погоды проветривание ведется круглые сутки.

Активным способом зерно охлаждают при помощи стационарных и передвижных вентиляционных установок, пропуская его через зерноочистительные машины, перемещая норями, транспортерами или перелопачивая.

Если в партии хранящегося зерна будет обнаружено гнездовое самосогревание, немедленно направляют греющееся зерно на охлаждение или первоочередную переработку. Перемещать такое зерно и смешивать его со здоровым категорически запрещается.

При обнаружении самосогревания зерна, помещенного в силос элеватора, его полностью перемещают в другой (свободный) силос с одновременным пропуском через сепаратор или сушилку.

Если зерно начинает приобретать запах плесени без повышения температуры, его проветривают и немедленно направляют на переработку.

Таблица 17

НОРМЫ ЕСТЕСТВЕННОЙ УБЫЛИ ЗЕРНА И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ ПРИ ХРАНЕНИИ, %

Вид зернового сырья	Сроки хранения, мес, не более	В складах		В элеваторах	На приспособленных для хранения площадках, сапетках
		насыпью	в таре		
Пшеница, рожь, ячмень и полба	3	0,06	—	0,045	—
	6	0,08	—	0,065	—
Овес	12	0,11	—	0,095	—
	3	0,08	—	—	—
Гречиха и рис необрушенный	6	0,11	—	—	—
	12	0,15	—	—	—
Просо, чумиза и сорго	3	0,08	0,05	0,06	—
	6	0,11	0,07	0,08	—
Кукуруза в зерне	12	0,15	0,10	0,12	—
	3	0,10	—	—	—
Кукуруза в початках	6	0,13	—	—	—
	12	0,17	—	—	—
Горох, чечевица, бобы, фасоль, вика и соя	3	0,12	0,07	0,08	0,18
	6	0,16	0,10	0,12	0,22
Крупа и рис обрушенный	12	0,20	0,13	0,16	—
	3	0,25	—	—	0,45
Мука	6	0,30	—	—	0,55
	12	0,45	—	—	0,70
Отруби и мучка	3	0,07	0,04	0,05	—
	6	0,09	0,06	0,07	—
	12	0,12	0,08	0,10	—
	3	—	0,04	—	—
	6	—	0,06	—	—
	12	—	0,09	—	—
	3	—	0,05	—	—
	6	—	0,07	—	—
	12	—	0,10	—	—
	3	0,20	0,12	—	—
	6	0,25	0,16	—	—
	12	0,35	0,20	—	—

Примечания: 1. Данные нормы естественной убыли применяются как контрольные и предельные только в тех случаях, когда при инвентаризации или проверке фактического наличия зерна и продуктов его переработки, хранившихся на предприятиях, было установлено уменьшение их массы, не вызываемое изменением качества.

2. При сроке хранения зерна и продуктов его переработки более 1 года за каждый последующий год хранения норма естественной убыли принимается в размере 0,04% с пересчетом, исходя из фактического числа месяцев хранения.

3. При хранении зерна и продуктов его переработки до 3 мес нормы естественной убыли принимаются из расчета фактического количества дней хранения, а при хранении до 6 и 12 мес — из расчета фактического числа месяцев хранения.

4. Указанные нормы естественной убыли при хранении продукции не распространяются на муку и крупу, принимаемые и отпускаемые по стандартной массе мешков. Средний срок хранения (в днях) данной партии зерна и продуктов его переработки определяется путем деления суммы ежедневных остатков на общее количество (по приходу) данной партии. Для определения среднего срока хранения в месяцах среднее количество дней хранения делится на 30.

Развитие амбарных вредителей непосредственно связано с температурой зерна. Проверка его на зараженность амбарными вредителями проводится в следующие сроки: при температуре зерна 0°С и ниже — 1 раз в месяц; при температуре зерна ниже 10°С — 2 раза в месяц; при температуре зерна выше 10°С — 1 раз в декаду.

Количество зерна, отбираемого для определения зараженности от трех слоев насыпи (верхнего, среднего и нижнего), должно составлять не менее 1 кг от каждого слоя. Зараженность партий хранящегося зерна характеризуется по наивысшей степени зараженности одного слоя или секции.

Запах и цвет зерна определяют обычно во всех образцах, которые отбирают в течение всего срока хранения для определения других показателей: влажности, зараженности, засоренности.

Предельно-контрольные нормы естественной убыли зерна и продуктов его переработки при хранении утверждены постановлением Госснаба СССР от 16.VIII 1978 г.

При перевозках железнодорожным, водным и автомобильным транспортом в соответствии с Инструкцией о порядке ведения учета и оформления операций с зерном и продуктами его переработки на хлебоземельных пунктах, базах и предприятиях системы хлебопродуктов, утвержденной приказом Госкомзага СССР от 8.VIII 1964 г., пп. 18 и 19, установлены следующие нормы естественной убыли зерна и продуктов его переработки (в %):

Перевозка железнодорожным и водным транспортом хлебопродуктов, кроме отрубей, комбикормов и отходов, на расстояние, км	0,10
до 1000	0,15
от 1000 до 2000	0,20
свыше 2000	
Перевозка отрубей, комбикормов и отходов железнодорожным транспортом	0,27
насыпью	0,18
в таре	
водным транспортом	0,34
насыпью	0,25
в таре	
Перевозка автомобильным транспортом хлебных грузов всех видов, кроме комбикормов	0,09
насыпью	0,07
в таре	

Примечания: 1. При перевозках хлебопродуктов смешанным железнодорожно-водным транспортом указанные нормы естественной убыли исчисляются отдельно за перевозки по каждому виду транспорта.

2. При перевозках хлебопродуктов смешанным железнодорожно-водным транспортом и при перевозках по железнодорожным линиям разной колесной базы указанные нормы повышаются: на 30% за каждую перегрузку с железной дороги на воду и обратно, на 20% за каждую перегрузку из вагона в вагон.

Повышение норм при перевалке или перегрузке груза производится по отношению к нормам убыли при перевозке, предшествующей перевалке или перегрузке.

Картофель

Государственные закупки картофеля производятся непосредственно спиртовыми заводами по договорам-контрактам с колхозами сырьевых зон. Дополнительное количество картофеля, недостающее по договорам контракта в зонах спиртовых заводов, поставляется потребительской кооперацией из государственных закупок в колхозах и совхозах за пределами сырьевых зон заводов. Количество, качество и условия поставки предусматриваются в договорах между заводами и потребителями.

Спиртовой завод принимает участие в развитии и укреплении сырьевой базы завода и должен быть прикреплен к колхозам и совхозам, расположенным в его зоне. Помимо этого, спиртовой завод организует проведение закупок картофеля у хозяйств колхозников, рабочих и служащих.

Картофель доставляют на завод железнодорожным, автомобильным, гужевым транспортом. При доставке картофеля автомобильным и гужевым транспортом его взвешивают на платформенных весах вместе с автомобилем (телегой). После разгрузки порожний автомобиль (телегу) взвешивают (вместе с тарой, мешками) вторично и по разности вычисляют массу поступившего картофеля.

При отгрузке картофеля железнодорожным транспортом его взвешивают на станциях отправления и назначения. Приемку оформляют документом, в котором указывают количество картофеля (в т), его крахмалистость (в %), засоренность (в %) и количество испорченных клубней (в %).

Картофель обычно поступает на спиртовые заводы навалом в автосамосвалах, автомашинах, автомобильных и тракторных прицепах. По железной дороге картофель может поступать в открытых вагонах и полувагонах только на те спиртовые заводы, которые располагают железнодорожной веткой на территории завода.

Картофель, направляемый непосредственно на переработку, выгружают в производственные решетки, вмещающие двухсуточный запас сырья, что обеспечивает бесперебойную работу завода и исключает необходимость ночной подвозки сырья. Картофель, предназначенный для длительного хранения, укладывают на буртовом поле.

Автомобильный транспорт у решеток и на буртовых полях разгружают при помощи буртоукладочных машин, имеющих устройство для отделения земли, кроме того, у решеток и картофелезапасников могут применяться передвижные и стационарные автомобильно-разгрузочные.

Картофель из открытых саморазгружающихся железнодорожных вагонов выгружается в прирельсовые или подрельсовые решетки с применением гидроразгрузки, а из открытых полувагонов — при помощи подъемных кранов с грейферным оборудованием, которые подают картофель либо в решетки, либо на промежуточную площадку.

Бурты формируются буртоукладочными машинами. Для укрытия буртов применяют камышовые и соломенные маты. Работы по укрытию (вскрытию) буртов рулонными панелями механизмируют при помощи автокранов. Выбор картофеля из буртов осуществляют тракторными лопатами или другими погрузчиками с грейферными, ковшевыми или иными захватывающими устройствами, при

помощи которых картофель грузится в автомобильный транспорт или на тракторные прицепы и доставляется к производственному рештаку.

При благоприятном рельефе местности подача картофеля с буртового поля, расположенного вблизи завода, производится при помощи гидротранспортера.

Производственные рештаки, картофелезапасники и гидросистемы буртовых полей должны быть оборудованы гидромониторами для подачи картофеля в гидротранспортеры.

Для очистки картофеля от легких (ботва, солома, щепы) и тяжелых (камни, песок, земля и т. д.) примесей в гидротранспортере, по которому сырье подается на мойку, устанавливают барабанную или грабельную соломоловушку и барабанную камнеловушку, которые должны быть оборудованы устройствами для механизированного отвода и удаления легких и тяжелых примесей.

В настоящее время применяют разные способы хранения картофеля в зависимости от его назначения, климатических условий, продолжительности хранения.

В постоянных хранилищах может находиться только сухой здоровый картофель. В этих хранилищах клубни хранят в закромах или без них (навалом), в контейнерах, с активной вентиляцией и в холодильных камерах.

В хранилищах временного типа картофель хранят в буртах и траншеях.

Лежкость картофеля зависит от температуры и относительной влажности воздуха при хранении. Температура хранения картофеля определяется временем года, биологическими особенностями сорта и другими факторами.

Таблица 18

РЕЖИМЫ ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ РАЗНЫХ СОРТОВ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД (ПО ДАННЫМ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА КАРТОФЕЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА — НИИКХ)

Сорт	Температура воздуха, °С	Примечание
Прикульский ранний	1,5—2,0	Возможно снижение температуры до 1°С
Фаленский	1,5—2,0	—
Берлихинген, Эпрон	1,5—2,0	—
Северная роза	1,5—2,0	Возможно снижение температуры до 1 и повышение до 3°С
Скороспелка 1, Огонек	1,5—3,0	—
Агрономический, Темп, Лошицкий, Форан	3,0—5,0	—
Разваристый, Старт	3,0—5,0	—
Лорх, Столовый 19	4,0—5,0	Возможно снижение температуры до 3°С
Любимец, Петровский, Эпикур	4,0—5,0	—
Передовик	Около 4,0	Возможно снижение температуры до 2—3 и даже 1°С

Клубни разных сортов картофеля требуют определенных температур хранения. В зимнее время в зависимости от особенностей заложеного на хранение сорта картофеля необходимо применять дифференцированные режимы хранения (табл. 18).

Для хранения механически поврежденных клубней сорта Лорх в зимний период требуются более низкие температуры, чем обычно (табл. 19).

Таблица 19

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ХРАНЕНИЯ НА УБЫЛЬ МАССЫ И ПОТЕРИ СУХОГО ВЕЩЕСТВА ЗА СЕЗОН ХРАНЕНИЯ (ПО ДАННЫМ НИИКХ), %

Характеристика клубней	Температура хранения, °С					
	1		2—3		4—5	
	убыль массы	в том числе потери сухого вещества	убыль массы	в том числе потери сухого вещества	убыль массы	в том числе потери сухого вещества
С ободранной кожурой	15,5	4,0	19,1	5,3	21,2	6,0
Неповрежденные	8,0	3,4	7,6	2,4	10,3	3,1

Партии картофеля с большим количеством механически поврежденных клубней необходимо немедленно направлять на переработку или закладывать в отдельные бурты на непродолжительный срок хранения.

Нельзя допускать к закладке на хранение картофель с большим содержанием гнилых клубней.

Клубни различных сортов картофеля обладают неодинаковой лежкоспособностью, поэтому при закладке на хранение каждый сорт картофеля следует буртовать отдельно.

Подготовка буртового поля для приемки и хранения картофеля должна быть проведена заблаговременно с учетом следующих условий: буртовое поле должно располагаться недалеко от завода на сухом возвышенном месте, защищенном от холодных ветров; уровень грунтовых вод не должен быть ближе 2 м от дна котлована бурта; подъездные пути должны обеспечивать удобный завоз картофеля на буртовое поле и доставку его на производство; если буртование проводят на площадке, где располагались прошлогодние бурты, необходимо весной, после выборки всего картофеля, очистить эту площадку, выровнять поверхность бульдозером и продезинфицировать известью (расход извести 2—3 т на 1 га); при использовании для буртования площадки из-под сельскохозяйственных культур следует предварительно ее перепахать, пробороновать, прокатать тяжелым катком и продезинфицировать известью.

Бурты располагаются по длине с севера на юг или в направлении господствующих зимой ветров. Если рельеф местности не позволяет расположить бурты указанным способом, то их размещают по направлению уклона площадки.

Перед буртованием составляют план с учетом сроков реализации картофеля, которые устанавливают в зависимости от его качества

ва и возможности вывоза картофеля из буртов на переработку, особенно в весенний и зимний периоды.

Бурты размещают попарно на расстоянии 4—5 м, расстояние между двумя рядами — 8—10 м. Ширину главного проезда поперек ряда буртов устанавливают от 8 до 10 м в зависимости от местных условий.

Бурты могут быть наземными и углубленными. Наземные бурты закладывают непосредственно на выровненной площадке без котлована; углубленные с котлованом глубиной 20—50 см — в зависимости от уровня грунтовых вод. Второй тип буртов является более экономичным, так как в этом случае расход соломы на каждую тонну картофеля уменьшается на 2—3%.

При закладке картофеля на длительное хранение ширину бурта устанавливают с учетом качества картофеля. При хранении кондиционного картофеля ширина буртов может достигать 3—4 м, некондиционного — не более 2 м. При краткосрочном хранении картофеля допускается ширина буртов 4—6 м.

Длину буртов устанавливают в зависимости от размера, конфигурации и рельефа буртового поля и суточной потребности производства в картофеле.

Высоту буртов делают на естественный скат. Она находится в прямой зависимости от ширины бурта.

Количество картофеля в буртах (в т) определяют умножением средней массы 1 м³ картофеля (0,65 т) на длину, ширину и высоту бурта и делением результата на 2. Примерное количество картофеля, вмещающегося при его закладке в наземные бурты, приведено в табл. 20.

Таблица 20
КОЛИЧЕСТВО КАРТОФЕЛЯ В БУРТАХ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОРАЗМЕРОВ, т

Длина бурта, м	Бурт наземный без котлована при ширине, м			Бурт с котлованом глубиной 0,25 м при ширине, м		
	2	3	4	2	3	4
10	6,1	13,2	22,5	8,2	18,0	29,0
15	9,3	20,5	35,5	14,2	27,8	45,3
20	12,6	27,8	48,5	19,1	37,5	61,5
25	15,8	35,1	61,5	23,9	47,3	77,8
30	19,1	42,4	74,5	28,8	57,0	94,0
35	22,3	49,7	87,5	33,7	66,8	110,3
40	25,6	57,0	100,6	38,6	76,5	126,5
45	28,8	64,3	113,5	43,4	86,2	142,7
50	32,1	71,7	126,5	48,3	96,0	159,0

В табл. 21 приведены данные о количестве картофеля, размещаемого на 1 га буртового поля при различных условиях буртования.

При поступлении картофеля в большом количестве можно сразу закладывать его в 2—3 бурта или вести закладку бурта с обих концов.

При закладке картофеля в наземные бурты для предохранения клубней от рассыпания и буртов от искривления по краям основа-

Таблица 21
РАЗМЕРЫ БУРТОВ И КОЛИЧЕСТВО КАРТОФЕЛЯ, РАЗМЕЩАЕМОГО НА 1 га БУРТОВОГО ПОЛЯ

Ширина бурта, м	Вместимость 1 м ³ бурта, т	Ширина между буртами, м	Количество картофеля, т
<i>Без котлована</i>			
2	0,65	3,0	1300
2	0,65	4,0	1083
3	1,46	4,0	2085
4	2,60	4,0	3250
4	2,60	5,0	2898
<i>С котлованом глубиной 0,25 м</i>			
2	0,81	4,0	1350
3	1,70	4,0	2642
4	2,92	4,0	3875

ния буртов укладывают горбыли, жерди или выкапывают канавку (с наклоном) шириной 20—25 см и глубиной 10—15 см.

При закладке картофеля в бурты с котлованами рытье котлованов должно быть закончено в сухую погоду за 4—5 дней, а в дождливую — за 1—2 дня до загрузки картофеля.

Закладывают картофель на всю ширину и высоту бурта (на естественный скат). Боковые стороны бурта выравнивают, гребень делают одинаковой высоты по всей длине бурта в виде двускатной крыши. Не допускаются впадины на верхней и боковой поверхностях бурта, так как они могут привести к затеканию воды в бурт и подмораживанию картофеля.

Вентиляционные трубы устанавливают одновременно с закладкой картофеля в тех буртах, в которые закладывается кондиционный картофель на длительное хранение, а также в буртах кратковременного хранения, куда закладывается картофель пониженного качества. Вентиляционные трубы не устанавливают в тех буртах, которые будут переработаны до наступления заморозков; в этих случаях вентиляция осуществляется через неукрытый землей гребень бурта.

Приточные вентиляционные трубы делают из досок с отверстиями или из планок с просветами между ними 2 см. Нижние части вытяжных (вертикальных) труб, проходящих в слое картофеля, делают также решетчатыми с просветами 2 см, а верхние части — сплошными. В верхней части трубы устанавливают задвижку и покрывают трубу двускатной кровелькой.

Вентиляционные трубы закладывают в бурт следующим образом. Приточная вентиляционная труба располагается горизонтально посередине на всю длину бурта, концы трубы выводятся на расстоянии 15—20 см за наружный его край. Вместо приточной трубы можно прорыть канавку посередине бурта шириной и глубиной 20—25 см и перекрыть ее хворостом или решетками.

Вертикальные вытяжные трубы примыкают к горизонтальной трубе или канавке и устанавливаются на расстоянии 6—8 м одна от другой. Концы труб при понижении температуры в бурте до 3—4° С закрывают деревянными пробками или плотными жгутами соломы.

По мере закладки бурт укрывают соломой. Толщина слоя соломы обычно составляет 20—25 см для буртов кратковременного хранения и 40—50 см — при длительном хранении картофеля. Для укрытия буртов используют свежую сухую солому, соломенные и камышовые маты, накладываемые в 2—3 слоя. Солому укладывают пластинами снизу вверх с таким расчетом, чтобы верхний пласт перекрывал треть нижележащего пласта. Бурт (кроме гребня) засыпают слоем земли толщиной 10—15 см.

Окончательно укрывают бурты землей (засыпая и гребень) при наступлении устойчивого похолодания, когда температура в бурте понизится до 3—4° С. В этот период дополнительная соломенная покрывка с гребней снимается, и гребень бурта закрывается землей толщиной 20—30 см, а с боков и у основания толщину земляного покрытия доводят до 50 см (в центральных областях европейской части РСФСР). В северо-восточных районах толщину земляного и соломенного покрытия увеличивают на 10—15 см, а в южных районах соответственно уменьшают на 10—15 см.

Для укрытия буртов с картофелем рекомендованы древесные опилки. При их использовании картофель сначала укрывают рогожами, а по ним снизу насыпают слой стружек с опилками. При охлаждении картофеля в бурте до 4° С насыпают опилки слоем по гребню 10 см, а внизу — 20—30 см. При наступлении морозов до —5° С толщину слоя опилок доводят до следующих размеров (в м):

	По гребню бурта	В основании бурта
В центральных, западных и юго-западных областях	0,4	0,7
На Урале и в Поволжье	0,8	1,2
В Западной Сибири	1,1	1,7

За хранением картофеля на буртовом поле организуется систематический контроль в течение всего срока хранения. Нормальной температурой в буртах считается 2—4° С, влажность воздуха — 80—85%. Повышенные температуры вызывает усиленное дыхание клубней и увеличение потерь; температура ниже 0° С вызывает подмораживание и порчу клубней картофеля.

При повышении температуры в бурте выше 5° С необходимо принять меры к понижению ее до нормы. Для этого необходимо открывать гребень бурта, когда температура наружного воздуха ниже, чем в бурте, и закрывать бурт, когда температура наружного воздуха выше.

Для быстрого снижения температуры в буртах до нормальной в осенний период необходимо открывать вентиляционные трубы ночью в холодную погоду, а также снимать землю с соломенного покрытия в местах, где обнаружена повышенная температура. Если температура после этого не снизится, следует очистить бурт от снега и в нескольких местах гребня пробить земляную крышу. Если всеми этими мерами не удастся снизить температуру, то необходимо из обнаруженного очага гниения выбрать весь картофель до дна и в этом месте бурт укрыть соломой и землей.

При понижении температуры в бурте до 1° С необходимо немедленно закрыть все вентиляционные трубы, увеличить толщину покрытия бурта землей, навозом, снегом и т. п. Систематическое понижение температуры внутри бурта в зимнее время приводит к промерзанию картофеля.

Температуру картофеля в буртах измеряют осенью ежедневно, зимой — два раза в неделю, весной — через день. В буртах, где наблюдается понижение или повышение температуры, ее замеряют ежедневно. Для этого пользуются термометром, вставляемым в контрольные трубки, или специальными длинными буртовыми термометрами в металлической или деревянной оправе с латунными перфорированными наконечниками.

При поступлении на спиртовые заводы нестандартного мороженого и подмороженного картофеля его следует в первую очередь направлять на переработку. Если количество такого картофеля значительно, необходимо обеспечить краткосрочное хранение его. Для этого поступивший на завод до наступления устойчивых морозов подмороженный картофель укладывают во временные бурты шириной до 1 м и высотой 40—50 см, которые слегка укрывают соломой. В морозную погоду бурты оставляют открытыми. С наступлением устойчивых морозов картофель рассыпают слоем 25—30 см и промораживают все клубни. После промораживания картофеля до костеобразного состояния его снова укладывают в бурты шириной 2—3 м и высотой 1,5—2,0 м. Бурты из замороженного картофеля укрывают слоем соломы толщиной 10 см и снега — 50 см. Если возможны оттепели, то поверх снега укладывают еще один слой соломы. Бурты с мороженым картофелем закладывают из расчета переработки картофеля до наступления весенних оттепелей. Во время хранения необходимо тщательно наблюдать за температурой. В случае повышения температуры в бурте до —4° С картофель необходимо направлять в производство.

При хранении картофеля иногда наблюдаются инфекционные и функциональные заболевания. Возбудители болезней картофеля относятся к грибам, бактериям, вирусам, которые проникают во внутренние ткани растения через естественные отверстия, устьица, поры, а также через повреждения в покровных тканях картофеля.

Причиной функциональных заболеваний являются нарушения физиологических процессов в растениях и клубнях под воздействием неблагоприятных факторов внешней среды (недостаток или избыток влаги, питательных элементов в почве, высокие или низкие температуры, недостаток кислорода и др.).

Фитофтороз, или поздняя гниль (возбудитель болезни — гриб *Phytophthora infestans* de Bary), — инфекционное заболевание, поражает клубни, листья в поле. Гриб сначала развивается в тканях непосредственно под кожурой, а затем проникает в мякоть клубня, на разрезе таких клубней видно ржавое окрашивание мякоти. При хранении картофеля болезнь развивается и пораженные клубни загнивают. Благоприятной для развития фитофтороза является температура от 10 до 25° С. Гриб не развивается при температуре выше 30 и ниже 4° С.

Для предохранения картофеля от заболевания сортируют клубни перед закладкой на хранение.

Сухая гниль (возбудители болезни — грибы рода фузариум) — так же инфекционное заболевание, особенно сильно поражает клубни с механическими повреждениями, заболевшие фитофторозом и др. Болезнь может развиваться при температуре от 0 до 25° С и значительных колебаниях влажности. На пораженных этой болезнью клубнях сначала появляется плесень в виде бурых пятен, покрытых белым или сероватым пушком. Затем грибок проникает внутрь клубня, образуя в мякоти пустоты, заполненные грибницей. В хранилище с низкой относительной влажностью клубень сморщивается, кожура делается складчатой.

Для предохранения картофеля от заболевания принимают меры к предотвращению повреждений клубней при выкапывании и транспортировании, дезинфицируют хранилища и буртовые площадки, следят за режимом хранения.

Потемнение мякоти — функциональное заболевание, вызываемое рядом причин: ушнбами, нажимом, механическими повреждениями при перевозке клубней навалом, длительным хранением картофеля при температуре от 0 до —1° С, высокой температурой (выше 20° С).

Анаэробизм, или удущье, — функциональное заболевание клубней при недостатке кислорода, а также избытка диоксида углерода (СО₂), например в буртах, укрытых со всех сторон слоем глины. На клубнях, пораженных анаэробизмом, появляются пятна с ослизлой мякотью; они быстро подвергаются действию бактерий, вызывающих мокрую гниль.

Мокрая гниль (возбудители болезни — различные виды бактерий) — инфекционное заболевание, поражает в период хранения в первую очередь клубни механически поврежденные, заболевшие фитофторозом, анаэробизмом, паршой и другими болезнями, а также подмороженные. Ткани размягчаются, и клубень превращается в слизистую массу с неприятным запахом. Окраска больных тканей вначале светлая, затем темно-бурая или розовая.

Температура в бурте с заболевшим мокрой гнилью картофелем может быстро достигать 30—40° С, клубни при этих условиях гнивают полностью за 1—2 недели.

Для предотвращения болезни принимают меры к предохранению клубней от механических повреждений, подмораживания, удущья, следят за режимом хранения.

Кольцевая гниль (возбудитель болезни — бактерия *Sogubacterium sepedonicus* Spick) вызывает преждевременное отмирание ботвы и гниение клубней в поле и во время хранения. Начинается болезнь с тканей сосудистого пучка, которые сначала приобретают желтовато-белый, а позднее — бурно-коричневый цвет. При дальнейшем развитии болезни гниль от кольца распространяется внутрь и клубень гниет полностью.

Клубни, пораженные кольцевой гнилью, не подлежат хранению, их немедленно направляют на переработку.

Черная ножка — инфекционное заболевание. Бактерия — возбудитель этой болезни — поражает как ботву, так и клубни картофеля еще в поле. На разрезе клубня в месте прикрепления его к столону видны темные нитевидные пятна, которые расходятся от столона внутрь. В дальнейшем поражается весь клубень, мякоть загнивает и превращается в кашицеобразную массу с неприятным запахом. Пораженные клубни хранить нельзя.

Постановлением Госснаба СССР от 31. XII 1975 г., № 112 установлены следующие временные нормы естественной убыли картофеля для промышленной переработки при длительном хранении в буртах (нормы представлены Минпищепромом СССР и согласованы с Министерством финансов СССР и Министерством путей сообщения):

Месяц	Потери, % к сырой массе
Сентябрь	1,2
Октябрь	1,0
Ноябрь	0,8
Декабрь	0,5
Январь, февраль	0,4
Март	0,5
Апрель	0,9
Май	1,2

При хранении картофеля меньше месяца норму убыли определяют по числу дней, исходя из нормы, установленной на данный месяц. Процент естественной убыли картофеля определяется по разнице между массой, заложенной на хранение в бурт, и массой после переработки и зачистки бурта.

Списание естественной убыли производится после зачистки бурта на основании соответствующих расчетов. Предварительное списание естественной убыли по установленным нормам до выявления фактического размера недостачи воспрещается.

Естественная убыль картофеля при хранении исчисляется к среднему остатку за каждый месяц хранения. Среднемесячный остаток вычисляется путем сложения остатков за все дня месяца и деления полученной суммы на число дней хранения.

При осенних перевозках навалом в автомобилях бортовых или с изотермическими кузовами установлены следующие нормы (утверждены приказом Министерства торговли СССР от 18.VI 1970 г.; распространены на предприятия Минпищепрома СССР письмом Госснаба СССР от 14.II 1972 г., № АЛ-41-164) естественной убыли свежего картофеля (в % к массе нетто):

Расстояние, км	I зона	II зона
10—25	0,3	0,3
26—50	0,5	0,5
51—75	0,6	0,7
76—100	0,8	0,8

Примечание. К I зоне относятся РСФСР (кроме Дагестанской АССР, Калмыцкой АССР, Астраханской и Волгоградской областей), Белорусская ССР, Грузинская ССР, Латвийская ССР, Литовская ССР, Молдавская ССР, Украинская ССР, Эстонская ССР, Кокчетавская, Кустанайская, Павлодарская, Северо-Казахстанская и Целиноградская области Казахской ССР. Ко II зоне относятся Дагестанская АССР, Калмыцкая АССР, Астраханская и Волгоградская области; Азербайджанская ССР, Армянская ССР, Киргизская

СССР, Таджикская ССР, Туркменская ССР, Узбекская ССР, Казахская ССР (кроме Кокчетавской, Кустанайской, Павлодарской, Северо-Казахстанской и Целиноградской областей).

Письмом Минпищепрома СССР от 31.VIII 1972 г. на основании письма Госснаба СССР от 23.VIII 1972 г., № НМ-41-792 разрешается нормы естественной убыли свежего картофеля при автомобильных перевозках навалом в осенний период распространять на зимне-весенний период.

Приказом Министерства торговли СССР от 15.VIII 1967 г. утверждены следующие нормы естественной убыли свежего картофеля (в % к массе нетто) при кратковременном хранении на базах, складах разного типа и заготовительных пунктах (письмом Госснаба СССР от 22.VIII 1972 г., № НМ-41-786 нормы распространены на Минпищепром СССР):

Время года	I зона	II зона
Осень	0,9	1,4
Зима	0,3	0,4
Весна	0,3	0,5
Лето	0,7	—

Утвержденные нормы естественной убыли применяются при кратковременном хранении картофеля (до 20 сут). При хранении картофеля более 20 сут применяются нормы естественной убыли, установленные для длительного хранения. Данные нормы являются предельными и применяются только в том случае, когда при проверке фактического наличия картофеля окажется недостача его против учетных данных.

Естественная убыль списывается с материально-ответственных лиц по фактическим размерам, но не выше установленных норм. Предварительное списание естественной убыли не допускается.

Нормы естественной убыли применяются к остатку картофеля на начало учетного периода и принятому за этот период картофелю (по массе нетто).

При перевозках картофеля позднего по железной дороге в крытых вагонах навалом постановлением Госснаба СССР от 22.XI 1971 г. утверждены следующие предельные нормы его естественной убыли (в % к массе нетто):

Продолжительность перевозок, сут	Норма убыли, % к массе нетто	Продолжительность перевозок, сут	Норма убыли, % к массе нетто
3	1,0	10	1,7
4	1,2	11	1,8
5	1,3	12	1,8
6	1,4	13	1,9
7	1,5	14	1,9
8	1,6	15	2,0
9	1,6		

При механизации погрузочно-разгрузочных работ нормы потерь картофеля следующие (табл. 22).

Таблица 22

НОРМЫ ПОТЕРЬ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ НА ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТАХ

Машины и средства механизации	Операции, на которых используются машины или средства механизации	Норма потерь, % к массе нетто
Буртоукладочные машины с дисковыми землеотделителями	Загрузка картофеля в бурты	0,2
Тракторная лопата	Выгрузка картофеля из буртов в автомашины	0,4

Примечание. Указанные потери являются предельно допустимыми и применяются только в случаях фактических недостач картофеля. Списание картофеля по этим нормам до установления фактических потерь не допускается. Нормы утверждены Минпищепромом СССР 27.VI.1973 г.

Ферментные препараты

Ферментные препараты Глюкаваморин Пх и Амилоризин Пх поступают на заводы в бумажных мешках массой по 15—25 кг и хранятся при температуре не выше 25°С и относительной влажности воздуха не выше 75%. Амилосубтилин ГЗх транспортируется в полиэтиленовых мешках массой по 25 кг, хранится в герметизированной таре в сухом помещении при температуре не выше 25°С.

При хранении Глюкаваморина Пх и Амилоризина Пх свыше 3 мес и Амилосубтилина ГЗх свыше 6 мес допускается снижение ферментативной активности до 15% от начальной величины.

На осахаривание препараты Глюкаваморин Пх и Амилоризин Пх поступают вместе с дробленным солодом.

Амиломезентерин Гх транспортируется в стерильных емкостях, обеспеченных теплоизоляцией (машина «молоковоз»), при температуре не выше 12°С не более 12 ч. Срок хранения препарата в жидком виде в стерильных емкостях из нержавеющей стали или с эмалированной внутренней поверхностью — не более 4 сут. Гарантийный срок хранения ферментного препарата Амилomezентерина Гх (без изменения его активности) — 24 ч с момента его изготовления.

Глубинная культура Глюкаваморина Гх-466 по окончании культивирования передается в спиртовое производство. При необходимости может храниться в сборнике с системой охлаждения с температурой не более 10—12°С в течение 5—6 сут. Транспортируется препарат в молоковозах или пивовозах, обеспеченных теплоизоляцией, при температуре не выше 10—12°С. Он сохраняет свою активность до 150 ч при температуре 10—12°С.

Глава 2

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Вспомогательные материалы спиртового производства можно подразделить на материалы для основного производства, куда входят формалин, серная кислота, хлорная известь, карбамид, которые

используются на стадиях осахаривания, брожения и дрожжегенерации, и материалы, необходимые для приготовления полуфабрикатов — солода или микробных ферментных препаратов.

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОСНОВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Формалин технический

Формалин технический CH_2O по ГОСТ 1625—75 представляет собой 37%-ный водный раствор формальдегида. Молекулярная масса 30,03. Применяется как антисептик для дезинфекции солодового молока, растворов ферментных препаратов, зерно-картофельного сула спиртового производства и дезинфекции технологического оборудования и трубопроводов.

На спиртовых заводах следует применять формалин, содержащий минимальное количество метилового спирта.

Формалин технический транспортируется в железнодорожных или автомобильных цистернах, выполненных из нержавеющей стали или алюминия. Допускается розлив в цистерны стальные, с внутренним антикоррозионным химически стойким покрытием, обеспечивающим сохранение качества формалина, а также в стеклянные или полиэтиленовые бутылки (бидоны), деревянные, алюминиевые, стальные нержавеющие, стальные с антикоррозионным химически стойким покрытием бочки вместимостью до 260 кг.

Таблица 23

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ФОРМАЛИНА ТЕХНИЧЕСКОГО

Показатели	Сорт формалина	
	высший	первый
Внешний вид	Бесцветная прозрачная жидкость. При хранении допускается образование мути или белого осадка, растворимого при температуре не выше 40°С	
Содержание, %		
формальдегида	37,0±0,5	37,0±0,5
метилового спирта	5,0—8,0	Не более 11,0
кислот в пересчете на муравьиную, не более	0,02	0,04
остатка после прокаливания, не более	0,008	0,008
железа, не более	0,0001	0,0005

Формалин хранят в обогреваемых емкостях, изготовленных из материалов, обеспечивающих сохранение качества продукции, при температуре не ниже 21°С для высшего сорта и не ниже 7°С для первого сорта.

В качестве материала для емкостей используется сталь марок 08Х22Н6Т, 12Х21Н5Т по ГОСТ 5632—72, алюминий марок АД0 по ГОСТ 4784—74 и АД1 по ГОСТ 21631—76.

Если при хранении выпал осадок, то формалин в емкости подогревают без применения открытого огня до температуры не выше 50°С и выдерживают в этих условиях до полного растворения осадка. Гарантийный срок хранения 3 мес со дня изготовления.

Кислота серная техническая

Кислота серная техническая H_2SO_4 по ГОСТ 2184—77 применяется в качестве антисептика для подкисления дрожжевого сула. Она учитывается и дозируется в расчете на моногидрат.

Стандарт распространяется на серную кислоту следующих видов: контактная, башенная, регенерированная. Серная кислота перевозится в стальных «сернокислотных» цистернах, а также контейнерах, бочках и стеклянных бутылках, хранится без разбавления в стальных емкостях, стеклянных бутылках. Стеклянную или обожжен-

Таблица 24

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КИСЛОТЫ СЕРНОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ

Показатели	Контактная			Башенная	Регенерированная
	техническая	улучшенная	олеум улучшенный		
Внешний вид	Не нормируется			Маслянистая жидкость с опалесценцией, без механических примесей	Не нормируется
Содержание, % моногидрата H_2SO_4	≥ 92,5	92,5—94,0	—	—	≥ 75 ≥ 91
свободного серного ангидрида SO_2 , не менее	—	—	24	—	—
окислов азота N_2O_5 , не более	—	0,0001	0,0005	0,05	0,01
остатка после прокаливания, не более	0,05	0,03	0,03	0,3	0,4
железа Fe^{2+} , не более	0,02	0,015	0,01	0,05	0,2
мышьяка As, не более	—	0,0001	0,0001	—	—
хлористых соединений Cl^- , не более	—	0,0005	—	—	—
свинца Pb^+ , не более	—	0,01	—	—	—
Цвет	От бесцветного до светло-коричневого			1*	—

* В миллилитрах эталонного раствора.

ную глиняную пробку, закрывающую бутылку, заливают алебастром или замазкой.

Для подкисления дрожжевого сула допускается использование следующих видов кислоты: контактная улучшенная, олеум улучшенный (табл. 24).

Хлорная известь

Хлорная известь [смесь CaCl_2 и $\text{Ca}(\text{OCl})_2$] по ГОСТ 1692—58 представляет собой белый порошок с содержанием активного хлора не менее 32—35%. Применяется для дезинфекции и обеззараживания бродильных чанов, трубопроводов, различных емкостей, помещений, полов, лестниц, канализационных стоков и других загрязненных мест.

Хлорная известь хранится в закрытых, затемненных и хорошо вентилируемых складских помещениях в закрытой деревянной таре (бочки, барабаны) или полиэтиленовых мешках массой по 50—100 кг. Не допускается хранение хлорной извести в солодовне, в помещениях с повышенным содержанием газообразного диоксида углерода, а также вместе со взрывчатыми веществами, огнеопасными и пищевыми продуктами, смазочными маслами, металлами, баллонами со сжатым газом. На воздухе под воздействием солнечных лучей она быстро разлагается.

Завод-поставщик обязан заменять хлорную известь марки А, если в течение 3 лет ее хранения со дня отгрузки потери активного хлора будут более 4%.

Таблица 25

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ХЛОРНОЙ ИЗВЕСТИ

Показатели	Марка		
	А	Б	В
Содержание активного хлора, %, не менее	35	35	32
Разница между содержанием общего и активного хлора, %, не менее	2	2	4
Содержание влаги, %, не более			
для длительного хранения	2	10	—
для текущего потребления	2	—	—

Карбамид

Карбамид, или мочевина, $\text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{NH}_2$ по ГОСТ 2081—75 представляет собой амид угольной кислоты, хорошо растворимый в воде; негигроскопичен. Молекулярная масса 160,05. Используется в качестве азотсодержащего питательного вещества при выращивании дрожжей. В кристаллическом или гранулированном виде транспортируется в 5—6-слойных бумажных или полиэтиленовых мешках

в крытых железнодорожных вагонах; хранятся в упаковке в сухом крытом помещении. Гарантийный срок хранения карбамида 6 мес со дня изготовления.

Таблица 26

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАРБАМИДА

Показатели	Марка		
	А	Б	А с государственным Знаком качества
Внешний вид	Белые или слабоокрашенные кристаллы или гранулы	Белые или слабоокрашенные гранулы	Белые кристаллы или гранулы
Содержание, % азота (в пересчете на сухое вещество), не менее свободного аммиака, не более	64,2	46,1	46,3
для гранулированного карбамида	0,03	Не нормируется	0,03
для кристаллического карбамида	0,01	То же	0,01
сульфатов (в пересчете на SO_4^{2-}), не более	0,01	»	0,005
биурета, не более	0,9	0,9	0,6
железа (в пересчете на Fe_2O_3), не более	0,001	Не нормируется	0,0005
влаги, не более	0,3	0,25	0,2
нерастворимых в воде веществ, не более			
для гранулированного карбамида	0,01	Не нормируется	0,01
для кристаллического карбамида	0,01	То же	0,005

МАТЕРИАЛЫ И СЫРЬЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Полуфабрикатами спиртового производства являются солод и ферментные препараты.

Характеристики зернового сырья, используемого на солод, представлены в табл. 9.

При выращивании солодов в качестве вспомогательных материалов используются вода и дезинфицирующие средства: хлорная известь, формалин, характеристики которых представлены в предыдущем параграфе. Кроме того, для интенсификации солодоращения

Таблица 27

Продолжение табл. 27

ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ СЫРЬЯ, ХИМИКАТОВ И МАТЕРИАЛОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРЕПАРАТА ГЛЮКАВАМОРИН Гх-466 (ПРОДУЦЕНТ ASP. AWAMORI-466)

Сырье, химикаты и материалы	ГОСТ, ТУ	Качество, сорт, артикул	Примечание
<i>Группа А (сырье и химикаты)</i>			
Мука кукурузная	ГОСТ 14176—69	Пищевая, тонкого помола	
Солод пивоваренный ячменный	ОСТ 18-305—77		
Агар	ГОСТ 17206—71	Микробиологический	
Автолизат дрожжевой	—	—	Способ приготовления см. Практикум микробиологических работ
Глюкоза			Содержание основного вещества, %
кристаллическая безводная	ГОСТ 6038—79	х. ч.	100
кристаллическая гидратная	ГОСТ 975—75	ч.	90
Глюкозооксидаза	—	—	Активность не менее 100000 ед./г
Дигидроортофосфат калия	ГОСТ 4198—75	ч.	
Гидроксид калия	ГОСТ 4208—72	х. ч.	
Гексациано-(II)-феррат калия	ГОСТ 4207—75	х. ч.	
Хлорид калия	ГОСТ 4234—77	х. ч.	
Кислота бензойная для колориметрического определения	ГОСТ 10521—78	ч.	
Кислота соляная	ГОСТ 3118—77	х. ч.	d=1,19
Кислота уксусная	ГОСТ 61—75	Ледяная, к. ч.	

Сырье, химикаты и материалы	ГОСТ, ТУ	Качество, сорт, артикул	Примечание
Кислота серная	ГОСТ 4204—77 ГОСТ 2184—77	х. ч.	d=1,84
Крахмал растворимый	ГОСТ 10163—76	Технический	
Крахмал картофельный	ГОСТ 7699—78	Пищевой, сорт I	
Масло вазелиновое	ГОСТ 3164—78	Медицинское	
Масло подсолнечное	ГОСТ 1129—73	Пищевое нерафинированное или рафинированное	
Гидроксид натрия	ГОСТ 4328—77	х. ч.	
Пероксидаза	—	—	Значение R ₂ менее 0,6
Спирт этиловый ректифицированный	ГОСТ 18300—72	Технический	Содержание абсолютного алкоголя не менее 96 % об.
Хлорамин «Б»	ОСТ 6—01—76—79	Технический	
Известь хлорная	ГОСТ 1692—58	Техническая марок А, Б	Содержание активного хлора, %, не менее: марка А—32, марка Б—35
Ацетат натрия	ГОСТ 199—78	—	
<i>Группа Б (материалы)</i>			
Базальтовое волокно ВСТВ-36	МРТУ 57—69		
Вата	ГОСТ 5556—75	Медицинская гигроскопическая	
Марля	ГОСТ 9412—77	Медицинская	
Паронит	ГОСТ 481—71		
Масло авиационное	ГОСТ 21743—76		
Вода питьевая	ГОСТ 2874—73		

Таблица 28

Продолжение табл. 28

ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ СЫРЬЯ, ХИМИКАТОВ И МАТЕРИАЛОВ,
НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРЕПАРАТА
АМИЛОМЕЗЕНТЕРИН Гх-467 (ПРОДУЦЕНТ ВАС. MESENTERICUS ПБ-467)

Сырье, химикаты и материалы	ГОСТ, ТУ	Качество, сорт, артикул	Примечание
-----------------------------	----------	-------------------------	------------

Группа А (сырье и химикаты)

Агар	ГОСТ 17206—71	—	
Мясо-пептон- ный бульон (МПБ)	—	—	Способ при- готовления см. Практикум микробиологи- ческих работ $d=1,19$
Кислота соля- ная	ГОСТ 3118—77	х. ч.	
Кислота уксу- сная	ГОСТ 61—75	Ледяная, х. ч.	
Крахмал рас- творимый	ГОСТ 10163—76		
Крахмал карто- фельный	ГОСТ 7699—78	Пищевой, сорт I	
Ацетат натрия	ГОСТ 2080—76	Технический	
Гидроксид на- трия	ГОСТ 199—78	х. ч.	Применяется в виде 33%-но- го раствора
Иод	ГОСТ 4159—79	ч.	
Йодид калия	ГОСТ 4232—74	—	
Карбонат каль- ция	ГОСТ 4530—76	ч.	
Диазмоний- фосфат	ГОСТ 19651—74	Кормовой	
Мука кукуруз- ная	ГОСТ 14176—69	Пищевая тон- кого помола	
Экстракт куку- рузный	ОСТ 18-206—74	Пищевой, сгу- щенный	
Масло подсол- нечное	ГОСТ 1129—73	Пищевое рафи- нированное или нерафиниро- ванное	
Спирт этиловый ректификованный	ГОСТ 18300—72	Технический	Содержание абсолютного алкоголя не менее 96% об.

Сырье, химикаты и материалы	ГОСТ, ТУ	Качество, сорт, артикул	Примечание
-----------------------------	----------	-------------------------	------------

Хлорамин «Б» ОСТ
6-01-76—79 Технический

Группа Б (материалы)

Базальтовое во- локну БСТВ-36	МРТУ 57—69		
Стекловолокну штапельное во- локну	ГОСТ 10499—78		
Вата	ГОСТ 5556—75	Медицинская гигроскопичес- кая	
Марля	ГОСТ 9412—77	Медицинская	

применяются гиббереллины, в частности гибберелловая кислота (гиббереллин A_3).

Гиббереллин A_3 — органическая кислота сложного строения, является высоко активным регулятором роста и развития растений. Получается из продуктов жизнедеятельности гриба рода *Fuzarium*. Для повышения ферментативной активности солода и сокращения срока его рашения зерно опрыскивают раствором гиббереллина. В связи с высокой физиологической активностью гиббереллина для обработки обычно используют очень слабые растворы, содержащие 1—100 мг вещества в 1 л воды. Для приготовления раствора препарат предварительно растворяют в небольшом количестве этилового спирта, а затем разбавляют водой до получения нужной концентрации гиббереллина. Хранят его в темном прохладном месте. Не рекомендуется хранить приготовленный раствор более 2—3 сут.

Препарат выпускается Курганским заводом медицинских препаратов. Он представляет собой кристаллический порошок белого или слегка желтоватого цвета с содержанием гиббереллина 77—80%. На спиртовые заводы препарат поступает в стеклянных флаконах различной вместимости. Храниться он должен в темном месте при температуре не выше 10°С (при повышении температуры быстро разрушается и теряет свою биологическую активность).

Согласно ТУ 64-3-103—75 срок годности препарата при хранении в темном месте при температуре не выше 15°С составляет 2 года.

Ферментные препараты получают при культивировании микроорганизмов поверхностным и глубинным способом.

Для выращивания каждого микроорганизма, продуцирующего ферменты, используется своя питательная среда, а поэтому состав

Таблица 29

ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ СЫРЬЯ, ХИМИКАТОВ И МАТЕРИАЛОВ,
ПРИМЕНЯЕМЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПРЕПАРАТОВ ГЛЮКАВАМОРИН Пх
(ПРОДУЦЕНТ ASP. AWAMORI 22) И АМИЛОРЗИН Пх
(ПРОДУЦЕНТ ASP. ORYZAE 740-A2)

Сырье, химикаты и материалы	ГОСТ, ТУ	Сорт, артикул	Примечание
<i>Группа А (сырье и химикаты)</i>			
Отруби пшеничные	ГОСТ 7169—66	—	Цвет красно-желтый с сероватым оттенком, запах незатхлый. Содержание крахмала 18—26%, влаги не более 15%. Крупнота помола: остаток на проволочном сите 0,8 не менее 75%, остаток на шелковом сите 27 не менее 90%. Насыпная масса 292 кг/м ³ .
Ростки соевые	ОСТ 18-350—79	—	Отход пивоваренного производства влажностью 8—10%. Насыпная масса 217 кг/м ³ .
Спирт этиловый ректификованный технический	ГОСТ 17299—78	Марки А	
Пероксид водорода	ГОСТ 177—77	х. ч.	
Кислота соляная	ГОСТ 1382—69	Техническая	$d=1,19$
Кислота серная	ГОСТ 2184—77	Техническая	$d=1,84$
Гидрокарбонат натрия	ГОСТ 5100—73	Технический	
Формалин	ГОСТ 1625—75	Технический	
Хлорная известь	ГОСТ 1692—58	Техническая	
<i>Группа Б (материалы)</i>			
Мешки бумажные 4-слойные	ГОСТ 2226—75		
Опилки древесные	ГОСТ 5244—73		

сырья и вспомогательных материалов для каждого продуцента меняются, что определяется регламентами на производство этих культур.

Требования к качеству материалов и сырья для культивирования микроорганизмов — продуцентов ферментов — приведены в табл. 27—29.

Глава 3

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Технология полуфабрикатов спиртового производства представляет собой комплекс процессов получения солода и культивирования микроорганизмов — продуцентов ферментов.

Для осахаривания крахмала зерно-картофельного сырья применяется смесь ячменного, просяного и овсяного солодов, причем сумма просяного и овсяного солодов должна быть не менее 30%. Допускается применять смесь из двух солодов: ячменного и овсяного или просяного. Ячменный солод можно заменять ржаным (или пшеничным) полностью или частично, а просяной — солодом из чумизы. Запрещается использовать солод из одной культуры при производстве спирта из зерна той же культуры.

Используемые в производстве спирта ферментные препараты получают при культивировании специально подобранных штаммов микроорганизмов поверхностным или глубинным способом.

ПОЛУЧЕНИЕ СОЛОДА

Ячмень, овес, рожь предварительно замачивают в воде в замочных чанах воздушно-водяным способом при температуре 18—20° С. При первом замачивании удаляют всплывшие примеси и зерно промывают водой, поступающей снизу в замочный чан. В процессе замачивания зерно 3—4 ч находится в воде и 2—3 ч без воды. Когда влажность зерна достигнет 38—40%, процесс прекращают. Дезинфекцию зерна проводят при втором замачивании, для чего добавляют в воду хлорную известь из расчета 300—400 г на 1 т зерна.

Замоченное зерно укладывают для проращивания на току в вороха высотой 0,6—0,7 м. После повышения температуры до 23—24° С зерно перелопачивают и раскидывают в грядки высотой 0,4 м. Перелопачивание проводят не менее 2—3 раз в сутки, поддерживая температуру зерна в первые 2 сут на уровне 19—20° С, к концу солодоращения — 13—14° С.

Продолжительность ращения (с момента укладки зерна в грядку) для ячменного и овсяного солодов составляет 10—12 сут, ржаного — 7—8 и просяного 5—6 сут.

В летний период допускается повышение температуры к концу процесса до 16—17° С, при этом срок выращивания ячменного и овсяного солодов сокращается до 7—8 сут. При этом режиме для осахаривания должна обязательно применяться смесь из трех солодов (ячмень или рожь, овес, просо).

Для предотвращения уменьшения влажности перед перелопачиванием зерно поливают водой, прекращая поливку за сутки до поступления солода в производство.

Влажность готового солода должна составлять (в %): ячменного и овсяного — 44—45, ржаного — 40—41.

Просо замачивают воздушно-водяным способом при температуре смеси зерна и воды 25—30° С, причем воду подогревают до поступления в замочный чан. Через 2 ч удаляют всплывшие примеси и зерно промывают водой температурой 25—30° С. После промывки зерно остается в воде. Длительность первого замачивания 4 ч. Затем зерно оставляют без воды на 4—6 ч, замачивают в течение 6 ч при температуре 25—35° С и выгружают на ток. После замачивания просо должно иметь влажность 35—38%.

Замоченное зерно укладывают слоем высотой 0,7—1,0 м в деревянный разборный ящик, не допуская понижения температуры ниже 25° С, для чего в случае необходимости просо поливают теплой водой.

В ящике просо выдерживают до тех пор, пока температура не поднимется до 30—35° С. Затем ящик разбирают и зерно складывают в грядку высотой 0,40 м. В течение первых 2 сут в грядке поддерживают температуру 26—30° С. На 3-и и последующие сутки температуру в грядке необходимо снизить до 25—26° С, уменьшив высоту грядки путем перелопачивания до 0,15—0,20 м. Перед перелопачиванием просьяной солод поливают водой, прекращая поливку за 12 ч до поступления его в производство. Влажность готового просьяного солода должна быть 40—42%.

При выращивании солода на пневматической солодовне зерно замачивают таким же способом, как и при солодоращении на току. По окончании замачивания зерно с водой подают на сито пневматической солодовни. После отделения воды и согревания зерна до 23—24° С его распределяют на ситах равномерным слоем высотой 0,5—0,6 м. В процессе солодоращения высоту слоя постепенно увеличивают до 0,8—0,9 м к 5—6-м суткам.

Температурный режим выращивания солода в пневматической солодовне такой же, как и на токовой солодовне. Температура солода регулируется продуванием кондиционированного воздуха и во время проращивания поддерживается в следующих пределах:

Продолжительность солодоращения, сут	1	2	3	4
Температура, °С	19—20	19—20	18—19	17—18
				Продолжение
Продолжительность солодоращения, сут	5	6	7	8—10
Температура, °С	16—17	15—16	14—15	13—14

Относительная влажность воздуха должна быть не ниже 95%, а температура на 4—5° С ниже заданной температуры рощения солода в продуваемой грядке.

Расход воздуха при солодоращении составляет 80—100 м³/ч на 1 м² площади сит. На 1 дал суточной производительности завода по спирту должно приходиться не менее 0,25 м² площади сит солодовни.

На пневматической солодовне типа «передвижная грядка» меха-

ническое ворошение производится с помощью шнекового или ковшового ворошителя. Это устройство представляет собой подвижную каретку с ковшовым конвейером, ширина которого равна ширине грядки. При движении ворошителя вдоль грядки ковши захватывают зерно и высыпают его через каретку назад. Ворошение зерна на передвижной грядке проводится от последнего отделения к первому, от готового солода к вновь загружаемому замоченному зерну. В процессе перекидывания солод аэрируется и охлаждается. За 25—30 мин до начала каждого ворошения зерно поливают водой (температура воды 12—18° С, расход 2—3 дал на 1 т зерна).

В летний период во избежание образования плесени рекомендуется проращивать рожь в смеси с овсом или ячменем. При этом получается более рыхлая грядка, что замедляет самосогревание и предупреждает слеживание и уплотнение проращиваемого зерна. При таком способе рожь после замачивания смешивают с овсяным или ячменным солодом 2—3-суточного рощения, после чего культуры проращивают совместно.

В настоящее время на пневматических солодовнях выращивают также просьяной солод, при этом соблюдают те же режимы, что и на токовой солодовне.

В некоторых случаях при отсутствии других культур зерна можно перерабатывать на солод пшеницу. Зерно замачивают воздушно-водяным способом при температуре смеси зерна и воды 13—15° С зимой и не выше 18—20° С летом. При необходимости воду перед ее подачей в замочный чан подогревают.

Влажность замоченного зерна должна быть 38—40%.

Перед выгрузкой зерно следует перемешать в замочном чане, так как пшеница плотно ложится в конусной части чана и может вызвать затруднения при ее спуске.

Замоченное зерно укладывают слоем высотой 0,6—0,7 м. При достижении температуры в ворохе 23—24° С зерно перелопачивают и укладывают в грядку высотой 0,40—0,50 м. Температура в грядках поддерживается в первые 2—3 сут 20—22° С, на 4—5-е сутки — 18—20° С, на 6-е и последующие сутки роста 16—18° С и к концу снижается до 14° С.

Перед ворошением солод поливают водой с таким расчетом, чтобы в первые 5 сут проращивания влажность его поддерживалась в пределах 46—48%. В последующие сутки количество воды для полива уменьшают с тем, чтобы влажность готового солода была 44—46%. Поливка солода прекращается за 24 ч до поступления его в производство.

Для пшеницы с прорастаемостью 92—95% продолжительность солодоращения составляет 8—10 сут с момента выгрузки зерна из замочного чана.

Для интенсификации солодоращения применяют гибберелловую кислоту. При этом повышаются прорастаемость и ферментативная активность солода, а продолжительность солодоращения сокращается на 1—2 сут.

Для обработки солода применяют водно-спиртовой раствор гибберелловой кислоты, который готовится следующим образом. Необходимое количество гибберелловой кислоты рассчитывают, исходя из содержания ее в используемом препарате и нормы расхода на 1 т солода. Расчетное количество гибберелловой кислоты взвешивают на аналитических весах, переносят без потерь в химический стакан и

растворяют этиловым спиртом из расчета 20 мл на 1 г гибберелловой кислоты. После полного растворения препарата содержимое переводят в мерную колбу на 1 л, доводят водой до метки и тщательно перемешивают. Этот раствор является основой, из него готовят рабочий раствор, применяемый для обработки солодового зерна. Не рекомендуется приготовленный раствор хранить более 24 ч. Для обработки солода этот раствор разводится в 8—10 л воды.

Для обработки ячменя, овса, ржи и пшеницы используется 0,0012%-ный, для проса — 0,0008%-ный раствор гибберелловой кислоты.

Если гибберелловая кислота применяется для полива солода в процессе выращивания, норма ее расхода на 1 т солодового зерна составляет (в мг): для ячменя, ржи, пшеницы, овса — 600; для проса — 400 (в пересчете на 100%-ную гибберелловую кислоту).

Если гибберелловая кислота используется на стадии замачивания солодового зерна, то расход ее увеличивается и составляет на 1 т зерна (в мг): для ячменя, ржи, пшеницы и овса — 800; для проса — 600 (в пересчете на 100%-ную гибберелловую кислоту).

Зерно обрабатывают рабочим раствором гибберелловой кислоты при оформлении грядки после сгорания замоченного зерна, находящегося в ворохе на току или на ситах пневматической солодовни. Кислоту можно добавлять и непосредственно в замочный чай перед выгрузкой зерна на ток.

При поливе раствор гибберелловой кислоты разбрызгивается на солодовое зерно в несколько приемов с помощью опрыскивателя, лейки или других устройств. При опрыскивании необходимо добиться тонкого распыления раствора и равномерного смачивания всей массы зерна. Рекомендуется первоначально смочить весь ворох приблизительно половиной рабочего раствора, а затем перелопатить его, одновременно поливая оставшимся количеством раствора. На токовой солодовне раскиданный ворох опрыскивается один раз, после чего перелопачивается.

При использовании ячменя, ржи, овса и пшеницы температура в ворохе составляет 24—25°С, в грядках в первые 2—3 сут роста — 22—24°С, к концу проращивания понижается до 17—20°С. Соответственно при проращивании проса температура в ворохе достигает 30°С, в первые 2 сут — 25—30°С и в остальные дни — 22—24°С.

Ворошение грядки на пневматической солодовне производится 1 раз в смену, для аэрирования используется кондиционированный воздух с относительной влажностью не менее 95%.

На токовой солодовне перелопачивание производится не менее 3 раз в сутки с обязательным предварительным поливом солода водой из разбрызгивателя.

При выращивании солода, обработанного гибберелловой кислотой, непременным условием является поддержание повышенной влажности при замачивании зерна и в первые 2 сут его роста. При недостаточном увлажнении в первые сутки роста действие гибберелловой кислоты замедляется. Влажность зерна после замачивания должна быть не менее 40%.

В течение первых 2—3 сут проращивания в пневматической или на токовой солодовнях влажность ячменного и овсяного солодов должна быть 50—52%, пшеничного — 48—50, ржаного — 46—48 и просяного — 43—44%. В последующие дни количество воды для полива уменьшается с таким расчетом, чтобы влажность готового яч-

менного и овсяного солодов составляла 46—48%, ржаного и пшеничного — 46—48 и просяного — 42—44%.

Полив солода водой прекращают в пневматической солодовне за 16, на токовой — за 24 ч до поступления ячменного, овсяного, ржаного и пшеничного солодов в производство и за 12 ч — для просяного.

Температурный режим при выращивании солода, обработанного гибберелловой кислотой, сохраняется неизменным для просяного солода и повышается на 1—2°С в первые 3 дня для всех остальных солодов.

Продолжительность солодоращения при обработке зерна гибберелловой кислотой составляет (в сут): для ячменного и овсяного — 8—9; пшеничного — 7—8; ржаного — 5—6; просяного — 4—5.

ВЫРАЩИВАНИЕ КУЛЬТУР МИКРООРГАНИЗМОВ — ПРОДУЦЕНТОВ ФЕРМЕНТОВ — ГЛУБИННЫМ СПОСОБОМ

Технологический процесс производства Глюкаваморина Гх-466

Для получения препарата Глюкаваморин Гх-466 применяется глубинный способ выращивания продуцента *Asp. awamori-466* на жидкой питательной среде с интенсивной аэрацией.

Технологический процесс производства Глюкаваморина Гх-466 состоит из следующих стадий: приготовление посевной материи в лаборатории; приготовление жидкой посевной культуры; приготовление питательной среды для ферментации; ферментация.

Приготовление посевной материи. Споровый посевной материал гриба *Asp. awamori-466* готовят в лаборатории в пробирках на агаризованной питательной среде, имеющей следующий состав (в %):

Глюкоза	2,0
Нитрат натрия	0,91
Хлорид калия	0,05
Сульфат магния	0,05
Дигидроортофосфат	0,10
Сульфат железа (Fe ²⁺)	0,001
Вода дистиллированная	96,84

Среду стерилизуют в течение 40 мин при давлении 0,1 МПа.

Культура гриба рассеивается на скошеию в пробирках среду и выращивается в течение 12 сут в термостате при 25°С. Готовая культура должна иметь характерный для вида цвет и складчатую поверхность. Она используется для приготовления жидкого посевного материала.

Приготовление жидкой посевной культуры. Жидкая посевная культура готовится в несколько стадий. По трехстадийной схеме на первой стадии готовят питательную среду следующего состава (в %):

Кукурузная мука	5,0
Дрожжевой автолизат	0,5
Вода	94,5

Разбавленным раствором серной кислоты рН среды доводят до 4,8. Приготовленную среду разливают в качалочные колбы на 500 мл по 300 мл в каждую и стерилизуют при температуре 121—125°С в течение 40—60 мин. После стерилизации среду охлаждают до 26°С и засевают суспензией конидий, полученных при выращивании культуры на скошенной агаризованной среде в пробирках. Колбы ставят на качалку. Выращивание проводят при температуре 24—26°С в течение 36—48 ч при частоте колебаний качалки 200—220 мин⁻¹.

Через 36—48 ч (по заключению сменного микробиолога) жидкую культуру передают на вторую стадию.

Питательную среду для второй стадии готовят аналогично первой стадии. После доведения рН до 4,8, стерилизации при температуре 121—125°С в течение 40—60 мин и охлаждения до 26°С питательную среду разливают в сосуды вместимостью 6 л по 2,5 л в каждый и засевают жидкой посевной культурой первой стадии в количестве 10—12% к объему среды. Выращивание проводят при температуре 24—26°С при частоте колебаний качалки 200—220 мин⁻¹.

Выращенная жидкая посевная культура второй стадии является посевным материалом при выращивании засевной культуры. Объем посевной культуры должен составлять 0,5—1,0% к объему питательной среды в инокуляторе.

На третьей стадии жидкая посевная культура выращивается в производственных условиях в посевных аппаратах — инокуляторах (рис. 1). Технологи́ческий цикл состоит из следующих операций: подготовка аппарата, приготовление и стерилизация питательной среды, засев среды культурой, культивирование микроорганизмов.

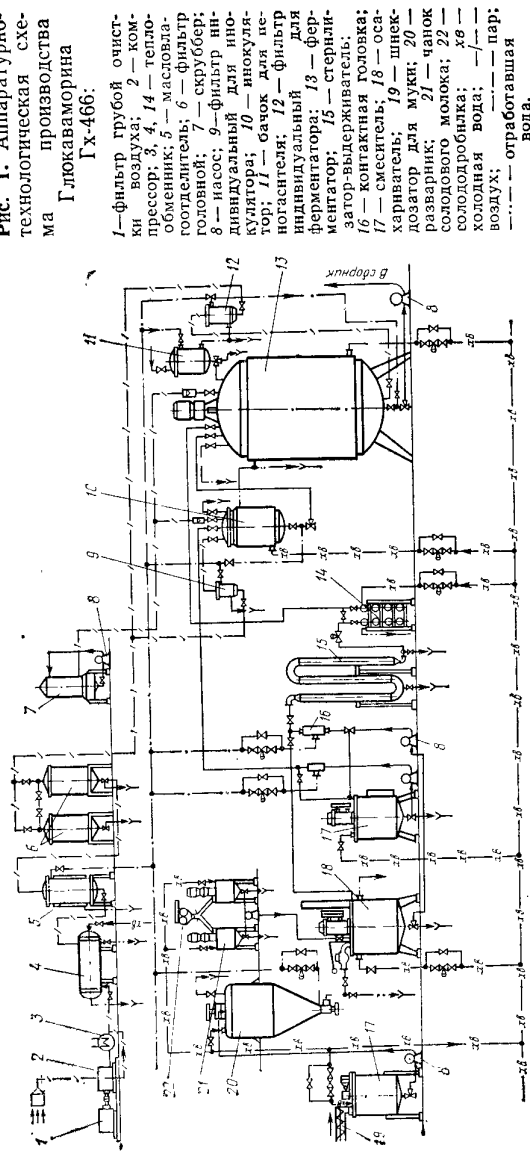
Посевной аппарат 10 представляет собой цилиндрический сосуд со сферическим днищем и крышкой. Аппарат оборудован устройством для аэрации и перемешивания (форсунки или барботеры, двухъярусная мешалка), подводом для пара, посевным лючком, узлом для отбора проб, гильзой для термометра, штуцерами для подачи питательной среды и спуска промывных вод, для манометра, подводом и отводом воздуха, лючком для мойки и осмотра аппарата и линией спуска готового посевного материала. Корпус аппарата имеет рубашку для охлаждения. Каждый аппарат снабжен индивидуальным воздушным фильтром.

Для строгого соблюдения стерильных условий необходимо, чтобы на всех трубопроводах была установлена хорошо притертая арматура. Вентили целесообразно использовать бессальниковые с мембраной из термостойкой резины или пластмассы (фторопласт-4, полипропилен). Арматура в работе должна быть под паровой защитой.

Подготовка посевного аппарата к приему питательной среды производится следующим образом. Через открытую крышку люка ополаскивают внутреннюю поверхность аппарата из шланга водой. Затем осматривают аппарат, прокладки и проверяют работу барботера или форсунки. Для этого в аппарат набирают воду до покрытия форсунки или барботера и подают в них воздух.

Аппарат после осмотра проверяют на герметичность воздухом под давлением 0,07 МПа. С помощью мыльной пены, нанесенной на места соединения (крышка, фланцы, смотровые стекла, сальники, вентили и т. д.), паровые и материальные вентили проверяют на герметичность паром. Если обнаружены пропуски воздуха или пара, а также снижение давления в аппарате, устраняют обнаруженные дефекты и снова проверяют аппарат на герметичность.

Рис. 1. Аппаратурно-технологическая схема производства Глуксаваморина ГХ-466:



Давление в аппарате должно выдерживаться без изменения в течение 30 мин.

Длительность обработки посевного аппарата и проверки его на герметичность составляет 1,5—2,5 ч.

После проверки на герметичность аппарат стерилизуют вместе с коммуникациями и индивидуальным фильтром острым паром. Пар подается через фильтр, барботер или форсунку, посевную и спускную линии. Началом стерилизации считается время достижения температуры 126—132°С, стерилизация проводится в течение 1 ч при давлении 0,18—0,20 МПа.

Во время стерилизации аппарата острым паром стерилизуются пробоотборник, барботер или форсунка, питательная спускная и выхлопная линии. Избыточное давление в аппарате во время стерилизации сбрасывается через выхлопную линию, конденсат сливается.

По окончании стерилизации подача пара на фильтр прекращается. Фильтр отдувается стерильным горячим воздухом.

Перед поступлением питательной среды в аппарат открывают пар на аэрирующее устройство и включают насос подачи питательной среды. В качестве питательной среды используется кукурузное сусло, разбавленное в смесителе 17 водой до содержания сухих веществ 6% по сахарометру. Для разбавления в смеситель набирают воду и при постоянной работе мешалки из осахаривателя 18 вносят сусло. Соотношение сусла и воды должно быть равным 1:2. После тщательного перемешивания питательную среду нагревают в контактной головке 16 до 85°С путем многократного перекачивания насосом. Подогретую среду перекачивают в подготовленный посевной аппарат. Для предотвращения пенообразования в среду перед подогревом добавляют подсолнечное масло из расчета 0,10—0,15%.

В посевном аппарате 10 среда сначала подогревается до 100°С острым паром через форсунку, линию передавливания и нижний спускной штуцер при открытой выхлопной воздушной линии. Затем вентиль на выхлопной линии закрывается и температура среды поднимается до 121—123°С (давление 0,10—0,15 МПа). При этой температуре среда выдерживается в течение 60 мин. По окончании стерилизации прекращается подача пара.

Постепенно, во избежание вскипания среды, открывается вентиль на выхлопной линии, давление в аппарате медленно снижается до 0,03—0,05 МПа. Затем в аппарат постепенно подается стерильный воздух для поддержания в нем избыточного давления 0,02—0,03 МПа, а в рубашку аппарата поступает холодная вода.

После охлаждения массы до 27°С производится засев среды посевной культурой, полученной на второй стадии, в количестве 0,5—1,0%. Засев ведется через посевной лючок с соблюдением условий стерильности при минимальном движении окружающего воздуха.

Перед засевом прекращается подача воздуха в аппарат и одновременно закрывается вентиль на выхлопной линии. Вокруг посевного лючка зажигается факел из ватных тампонов, смоченных спиртом, лючок открывается и через зону огня вносится посевная культура из колб. После этого лючок быстро закрывается, включается подача воздуха и проткрывается вентиль на выхлопной линии. В аппарате устанавливается избыточное давление 0,02—0,03 МПа.

Интенсивность аэрации среды контролируется через смотровое стекло с учетом показаний расходомера.

Показатели питательной среды должны быть в пределах:

pH	5,2—5,7
Концентрация сухих веществ, %	5,5—6,0
Температура, °С	27—28

Процесс выращивания посевного материала должен проходить при следующих условиях:

Температура внутри аппарата, °С	27
Давление в аппарате в процессе роста, МПа	0,02—0,03
Расход воздуха на аэрирование 1 м ³ питательной среды, м ³ /ч	16
Способ перемешивания	Двухъярусной турбинной мешалкой, $\omega = 350 \text{ мин}^{-1}$
Температура воздуха на входе в аппарат, °С	35—40
Продолжительность выращивания, ч	24

Спускная линия, пробоотборный узел и нижний спускной вентиль в течение всего периода ферментации должны находиться под паром. Температура в процессе ферментации поддерживается автоматически путем подачи холодной и теплой воды в рубашку.

В готовой посевной культуре не должно быть посторонней микрофлоры; мицелий должен представлять собой длинные ветвистые гифы с однородной протоплазмой, биомасса — средней густоты и равномерно распределенная в объеме пробы.

Производственный цикл посевного аппарата складывается из следующих операций (в ч):

Мойка и осмотр аппарата	1,0—1,5
Проверка на герметичность	0,5—1,0
Проверка давления и стерилизация аппарата	2,5
Загрузка средой	0,5
Подъем давления и стерилизация питательной среды	1,5
Охлаждение и засев питательной среды	2,0—3,0
Выращивание посевной культуры	18—24
Передача посевной культуры в ферментатор	0,5
Общая продолжительность цикла	25—34

Через 12 ч от начала выращивания и перед посевом в ферментатор с соблюдением условий стерильности отбираются пробы из инокулятора для определения pH, концентрации сухих веществ, загрязненности посторонней микрофлорой. При обнаружении посторонней микрофлоры культуру из аппарата сливают и посевную культуру готовят заново. Перед сливом инфицированную культуру стерилизуют в течение 2 ч паром при температуре 126—132°С и давлении 0,18—0,2 МПа и подают на биологическую очистку.

Допускается хранение посевной культуры в течение нескольких часов в инокуляторе в охлажденном виде (12—15°С). При этом в рубашку инокулятора подается вода, аэрация сохраняется посто-

яно. Количество выделяемого биологического тепла в процессе роста культуры составляет 5000—6300 кДж/ч на 1 м³.

Производственное выращивание культуры. Процесс выращивания глубинной культуры *Asp. awamoti-466* в производстве осуществляется в ферментаторе из нержавеющей стали в стерильных условиях при постоянном перемешивании и аэрировании среды. Технологический цикл состоит из следующих операций: подготовка ферментатора к приему питательной среды, приготовление питательной среды, стерилизация питательной среды, охлаждение и засев питательной среды в ферментаторе, ферментация.

Ферментатор, в котором выращивается глубинная культура, снабжен рубашкой для обогрева и охлаждения, аэрирующим устройством, подводами для пара, посевной и спускной линиями, гильзой для манометра и термометра, узлом отбора проб, пеногасительным бачком и индивидуальным воздушным фильтром.

Подготовка ферментатора к приему питательной среды производится следующим образом. После освобождения от культуральной жидкости ферментатор моют водой из шланга, осматривают снаружи и внутри. Затем аппарат вместе с прилегающими к нему коммуникациями проверяют на герметичность воздухом при давлении 0,07 МПа с помощью мыльной пены.

При полной герметизации аппарата и прилегающих коммуникаций приступают к их одновременной стерилизации. Для стерилизации ферментатора острый пар подают на аэратор, линию подачи питательной среды, спускную линию и линию передавливания посевного материала. Нагрев аппарат, закрывают вентиль на выхлопной воздушной линии и поднимают давление. Стерилизацию ведут при температуре 120—125°С, давлении 0,2 МПа в течение 1 ч. Избыточное давление сбрасывается через выхлопной вентиль.

По окончании стерилизации отключают от ферментатора 13 пеногасительный бачок и индивидуальный воздушный фильтр и охлаждают аппарат до 50—55°С. Поддерживая давление в аппарате 0,02—0,03 МПа, сливают образовавшийся конденсат и приступают к приему стерильной и охлажденной до 27°С питательной среды.

Питательную среду готовят, используя кукурузное сусло с концентрацией сухих веществ 18—20%, которое получают по следующей схеме: кукурузную муку через порционные автоматические весы загружают в смеситель 17, в который одновременно и при постоянной работе мешалки поступает вода с температурой не более 45°С. Соотношение муки и воды 1 : (2,5—3,0).

Полученную массу насосом перекачивают в варочный аппарат, работающий под давлением. Массу в аппарате нагревают острым паром, который вводят снизу. Разваривание производится при температуре 148—154°С и давлении 0,36—0,44 МПа 15—20 мин.

Разваривать муку можно как в аппаратах периодического действия, так и по непрерывному способу в варочном аппарате трубчатого типа, к которому подведен пар давлением не менее 0,5 МПа.

Разваренная масса поступает в осахариватель 18, оборудованный змеевиком для охлаждения. Перед выдуванием массы в осахариватель набирают воду в количестве 5% к объему массы.

Разваренную массу охлаждают до 63°С, затем осахаривают солодовым молоком, которое получают смешиванием в солодовых чанках измельченного на солододробилке солода и воды. Соотноше-

ние солода и воды 1 : (6—8). Продолжительность осахаривания при температуре 58—60°С составляет 30 мин.

Полученное сусло с концентрацией сухих веществ 18—20% и рН 5,3—5,6 насосом подается на контактную головку 16, прокачивается через нее, прогреваясь острым паром до 85°С, и подается в стерилизатор 15.

Стерилизация питательной среды осуществляется на установке, включающей контактную головку, трубчатый выдерживатель и теплообменник 14. Перед стерилизацией среды систему проверяют на герметичность паром под давлением 0,20—0,25 МПа. При обнаружении пропусков пара снижают давление до нуля, устраняют дефекты и вновь проверяют систему на герметичность. При полной герметизации систему стерилизуют острым паром в течение 30—40 мин при давлении 0,2—0,25 МПа. По окончании стерилизации системы приступают к стерилизации среды. Питательная среда температурой 75—80°С плунжерным насосом подается через контактную головку, где нагревается до температуры 120—125°С, в трубчатый выдерживатель-стерилизатор 15, где выдерживается 30—40 мин, затем охлаждается в теплообменнике 14 до 35°С и поступает в ферментатор. При работе теплообменника обводная линия, вентили подачи воды и спуска среды должны быть под паровой защитой. При отсутствии теплообменника питательная среда непосредственно из выдерживателя поступает в ферментатор. В процессе его заполнения в аппарате поддерживают давление 0,10—0,12 МПа. Острый пар в это время подается только через систему аэрации. Охлаждается среда непосредственно в ферментаторе.

После заполнения ферментатора всю систему освобождают от среды, прокачивают водой для удаления взвешенных частиц питательной среды и стерилизуют острым паром в течение 30—40 мин при давлении 0,20—0,25 МПа. Освобождение и прокачка системы осуществляются на смеситель. Расход воды при этом должен составлять 2—3 объема системы.

Засев среды в ферментаторе осуществляется по линии передавливания, предварительно простерилизованной от посевного аппарата до ферментатора острым паром в течение 1 ч. Перед засевом из ферментатора отбирают пробы среды через пробоотборник на микробиологический высев (на МПБ и МПА) и биохимический анализ.

Для засева закрывают вентиль на выходной воздушной линии у посевного аппарата и поднимают давление до 0,06—0,08 МПа, а в ферментаторе оставляют давление 0,02—0,03 МПа. После этого открывают вентиль на линии передавливания у посевного аппарата и ферментатора и за счет разности давления посевную культуру передавливают в ферментатор. Закрывают вентиль на линии передавливания, включают мешалку и начинают процесс выращивания культуры в ферментаторе. По окончании засева линию передавливания пропаривают. Количество посевного материала составляет 3% к объему питательной среды в ферментаторе.

Процесс ферментации протекает при следующих условиях:

Температура среды в ферментаторе, °С	35
Способ перемешивания	Двухъярусной турбинной мешалкой

Частота вращения мешалки, мин ⁻¹	150—170
Количество подаваемого воздуха, м ³ на 1 м ³ среды в час	Не менее 30—60
Давление под крышкой ферментатора в процессе роста, МПа	0,02—0,03
Температура воздуха на входе в ферментатор, °С	35—40

Пробоотборники и нижняя сливная линия с момента загрузки среды и в процессе ферментации находятся под паром. Продолжительность ферментации 120—160 ч (до окончания накопления глюкоамилазы).

Для микробиологического и биохимического контроля развития культуры с соблюдением всех условий стерильности отбираются пробы из ферментатора через 72 ч после посева, а затем через каждые сутки роста. В пробах определяются глюкоамилазная активность, рН, концентрация сухих веществ, состояние культуры и отсутствие посторонней микрофлоры при микроскопировании.

В готовой культуре перед сдачей в спиртовое производство для осахаривания определяется содержание общих и растворимых углеводов.

Готовая культура должна удовлетворять следующим требованиям:

Активность глюкоамилазы, ед./мл	Не менее 200
Концентрация сухих веществ в фильтрате культуры, %	8—10
рН	3,0—3,5
Наличие посторонней микрофлоры	Отсутствует

Примечание. В случае развития инфекции ферментатор стерилизуется в течение 2 ч при 126—132°С и давлении 0,18—0,20 МПа, а культура подается на биологическую очистку.

Готовая культура *Asp. awamori*-466 насосом подается в предварительно стерилизованные сборники, снабженные системой охлаждения (охлаждение культуры идет до 8—12°С), расположенные в спиртовом производстве.

Ниже приведен производственный цикл ферментатора (в ч):

Мойка и осмотр	1,5
Проверка на герметичность	1,0
Подъем давления	0,5
Стерилизация	1,0
Заполнение питательной средой	4,0
Охлаждение среды	4,0*
Ферментация	120—168
Передача культуры в расходные емкости для осахаривания крахмала или на фильтрацию	1,0**
Общая продолжительность цикла	129—177

* Для ферментаторов вместимостью 30 м³. При отсутствии теплообменника производственный цикл ферментатора увеличивается на 4 ч.

** Зависит от вместимости сборников и производительности насосов.

Для обеспечения стерильных условий при культивировании необходимо кроме надежной стерилизации среды и аппаратуры строго следить за стерильностью подаваемого на аэрацию воздуха.

Отделение от воздуха механических примесей и микроорганизмов осуществляется через систему тройной очистки. Для очистки воздуха от механических примесей перед компрессором устанавливаются висциновый фильтр 1. Для подачи воздуха применяются компрессоры 2.

Отделение влаги и масла от воздуха после компрессора производится во влагоотделителе 5.

В теплообменнике 4 воздух подогревается до температуры 60—80°С в зависимости от температуры наружного воздуха и температуры в помещении. Очистка воздуха после теплообменника от посторонней микрофлоры происходит в общем (головном) фильтре 6, заполненном базальтовым волокном. После головного фильтра воздух подается в коллектор, а затем дополнительно очищается на индивидуальных фильтрах 9 и 12 с базальтовым волокном, установленных соответственно перед каждым инокулятором и ферментатором.

Для бесперебойного снабжения установки стерильным воздухом необходимо наличие двух головных фильтров. Перебивку головной фильтра проводят 1—2 раза в год. После перебивки головной фильтр стерилизуют острым паром при 130—150°С в течение 4—6 ч, затем отдувают горячим воздухом с температурой 110—114°С до полного удаления влаги. Индивидуальные фильтры перезаряжают через 3—4 ферментации. В случае переброса среды в фильтр или нестерильности ферментации производят его внеочередная перебивка.

Индивидуальные фильтры стерилизуют вместе с посевным аппаратом и ферментатором острым паром в течение 2 ч при давлении 0,18—0,20 МПа. Для удаления влаги из фильтров их продувают горячим воздухом.

Контроль за перебросами питательной среды в фильтры ведется постоянно, для этого вентили отбора проб воздуха на фильтрах должны периодически открываться.

Необходимо систематически вести контроль за стерильностью поступающего на аэрацию воздуха. Способ проверки воздуха заключается в следующем. Колбу вместимостью 0,5—1,0 л со стерильным мясо-пептонным бульоном (100—150 мл) стерильно присоединяют к специальному пробному крану воздуховода и начинают отбор воздуха с продуванием его через мясо-пептонный бульон. Воздух продувают 10—12 ч, при этом бульон не должен сильно пениться. По истечении этого времени плотно зажимают шланги выхода и входа воздуха, закрывают пробный кран воздуховода, отсоединяют колбу и выдерживают ее в термостате при 37±0,5°С в течение 48 ч.

При наличии даже небольшого помутнения отмечают нестерильность воздуха.

В процессе производства глубинной культуры по различным причинам могут произойти нарушения технологического процесса. Возможные способы устранения неполадок указаны в табл. 30.

В табл. 31 представлены нормативные величины затрат времени на проведение операций при производстве препарата Глюкаваморин Гх-466.

ВОЗМОЖНЫЕ НЕПОЛАДКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Стадия производства	Описание неполадок	Причина	Способ устранения
Приготовление посевного материала	Инфицирование посевного материала	Нестерильность среды	Проверить работу автоклава
		Несоблюдение условий стерильности посева	Соблюдать необходимый режим стерилизации Содержать бокс в состоянии, необходимом для стерильной работы. Стерилизовать колбы и пробы Использовать новый посевной материал в исходной пробирке (устанавливается путем рассева на МПА)
Приготовление питательной среды	Нестерильность питательной среды	Нарушение температурного режима	Проверить температуру стерилизации
		Первые порции среды имели температуру ниже заданной Время пребывания среды в выдерживателе меньше регламентированного Нестерильность трубопровода	Строго соблюдать температурный режим Уменьшить скорость подачи среды в стерилизатор, изменив производительность насоса Тщательно стерилизовать трубопроводы перед подачей среды. При опорожнении жидкость должна стекать без задержек
Культивирование в инокуляторе и ферментаторе	pH ниже регламентированного	Температура и время стерилизации выше регламентированных значений	Уменьшить подачу пара, увеличить производительность насоса, отрегулировать в целом работу системы стерилизации Прекратить стерилизацию, охладить аппарат до 50°С, сменить прокладку вентиля, фильтр вскрыть, осмотреть элементы Увеличить подачу холодной или горячей воды в рубашку
	Переброс среды при стерилизации в индвудуальный фильтр	Недостаточный подвод холодной или горячей воды в рубашку	Отремонтировать или заменить вентили Добавить пеногаситель, снизить частоту вращения мешалки, временно уменьшить аэрирование Усилить контроль за подтоковой и стерилизационной аппаратурой Усилить контроль за работой стерилизационной установки, за вентиляцией
Культивирование в инокуляторе и ферментаторе	Внезапное повышение или понижение температуры, что вызывает снижение активности	Неплотность запорной арматуры на паровой линии Недостаток пеногасителя	Систематически осматривать аппараты и своевременно ремонтировать их. Особое внимание обратить на плотность закрытия кранов, пробоборников, герметичность, люков, фланцевых соединений, вентиля и другой арматуры
	Сильное вспенивание культуральной жидкости и выброс ее в атмосферу	Плохо проверен и стерилизован аппарат Плохо стерилизована среда	Пропуск сальников, негерметичность аппарата

Стадия производства	Описание неполадок	Причина	Способ устранения
		Нестерилизован воздух, подаваемый на аэрацию Внезапная остановка воздухоподогревателя и засос воздуха из атмосферы	Перебить фильтры и стерилизовать их Закрывать вентили на выходе воздуха, а затем и на входе. Не допускать перебоев в подаче воздуха в аппараты
		Несоблюдение стерильности при внесении пеногасителя	Тщательно стерилизовать пеногаситель, точно соблюдая регламент, не допускать инфицирования пеногасителя при подаче его в аппарат; тщательно проверить герметичность пеногасительного бака и плотность закрытия сливных кранов
		Неправильный отбор проб и посев без соблюдения условий стерильности	Обеспечить соблюдение условий стерильности лицами, допущенными к отбору проб и посеву. Обеспечить неподвижность воздуха при засевах
	Падение давления на воздушной магистрали	Отключение электроэнергии	Закрывать вентили на выходных линиях у аппаратов, стоящих на режиме
	Остановка мешалки	Остановка компрессора	Закрывать вентили на линии входа воздуха в цех
		Отключение электроэнергии из-за неисправности оборудования	Проверить работу пускателя

Таблица 31

Операция	Аппарат	Процесс	Время		всего на операцию
			регламентируемое	нормируемое	
Получение посевного материала в пробирках	Автоклав	Приготовление питательной среды для пробирок	—	60 мин	60 мин
		Стерилизация	30 мин	60 мин	90 мин
	Термостат	Скашивание и охлаждение среды	—	2 ч	2 ч
		Проверка на стерильность	2 сут	—	2 сут
	Бокс	Посев культуры	—	60 мин	60 мин
	Термостат	Выращивание культуры	12 сут	—	12 сут
	Холодильник	Хранение	До 1 года под назелиновым маслом	—	До 1 года
Получение жидкого посевного материала в колбах (первая стадия)	Автоклав	Приготовление питательной среды	—	30 мин	30 мин
		Стерилизация	60 мин	60 мин	120 мин
	Бокс-качалка	Охлаждение	—	45 мин	45 мин
		Засев среды и установка колб	—	45 мин	45 мин

Операция	Аппарат	Процесс	Время		
			регламентируемое	нормируемое	всего на операцию
Получение жидкой посевной культуры в колбах (вторая стадия)		Выращивание культуры	36—48 ч	—	36—48 ч
		Приготовление питательной среды	—	20 мин	20 мин
		Стерилизация среды	60 мин	60 мин	120 мин
		Охлаждение	—	45 мин	45 мин
		Засев среды и установка колб	—	45 мин	45 мин
Выращивание посевной культуры в инокуляторе (третья стадия)	Инокулятор	Выращивание культуры	24—48 ч	—	24—48 ч
		Мойка и осмотр аппарата	—	60—90 мин	60—90 мин
		Проверка на герметичность	90—150 мин	30—60 мин	120—210 мин
		Стерилизация аппарата	120 мин	30 мин	150 мин
		Приготовление питательной среды	—	30 мин	30 мин
	Инокулятор	Загрузка средой	—	30—60 мин	30—60 мин

Операция	Аппарат	Процесс	Время		
			регламентируемое	нормируемое	всего на операцию
Разваривание	Аппарат для разваривания	Стерилизация среды	30 мин	30 мин	60 мин
		Охлаждение среды и засев культурой	—	2—3 ч	2—3 ч
		Выращивание посевной культуры	18—24 ч	—	18—24 ч
		Проверка на герметичность	—	—	30 мин
		Получение разваренной массы	—	30—40 мин	30—40 мин
Осахаривание Ферментация	Осахариватель Ферментатор	Осахаривание	30 мин	15 мин	45 мин
		Подготовка и проверка на герметичность	—	2,5 ч	2,5 ч
		Стерилизация	1 ч	0,5 ч	1,5 ч
		Посев культуры	—	30 мин	30 мин
		Ферментация	120—168 ч	—	120—168 ч
		Освобождение ферментатора	—	30—60 мин	30—60 мин

Технологический процесс производства Амиломезентерина Гх-467

Для получения препарата Амиломезентерин Гх-467 применяется также глубинный способ выращивания продуцента *Vac. mesentericus* ПБ-467 на жидкой питательной среде с интенсивной аэрацией.

Процесс получения культуры включает приготовление посевного материала и выращивание производственной культуры *Vac. mesentericus* ПБ-467.

Приготовление посевного материала. Ампулы с хранящейся в песке культурой *Vac. mesentericus* ПБ-467 поступают на завод из ВНИИПрБ. На каждой ампуле должна быть этикетка с названием культуры, датой начала хранения и подписью микробиолога.

Для оживления культуры используют мясо-пептонный бульон (МПБ), который разливают в конические колбы объемом 750—1000 мл в количестве 75—100 мл. Колбы закрывают ватными пробками и стерилизуют при температуре 120°С в течение 30 мин, затем выдерживают в термостате при температуре 37±0,5°С в течение суток.

В приготовленный таким образом МПБ в стерильном боксе переносят стерильно содержимое ампулы с культурой. Выращивание осуществляется в термостате при температуре 40±0,5°С в течение 40—48 ч. На поверхности бульона образуется белая складчатая пленка. Бульон должен оставаться прозрачным, однако возможно слабое хлопьевидное помутнение.

Оживленная на МПБ культура может храниться при 4—6°С в течение 10 дней, при 20°С — не более 3 сут.

Для проверки культуры на чистоту используют мясо-пептонный агар (МПА). Стерильный МПА разливают в стерильные чашки Петри и помещают их на сутки в термостат при температуре 37±0,5°С. Убедившись в стерильности МПА в чашках, его используют для работы.

Оживленную культуру петлей стерильно переносят в пробирку со стерильной дистиллированной водой, энергично встряхивают 5—10 мин и отбирают стерильной пипеткой 0,2—0,3 мл в чашку Петри, размазывая среду стерильным шпателем по поверхности МПА.

Чашки со средой выдерживают в термостате при температуре 40±0,5°С в течение 24—40 ч. На поверхности МПА должны вырасти только колонии микроорганизмов, характерные для *Vac. mesentericus*. Присутствие другой микрофлоры свидетельствует о нестерильности посуды или оживленной культуры. Такую культуру нельзя использовать для производства. Колбы следует простерилизовать при температуре 127°С в течение 2 ч.

Посевной материал выращивают поверхностным способом на жидких питательных средах. Посевным материалом для ферментации может служить оживленная на МПБ культура, которая прошла проверку на чистоту.

Для получения посевного материала используется солодовое сусло с концентрацией СВ 8—12% и рН 7,3 (доводится 33%-ным раствором NaOH). Солодовое сусло разливают в конические колбы объемом 750—1000 мл в количестве 75—100 мл, колбы закрывают ватными пробками и стерилизуют в автоклаве при температуре

110°С, давлении 0,15 МПа в течение 30 мин. Затем колбы помещают на сутки в термостат при температуре 37±0,5°С. Выдержанное стерильное сусло должно быть прозрачным и не иметь на поверхности пленки микроорганизмов.

Засев питательной среды культурой *Vac. mesentericus* осуществляется следующим образом. В стерильном боксе оживленную культуру петлей стерильно переносят на поверхность питательной среды (для засева достаточно 1—2 петлей). Колбы с засеваемой средой не рекомендуется взбалтывать. Посевной материал выращивается в термостате при температуре 40±0,5°С в течение 24 или 40 ч. Культура на солодовом сусле вырастает в виде белой складчатой бархатистой пленки.

Микробиологический контроль посевного материала заключается в проверке его на чистоту и на отсутствие бактериофага. Проверка посевного материала на чистоту проводится тем же способом, что и проверка оживленной культуры. Результаты проверки должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к оживленной культуре.

Проверка на отсутствие бактериофага производится следующим образом. Посевной материал петлей (1 раз) стерильно переносят в пробирку со стерильной дистиллированной водой. Пробирку энергично встряхивают в течение 5—10 мин, после чего из нее отбирают 0,2—0,3 мл среды и переносят в чашку Петри с чистой культурой *Vac. mesentericus* на МПА. Испытуемый посевной материал шпателем тщательно размазывают по всей поверхности. Инкубацию культуры осуществляют в термостате при температуре 40±0,5°С в течение 24 ч. После инкубации на чашках Петри с чистой культурой не должны выявляться фагоцитозные пятна, которые указывают на лизис бактерий бактериофагом.

Посевной материал, проверенный на чистоту и отсутствие бактериофага, используется для засева питательной среды в производственном ферментаторе. До засева посевной материал желательно не взбалтывать и хранить при температуре 4—6°С.

Выращивание производственной культуры. Технологический цикл состоит из следующих операций: подготовка ферментатора, приготовление и стерилизация питательной среды, стерилизация пеногасителя, стерилизация воздуха, засев питательной среды в ферментаторе, ферментация.

Подготовка ферментатора осуществляется так же, как и при производстве Глюкаваморина Гх-466.

Выращивание культуры *Vac. mesentericus* ПБ-467 в производственных ферментаторах проводится на питательной среде следующего состава (в %):

Кукурузная мука	6,0
Кукурузный экстракт	1,0
Дигидроортофосфат калия (диаммонийфосфат)	0,9
Мел	0,2
Подсолнечное масло (пеногаситель)	0,05
Вода	91,85

Питательная среда готовится в смесителях с мешалками (см. рис. 1). В первом смесителе соли и водорастворимые

компоненты смешиваются с водой. После размешивания смесь насосом перекачивается во второй смеситель, в который задается мука. После заваривания муки рН среды доводят раствором NaOH до 7,3 и добавляют пеногаситель. До подачи на стерилизацию питательная среда нагревается острым паром до 75—80° С.

Стерилизация питательной среды осуществляется на обычной установке непрерывной стерилизации, состоящей из контактной головки, трубчатого выдерживателя и теплообменника для охлаждения среды. Нагретая питательная среда центробежным насосом подается в греющую колонку, где она подогревается острым паром (давление 0,4—0,5 МПа) до 132—136° С, и затем в выдерживатель, где выдерживается при этой температуре в течение 25—30 мин. Из выдерживателя среда поступает в теплообменник, где охлаждается до 40—42° С. Для предотвращения прококов нестерилизованной среды в теплообменник первые ее порции возвращаются через байпас в смеситель.

Из теплообменника питательная среда непрерывно отводится в предварительно подготовленный ферментатор. Во время приема среды в ферментаторе поддерживается давление 0,02—0,03 МПа. В случае сильного вспенивания во время загрузки или перед посевом среды в ферментатор подается стерильный пеногаситель. Объем среды должен составлять 60—65% от объема ферментатора. Если он меньше, то недостающий объем заменяют водой, которую подают в ферментатор через систему стерилизации.

Подготовка воздуха производится по той же схеме, что и при производстве Глюкаваморина Гх-466.

Питательная среда засеивается в ферментатор через штуцер со строгим соблюдением стерильности при минимальном движении воздуха в цехе. После загрузки ферментатора через пробоотборник стерильно отбирают пробу среды на проверку ее стерильности, а затем давление в ферментаторе снижают до нуля, прекращают подачу воздуха и одновременно закрывают вентиль на выхлопной линии. Вокруг штуцера, через который осуществляется посев, зажигают факел, открывают штуцер и через зону огня вносят посевную культуру из колбы. После этого штуцер быстро закрывают, включают подачу воздуха и приоткрывают вентиль на выхлопной линии. В ферментаторе устанавливается избыточное давление 0,015—0,020 МПа.

Для засева питательной среды в ферментаторе необходимо иметь 3—4 колбы с посевным материалом. Перед самым посевом содержимое колб стерильно (в боксе) сливают в одну.

Процесс ферментации протекает при температуре 40—42° С, которая поддерживается автоматически путем подачи теплой воды в рубашку аппарата. Аэрация среды стерильным воздухом и ее перемешивание мешалкой (частота вращения 200—220 мин⁻¹) производятся непрерывно с момента окончания посева и до конца процесса ферментации. Расход воздуха составляет 30—40 м³/ч на 1 м³ среды.

Пробоотборник и нижняя сливная коммуникация должны находиться под паром, при вспенивании среды в процессе ферментации добавляется стерильный пеногаситель.

Общая продолжительность ферментации составляет 36—40 ч. В процессе ферментации ведется строгий микробиологический и биохимический контроль за культурой. Для этого при соблюдении

всех условий стерильности через каждые 6 ч отбирают пробы из ферментатора. В первых двух пробах после засева определяют чистоту процесса ферментации и рН среды, который должен составлять 6,5—7,0.

После 12 ч роста культура под микроскопом представляет собой отдельные или соединенные в цепочки по 2—3 короткие палочки. Через 18 ч роста, когда в среде уже нет крахмала, начинают контролировать биосинтез α-амилазы. К 24 ч роста культура представляет собой отдельные палочки размером 4—5 мкм в длину и 1 мкм в ширину, активность α-амилазы в этот период должна составлять 15—20 ед./мл. К 30—36 ч роста это уже палочки со спорами, встречаются мертвые клетки, более прозрачные и бледные при контрастирующей фазе, АС = 30÷35 ед./мл.

Готовая к сдаче в производство культура должна иметь следующие показатели: рН 7,0±0,5, АС=40 ед./мл. Обязательным условием является отсутствие посторонней микрофлоры.

В случае инфицирования растущей культуры выращивание следует остановить и содержимое ферментатора стерилизовать при 0,2 МПа в течение 2 ч. Инфицированная культура подается на биологическую очистку.

Количество инфицированных ферментаций не должно превышать 5% от всего количества ферментаций.

Производство глубинных культур других микроорганизмов

Кроме препаратов Глюкаваморин Гх-466 и Амилomezентерин Гх-467 в спиртовом производстве можно применять препараты и других культур микроорганизмов—продуцентов амилотических ферментов, например Амилодиастатин Гх (продуцент *Bac. diastaticus*), Глюкобататин Гх (продуцент *Asp. batatae*), Глюкоэндомикопин Гх (продуцент *End. bispora*), Амилоризин Гх (продуцент *Asp. oryzae*) и др.

Принципиальная технологическая схема производства этих препаратов аналогична представленной на рис. 1. Отличия определяются только биологическими особенностями микроорганизмов. Они касаются методов ведения посевного материала и состава питательных сред для лабораторных условий, количества посевного материала, состава питательной среды и режима его выращивания в производственных условиях (рН, температура, продолжительность, количество воздуха, частота вращения мешалки).

Все эти условия регламентированы. Регламенты на производство указанных культур разработаны ВНИИПРБ.

Ниже приводятся составы питательных сред и режимы выращивания глубинным способом в производственных ферментаторах наиболее часто встречающихся на производстве культур *End. bispora*, *Asp. batatae-61* и *Bac. diastaticus*.

Производственная питательная среда для культивирования *End. bispora* имеет следующий состав (в %):

Кукурузная мука	2,5
Соевая мука	1,5
Кукурузный экстракт	1,5

Дигидроортофосфат калия (диаммонийфосфат)	0,5
Подсолнечное масло или китовый жир (пеногаситель)	0,05
Вода	93,95

Режим выращивания следующий: температура среды 26—28° С, продолжительность 72—84 ч, частота вращения мешалки 200—220 мин⁻¹, расход стерильного воздуха 20—30 м³/ч на 1 м³ среды.

При выращивании культуры гриба *Asp. batatae*-61 питательная среда имеет следующий состав (в %):

Грубый фильтрат барды	97,3
Мука	1,5
Кукурузный экстракт	0,5
Нитрат аммония	0,5
Карбонат магния	0,2

Обогащенная питательная среда содержит следующие компоненты (в % по массе):

Грубый фильтрат барды	94,1
Кукурузная мука	4,0
Нитрат аммония	1,0
Кукурузный экстракт	0,5
Карбонат кальция	0,2
Карбонат магния	0,2

Режим выращивания следующий: температура среды 30—32° С, продолжительность 60 ч, расход воздуха на аэрацию при использовании лучевых аэраторов 15—20 м³/ч на 1 м³ среды.

При выращивании термофильной бактериальной культуры *Vac. diastolicus* питательная среда имеет следующий состав (в % по массе):

Кукурузный крахмал	0,3
Кукурузная мука	0,6
Карбонат кальция	0,2
Нитрат аммония	0,4
Кукурузный экстракт	0,5
Вода	98,0

Для доведения рН среды до 7,0 в нее добавляют раствор карбоната или гидроксида натрия.

Режим выращивания следующий: температура среды 60—62° С, продолжительность 6—8 ч, расход воздуха при распылении через форсунку 40 м³/ч на 1 м³ среды. Температура подаваемого стерильного воздуха 60—65° С, давление в ферментаторе 0,015—0,020 МПа.

ВЫРАЩИВАНИЕ КУЛЬТУР МИКРООРГАНИЗМОВ — ПРОДУЦЕНТОВ ФЕРМЕНТОВ — ПОВЕРХНОСТНЫМ СПОСОБОМ

Для производства осаживающих препаратов Амилоризин Пх и Глюкаваморин Пх применяют поверхностный способ выращивания продуцентов *Asp. oгуzae* 740-A2 и *Asp. awamori*-673. Для их производства используются чистые культуры специально отобранных штаммов плесневых грибов, которые допущены Министерством здравоохранения СССР к применению.

Процесс производства препаратов Глюкаваморин Пх и Амилоризин Пх состоит из следующих стадий: выращивание маточной культуры, выращивание посевной культуры в растительных камерах, стерилизация питательной среды, раскладка питательной среды, выращивание культуры гриба в растительных камерах, дробление, сушка и упаковка готовых препаратов.

Выращивание маточной культуры. Маточная культура выращивается по схеме: культура гриба в пробирке → маточная культура в малых колбах вместимостью 0,25 л → маточная культура в больших колбах вместимостью 1 л.

Полученные из Харьковского филиала ВНИИПБП чистые культуры микроорганизмов *Asp. oгуzae* 740-A2 и *Asp. awamori*-673 рассеивают на агаризованную среду. Выращивание ведется 3—4 сут при температуре 30° С. К концу процесса активность культур в пробирке должна составлять для *Asp. oгуzae* АС=410÷440, для *Asp. awamori* ГЛ=100 ед./г.

Для приготовления агаризованной среды 10%-ная вытяжка из отрубей выдерживается в течение 1 ч на кипящей водяной бане, фильтруется через марлю, смешивается в соотношении 1:1 с вытяжкой из солодовых ростков, выдержанной в течение 1 ч при температуре 30° С и отфильтрованной через марлю. В полученной среде расплавляется 2,0—2,5% агара. Отрубно-ростковый агар стерилизуется при давлении 0,1 МПа в течение 30—40 мин.

Культура гриба в пробирке хранится в холодильнике при температуре 6—10° С в течение 1—1,5 мес.

Культура гриба, выращенная в пробирках, служит для засева среды в малых маточных колбах. Среду в больших колбах засевают посевным материалом из малых колб. Расход суспензии составляет не менее 2 мл для малых и 5 мл для больших колб. Состав среды в малых и больших колбах одинаков: при выращивании маточной культуры в колбах в качестве питательной среды используются пшеничные отруби. Влажность засеянной среды в колбах должна составлять 45—50%. Количество среды в малых колбах составляет не менее 10, в больших — не менее 25 г.

Колбы со средой для культуры *Asp. awamori* стерилизуют в течение 1 ч при давлении 0,1 МПа. Режим выращивания гриба для больших и малых колб одинаков.

После засева маточных колб их содержимое тщательно встряхивается для равномерного распределения конидий по всей поверхности среды, и колбы помещаются в термостат с температурой 30° С на 3—4 сут. Маточная культура гриба *Asp. oгуzae* выращивается по тем же схеме и режимам, что и при производстве Глюкаваморина Пх.

Активность культур в малых маточных колбах должна составлять: для *Asp. oguzae* АС = 380÷420, для *Asp. awamori* ГЛА = 100÷160 ед./г; в больших маточных колбах: для *Asp. oguzae* АС = 380÷420, для *Asp. awamori* ГЛА = 100÷160 ед./г.

Готовая маточная культура может храниться до 1 мес при температуре 6—10° С.

Все посева проводятся в боксе в зоне пламени факела. Одновременно проводят контрольные посева остатка суспензии конидий на сусло в пробирке.

Культура допускается для использования в производстве, если в контрольной пробирке после выдержки ее при 37° С в течение 48 ч отсутствуют посторонние микроорганизмы.

Выращивание посевной культуры в растительных камерах. Посевная культура, используемая непосредственно для засева производственных сред, выращивается на кюветах поверхностным способом.

При выращивании культуры гриба *Asp. awamori*-673 влажность отрубей должна составлять 50—60%. Увлажненные отруби раскладывают в боксы и стерилизуют в автоклавах в течение 1,5 ч при давлении 0,15 МПа. После охлаждения до 40—42° С среду засевают суспензией конидий. Для засева используется культура гриба, выращенная в больших маточных колбах.

Засеянная, тщательно перемешанная масса раскладывается на кюветах, которые покрываются стерильной бумагой и крышкой. В растительных камерах посевная культура выращивается в течение 3—4 сут, после чего переносится в специальную камеру для подсушки.

Каждая партия посевной культуры подвергается микробиологическому контролю на отсутствие посторонней микрофлоры. Одновременно ведется биохимический контроль и подсчитывается количество конидий в 1 г посевной культуры.

Готовая посевная культура хранится при температуре ниже 20° С не более 1 мес.

Выращивание производственной культуры. Производственная культура *Asp. awamori*-673 выращивается на пшеничных отрубях. Если отруби мелкие или имеют повышенную крахмалистость, то к ним в качестве наполнителей могут быть добавлены древесные опилки и солодовые ростки. Питательную среду стерилизуют при давлении 0,12 МПа в течение 1 ч, охлаждают до температуры 60° С и насыщают стерильной водой до содержания влаги 50—60%. После увлажнения питательную среду охлаждают до температуры 40° С и в нее вносят ранее приготовленный посевной материал, находящийся в камере для подсушки (з а с е в а ю т).

Засеянная питательная среда поступает по предварительно стерилизованному в автоклаве разгрузочному рукаву на стол раскладки. Для раскладки питательной среды используются вымытые и стерилизованные кюветы.

Стерилизация вымытых кювет осуществляется в шкафах-стерилизаторах при температуре 140° С в течение 4 ч. Пар на стерилизацию равномерно распределяется по всем участкам шкафа.

За 20—15 мин до раскладки питательной среды проводится тщательная дезинфекция раскладочного стола и рук аппаратчика ферментации. Стол тщательно протирают 5%-ным раствором пероксида водорода. Непосредственно перед раскладкой аппаратчика фер-

ментации тщательно моют руки, обрабатывают их раствором йода в спирте и смазывают для защиты кожи силиконовым кремом.

Засеянная питательная среда на раскладочном столе распределяется по кюветам слоем 2—3 см, помещается на тележки, которые загружают в растительные камеры.

Перед загрузкой растительных камер тщательно промывают теплой водой из шланга стены, пол, стеллажи и этажерки, затем все поверхности обрабатывают 1%-ным раствором хлорной извести, после чего камеру прогревают паром в течение 1 ч. Перед загрузкой температура в камере должна быть снижена до 35—40° С.

На первой стадии выращивания культуры в растительных камерах, после загрузки камер тележками с кюветами, происходит набухание спор и прорастание мицелия гриба. Для поддержания оптимальных условий роста гриба подаваемый в камеру воздух проходит через кондиционеры, одновременно для поддержания температуры в камеру подается пар. Температура на первой стадии роста на кюветах составляет 30—35° С (для *Asp. oguzae* 30—37° С), продолжительность роста 12—14 ч.

На второй стадии происходит активный рост гриба и накопление биомассы, этот процесс сопровождается выделением значительного количества тепла. На этом этапе необходимо удалять излишнее тепло при сохранении неизменной влажности питательной среды. Длительность роста на этой стадии составляет 10—12 ч, температура должна находиться в пределах 32—42° С (для *Asp. oguzae* 32—34° С).

Третья стадия выращивания гриба продолжительностью 8—10 ч характеризуется снижением интенсивности обмена в грибной массе, температура в этот период составляет 28—32° С.

Выращенная культура гриба измельчается на молотковых дробилках и подается в барабанную сушилку, где при температуре 50—80° С подсушивается до влажности 10—13%, после чего фасуется в бумажные мешки.

Раздел II

ЭТИЛОВЫЙ СПИРТ И ЕГО ТЕХНОЛОГИЯ

Глава I

ЭТИЛОВЫЙ СПИРТ И ПОБОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ СПИРТОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Этиловый спирт (этанол, винный спирт) является важным техническим продуктом и основным или вспомогательным видом сырья, потребляемым различными производствами. В народном хозяйстве этиловый спирт применяется в пищевой промышленности (для приготовления ликеро-водочных изделий, крепления вин), химической, медицинской, парфюмерной, лакокрасочной, фармацевтической и многих других отраслях промышленности.

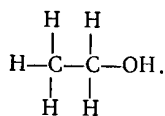
Пищевой этиловый спирт вырабатывается на спиртовых заводах из крахмалистого сырья путем его разваривания, осахаривания и сбраживания спиртовыми расами дрожжей, последующей перегонки бражки и ректификации спирта на брагоперегонных и браго-ректификационных установках.

В процессе ректификации этилового спирта отбираются головная фракция этилового спирта и сивушное масло, являющиеся побочными продуктами спиртового производства.

Химически чистый этиловый спирт имеет нейтральную реакцию. Спирт, вырабатываемый из зерно-картофельного сырья, обладает специфическим запахом, обусловленным присутствием в нем относительно небольшого количества различных примесей: карбоновых кислот, эфиров, альдегидов, компонентов сивушного масла и других соединений. Небольшое количество карбоновых кислот, содержащихся в спирте, обуславливает его слабоокислительную реакцию.

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭТИЛОВОГО СПИРТА

Этиловый спирт является одноатомным предельным спиртом. Его химическая формула C_2H_5OH , CH_3CH_2OH или C_2H_6O . Структурная формула



Молекулярная масса этилового спирта 46,07.

Химические свойства этилового спирта определяются его строением: наличием атома водорода в гидроксильной группе, наличием гидроксильной группы, свойствами радикала CH_3-CH_2 ; они зависят от концентрации спирта в воде, давления, температуры, которые в конечном счете обуславливают свойства спиртовых растворов.

ФИЗИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ ЭТИЛОВОГО СПИРТА

Безводный этиловый спирт характеризуется следующими показателями:

Относительная плотность	
d_4^{20}	0,78927
d_{20}^{20}	0,79067
Температура, °С	
кипения (при 101,08 кПа)	78,4
плавления (замерзания)	-114,6
вспышки	13,0
Удельная теплоемкость при 20° С, кДж/(кг·К)	2,42
Теплота сгорания, кДж/кг	26 645
Теплота испарения при 20° С, кДж/кг	910
Теплота плавления, кДж/моль	4,94
Диэлектрическая постоянная	25,2
Удельное электрическое сопротивление, Ом·м	$7,7 \times 10^8$
Вязкость, мПа·с	
при 0° С	1,73
при 20° С	1,19

Спирт и концентрированные водно-спиртовые растворы легко воспламеняются и горят бледно-голубым, слабосветящимся некопящим пламенем. Температура вспышки паров спирта, находящегося над жидкостью, зависит от давления и практически может изменяться от 9 до 32°С. Температура воспламенения спирта в воздухе +404°С. Температура воспламенения паров этилового спирта зависит от их концентрации в воздушной среде:

Концентрация паров спирта, % мас.	Температура воспламенения, °С
2	515—520
3	505
4	455—500
5	480—495

Теплота испарения этилового спирта зависит от температуры (табл. 32).

Теплоемкость этилового спирта в интервале температур 0—150°С постепенно возрастает:

Температура, °С	Теплоемкость, кДж/(кг·К)	Температура, °С	Теплоемкость, кДж/(кг·К)
0	2,26	90	3,27
20	2,43	100	3,44
30	2,51	110	3,60
40	2,60	120	3,77
50	2,72	130	3,94
60	2,85	140	4,11
70	2,97	150	4,27
80	3,10		

Таблица 32

ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛОТЫ ИСПАРЕНИЯ ЭТИЛОВОГО СПИРТА
ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

Температура, °С	Теплота испарения		Температура, °С	Теплота испарения	
	кДж/моль	кДж/кг		кДж/моль	кДж/кг
0	42 403	921,0	140	32 724	710,6
20	41 942	910,9	160	30 000	651,5
40	41 481	900,8	180	26 271	612,6
60	40 559	880,7	200	22 123	480,6
78,3	39 619	855,6	220	16 592	360,3
80	39 176	850,6	240	7 374	160,0
100	37 333	810,8	243	0	0
120	35 028	760,5			

При охлаждении этилового спирта от 0 до -50°C его теплоемкость снижается:

Температура, °С	Теплоемкость, кДж/(кг·К)
0	2,26
-10	2,22
-20	2,14
-30	2,01
-40	1,89
-50	1,80

При $-114,78^{\circ}\text{C}$ этиловый спирт становится твердым. Теплоемкость твердого этилового спирта (кристаллического, стекловидного) при температуре -130°C составляет 1,575 кДж/(кг·К), при -190°C — 0,972—1,089 кДж/(кг·К).

При нормальном давлении несрадельнокипящая смесь этилового спирта и воды имеет температуру кипения $78,15^{\circ}\text{C}$ и содержит 95,57% мас. спирта. При изменении давления и концентрации этилового спирта в растворе температура его кипения меняется (табл. 33, 34).

Таблица 33

ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ КИПЕНИЯ ВОДНО-СПИРТОВЫХ
РАСТВОРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДАВЛЕНИЯ

Давление, кПа	Температура кипения, °С	Содержание этилового спирта, % мас.
9,3	27,97	100,00
13,3	33,35	99,56
17,3	39,20	98,70
26,4	47,60	97,30
53,7	63,04	96,25
101,1	78,15	95,57
143,0	87,12	95,35
193,0	95,35	95,25

82

Таблица 34

ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ КИПЕНИЯ ВОДНО-СПИРТОВЫХ РАСТВОРОВ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ СПИРТА И ДАВЛЕНИЯ

Содержание спирта, % мас.	Давление, кПа		
	93,1	101,1	106,4
0	97,72	100,00	101,44
10	89,28	91,47	92,86
20	84,89	87,05	88,43
30	82,42	84,58	85,94
40	81,00	83,13	84,49
50	79,78	81,91	83,26
60	78,92	81,04	82,58
70	78,03	80,14	81,47
80	77,22	79,32	80,64
90	76,46	78,54	79,86
95,57	76,16	78,15	79,54
.....
100	76,26	78,37	79,66

Плотность этилового спирта зависит от температуры:

Температура, °С	Плотность, г/см ³	Температура, °С	Плотность, г/см ³
0	0,80625	22	0,78775
1	0,80541	23	0,78691
2	0,80457	24	0,78606
3	0,80374	25	0,78522
4	0,80290	26	0,78437
5	0,80207	27	0,78352
6	0,80123	28	0,78267
7	0,80039	29	0,78182
8	0,79956	30	0,78096
9	0,79872	31	0,78012
10	0,79788	32	0,77927
11	0,79704	33	0,77842
12	0,79620	34	0,77756
13	0,79535	35	0,77671
14	0,79451	36	0,77585
15	0,79367	37	0,77500
16	0,79283	38	0,77418
17	0,79198	39	0,77329
18	0,79114
19	0,79029	80	0,7349
20	0,78945	100	0,7157
21	0,78860	150	0,6489

Объем этилового спирта при температуре $t^{\circ}\text{C}$ (в интервале от -100 до 50°C) находится по формуле $V_t = V_0(1 + \alpha t)$, где V_t — объем этилового спирта при температуре $t^{\circ}\text{C}$; V_0 — объем этилового спирта при $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$; α — коэффициент объемного расширения этилового спирта, $^{\circ}\text{C}^{-1}$.

6*

83

Этиловый спирт очень гигроскопичен, интенсивно поглощает воду из воздуха, растительных и животных тканей. Он смешивается в любых соотношениях с водой, эфиром, глицерином, бензином и другими органическими растворителями.

Относительная плотность водно-спиртовых растворов как в массовом, так и в объемном выражении зависит от содержания спирта в растворе:

Содержание спирта, % мас.	d_4^{20}	Содержание спирта, % мас.	d_4^{20}
0	0,99823	55	0,90256
5	0,98938	60	0,88108
10	0,98187	65	0,87943
15	0,97514	70	0,86763
20	0,96864	75	0,85567
25	0,96168	80	0,84347
30	0,95867	85	0,83095
35	0,94495	90	0,81795
40	0,93518	95	0,80420
45	0,92475	100	0,78927
50	0,91382		

Содержание спирта, % об.	d_4^{20}	Содержание спирта, % об.	d_4^{20}
0	0,99823	55	0,92003
5	0,99106	60	0,90916
10	0,98476	65	0,89764
15	0,97897	70	0,88551
20	0,97360	75	0,87277
25	0,96925	80	0,85932
30	0,96234	85	0,84495
35	0,95704	90	0,82926
40	0,94964	95	0,81144
45	0,93956	100	0,78927
50	0,93019		

Температура замерзания водно-спиртовых растворов в отличие от температуры кипения зависит только от концентрации раствора:

Содержание спирта, % мас.	11,3	20,3	29,9	33,8	39,0	46,3	56,1	71,9
Температура замерзания, °C	-5,0	-10,6	-18,9	-23,6	-28,7	-33,9	-41,0	-51,3

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ НА ГОТОВУЮ ПРОДУКЦИЮ

В спиртовом производстве из зерна и картофеля вырабатывают спирт-сырец, спирт этиловый ректифицированный I сорта, спирт этиловый ректифицированный высшей очистки и спирт этиловый ректифицированный Экстра. На производство спирта этилового ректифицированного Экстра используются все виды кондиционного зерна (пшеница, рожь, кукуруза, ячмень и пр.), а в отдельных случаях (например, при выработке водки «Русская») — до 35% здорового картофеля.

По органолептическим показателям спирт этиловый ректифицированный в соответствии с ГОСТ 5962—67 и спирт-сырец в соответствии с ГОСТ 131—67 должны удовлетворять следующим требованиям:

Внешний вид	Прозрачная бесцветная жидкость без посторонних частиц
Вкус и запах	Характерные для каждого вида этилового спирта, выработанного из соответствующего сырья, без привкуса и запаха посторонних веществ

Таблица 35
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РЕКТИФИКОВАННОГО СПИРТА ЭКСТРА, ВЫСШЕЙ ОЧИСТКИ И I СОРТА ПО ГОСТ 5962—67, СПИРТА-СЫРЦА ПО ГОСТ 131—67

Показатели	Экстра	Высшей очистки	I сорта	Сырец
Содержание этилового спирта (крепость), % по объему, не менее	96,5	96,2	96,0	88,0
Проба на чистоту с серной кислотой		Выдерживает		
Проба на окисляемость, мин при 20° С, не менее	20	15	10	—
Содержание альдегидов (в пересчете на уксусный) в 1 л безводного спирта, мг, не более	2	4	10	300
Содержание сивушного масла (в пересчете на смесь 3:1 изоамилевого и изобутилового спиртов) в 1 л безводного спирта, мг, не более	3	4	15	5000
Содержание эфиров (в пересчете на уксусноэтиловый) в 1 л безводного спирта, мг, не более	25	30	50	500
Проба на метиловый спирт с фуксинсернистой кислотой		Выдерживает		Не более 0,13*
Содержание свободных кислот (без CO ₂) в 1 л безводного спирта, мг, не более	12	15	20	—
Содержание фурфурола		Не допускается		—

* Содержание метилового спирта в пересчете на безводный спирт, % по объему.

Спирты, вырабатываемые из зернового и зерно-картофельного сырья, должны иметь следующие физико-химические показатели (табл. 35).

Спирт этиловый ректификованный, аттестуемый на 1-ю категорию качества, должен иметь дегустационную оценку (в баллах) и ниже:

I сорт	8,5
Высшей очистки	9,0
Экстра	9,3

При аттестации спирта этилового ректификованного на высшую категорию качества он должен соответствовать требованиям ГОСТ 5.2285—75 и иметь следующие физико-химические показатели и дегустационную оценку:

Показатели	Экстра	Высшей очистки
Содержание этилового спирта (крепость), % по объему, не менее	96,5	96,3
Проба на чистоту с серной кислотой	Выдерживает	
Проба на окисляемость, мин при 20° С, не менее	20	20
Содержание альдегидов (в пересчете на уксусный) в 1 л безводного спирта, мг, не более	2	2
Содержание сивушного масла (в пересчете на смесь 3:1 изоамилового и изобутилового спиртов) в 1 л безводного спирта, мг, не более	3	3
Содержание эфиров (в пересчете на уксусноэтиловый) в 1 л безводного спирта, мг, не более	25	25
Проба на метиловый спирт с фуксинсеринистой кислотой	Выдерживает	
Содержание свободных кислот (без CO ₂) в 1 л безводного спирта, мг, не более	12	12
Содержание фурфурола	Не допускается	
Дегустационная оценка, баллы, не ниже	9,5	9,5

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Побочными продуктами спиртового производства являются фракция головная этилового спирта и масло сивушное.

Фракция головная этилового спирта (в дальнейшем по тексту головная фракция) отбирается из конденсатора элюационной колонны, содержит в своем составе до 90% и выше этилового спирта, 4—6% примесей, преимущественно эфиров, альдегидов и метанола, и используется для получения пищевого ректификованного спирта по ГОСТ 5962—67, а также при производстве технического и денатурированного спиртов.

Масло сивушное (в дальнейшем по тексту сивушное масло) отбирается из ректификационной и сивушной колонн, содержит в своем составе низшие и средние спирты и служит сырьем для получения технических *n*-пропилового, изобутилового и изоамилового спиртов, которые используются в пищевой, фармацевтической, лакокрасочной и других отраслях промышленности.

По органолептическим и физико-химическим показателям фракция головная этилового спирта согласно ОСТ 18-121—73 должна удовлетворять следующим требованиям:

Внешний вид	Прозрачная жидкость без посторонних частиц и без осадка
Цвет	Бесцветная, слегка желтоватая или зеленоватая жидкость
Запах	Свойственный эфирам и альдегидам
Содержание спирта по спиртомеру (видимая крепость), % по объему, не менее	92
Содержание альдегидов (в пересчете на уксусный) в 1 л безводного спирта, мг, не более	10
Содержание кислот (в пересчете на уксусную) в 1 л безводного спирта, г, не более	1,0
Содержание эфиров (в пересчете на уксусноэтиловый) в 1 л безводного спирта, г, не более	30
Содержание сивушного масла в 1 л безводного спирта, г, не более	2,0
Содержание метилового спирта в 1 л безводного спирта, % по объему, не более	1,5

В головной фракции этилового спирта, получаемой при ректификации спирта из картофеля, содержание метилового спирта допу-

скается до 2,5% об., а при ректификация спирта из смешанного сырья (зерно-картофельного и сахарной свеклы) — до 6% об.

Масло свищенное по органолептическим и физико-химическим показателям оценивается по ГОСТ 17071—71 и должно соответствовать следующим требованиям:

Внешний вид	Прозрачная жидкость, при взбалтывании в ней не должна образовываться муть
Цвет	От светло-желтого до красно-бурого
Запах	Свойственный свищенному маслу, без посторонних запахов
Пределы перегонки	В пределах между температурой начала перегонки и 120°С должно перегоняться не более 50% от начального объема
Плотность при 20°С по отношению к плотности воды при 20°С, не более	0,837
Показатель преломления n_D^{20} , не менее	1,395
Проба на чистоту с серной кислотой	Выдерживает

Глава 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ И РЕЖИМ ПОЛУЧЕНИЯ СПИРТА

Технология этилового спирта из крахмалистого сырья основана на ферментативном гидролизе зернового или картофельного крахмала и сбраживании образующихся сахаров дрожжевыми микроорганизмами, т. е. является биохимической технологией.

Процесс получения спирта из зерно-картофельного сырья включает следующие стадии: очистка и подготовка сырья, водно-тепловая обработка его, осахаривание разваренной массы и охлаждение сусла, приготовление засевной культуры дрожжей, сбраживание сусла, перегонка бражки и ректификация спирта.

Производство спирта из крахмалистого сырья осуществляется по периодической, полунепрерывной и непрерывной схемам. По периодической схеме с использованием разварников Генце получали этнловый спирт с конца XIX в. В настоящее время эта схема осталась только на некоторых спиртовых заводах малой мощности (до 800 дал). Полунепрерывная схема производства, основанная на использовании периодически действующих аппаратов, впервые была внедрена на заводах СССР в 1947—1950 гг. По этой схеме до сих пор работают около 15—20% спиртовых заводов страны.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ ЭТИЛОВОГО СПИРТА ИЗ КРАХМАЛИСТОГО СЫРЬЯ



С 1962 г. по решению Ленинградской конференции работников спиртовой промышленности для внедрения рекомендованы две типовые непрерывные схемы: Мичуринская и Мироцкая, по которым работает подавляющее большинство заводов.

Стадия осахаривания почти полностью переведена на непрерывный поток. На 60% заводов применяется вакуум-охлаждение разваренной массы до температуры осахаривания. Начато широкое внедрение способа вакуум-охлаждения осахаренного сусла до температуры складки.

Непрерывно-поточный и циклический способы сбраживания внедрены более чем на 23% спиртовых заводов, перерабатывающих крахмалистое сырье. Перевод технологии на современные непрерывные схемы обеспечивает достаточно высокий технический уровень нашей спиртовой промышленности, способной успешно перерабатывать различные виды крахмалистого сырья.

Очистка и подготовка сырья

Все зерновые культуры, поступающие в производство, очищают от пыли, земли, камней, металлических и других примесей на зерновых и электромагнитных сепараторах (магнитных колонках) и зерноочистительных машинах, имеющих магнитные устройства. Для подачи зерна из склада на производство применяются норки, шнеки, транспортеры, а также пневмотранспорт. В последнем случае устанавливаются пневматические зерновые сепараторы ЗСП-5, ЗСП-10, ЗСП-20 производительностью соответственно 5, 10 и 20 т/ч. В зерне, идущем на варку, после очистки не должно содержаться металлических примесей. Содержание сорных примесей допускается в количестве не более 1%.

При непрерывном способе разваривания зерно после очистки измельчают на молотковых дробилках или размалывают на вальцовых станках.

В случае переработки одного овса рекомендуется его предварительно обрушить на бичевых рушках, т. е. отделить от цветочных и плодовых пленок так, чтобы содержание их в овсе не превышало 30%. При обрушивании овса потери углеводов с шелухой не должны превышать 1,5%. В смеси с тонкокожурным зерном допускается применение крупки из предварительно необрушенного овса в количестве не более 20%.

При периодическом и полунепрерывном разваривании зерно перерабатывают в целом виде. Для устранения покровного брожения пленчатое зерно (овес, ячмень, просо) необходимо перерабатывать в смеси с беспленочным зерном или картофелем в таком соотношении, чтобы количество пленок не превышало 8% от массы зерна в сусле. При отсутствии беспленочного зерна или картофеля ячмень и просо развариваются обязательно в дробленом, а овес — в обрушенном виде.

При дроблении ячменя и проса полученный продукт разделяют на плоских виброситах на две фракции, которые разваривают раздельно. При этом в измельченном ячмене и просе не должны содержаться целые зерна, а количество мучки не должно превышать 5%. Потери крахмала на распыл при дроблении проса и ячменя не должны превышать 0,3%.

Поступающий на разваривание обрушенный овес предварительно просеивают. После отделения от пленок в крупке и мучке количество необрушенных зерен не должно превышать 15%, а общее содержание свободных пленок, не отделенных от зерен, — 6—8%.

Зерно, используемое для приготовления солода, очищают от металлических и сорных примесей на зерноочистительной машине с магнитным устройством, а для удаления мелких щуплых зерен, половинки, куколя, вики и других семян пропускают его через триер. Просо, предназначенное для солодоращения, пропускают только через зерновой и магнитный сепараторы. В очищенном солодовом зерне количество сорных примесей не должно быть более 0,5%.

При измельчении зерна, поступающего на варку, качество дробления должно характеризоваться следующими показателями: остаток на сите 3 мм — не более 0,3% при использовании молотковой дробилки и 5—8% при размоле на вальцовом станке¹. При измельчении кукурузы на молотковой дробилке весь продукт размол должен полностью просеиваться через сито 2 мм и на 90% — через сито 1 мм; при измельчении на вальцовом станке 95% продукта размол кукурузы должно просеиваться через сито 2 мм и 75—80% — через сито 1 мм.

Так как специальных измельчающих машин, обеспечивающих тонкий помол зерна за один проход через одну машину, на спиртовых заводах практически не имеется (за исключением Мичуринского завода), зерно пропускают через две последовательно установленные измельчающие машины. Использование при этом отсева оправдано, так как на спиртовые заводы часто поступает зерно повышенной влажности, из которого затруднительно получить тонкий помол. При тонком помоле зерна все пылевыводящие агрегаты должны обязательно оборудоваться аспирационными установками.

Целесообразно внутри завода иметь емкости для хранения измельченного зерна, рассчитанные не менее чем на 8 ч работы завода, что обеспечивает его бесперебойную работу и позволяет не дробить зерно в ночную смену.

Картофель, находящийся на хранении, из оборотных хранилищ (рештаков) подается в завод по гидравлическому транспортеру, в который направляют воду из оборотной системы, добавляя в нее в случае необходимости воду, отходящую от змеевиков бродильных чанов, дрожжанок, осахаривателей и дефлегматоров. Каждый гидротранспортер оборудуется соломоловушками и камнеловушками типа Баранова и системы Соколова — Павлюка, которые периодически очищают от камней, песка, соломы и ботвы.

Картофель окончательно отмывают от земли и отделяют камни, солому, ботву и другие примеси в специальных аппаратах — мойках. На мойку картофеля обычно расходуется до 200—400% воды по массе сырья при продолжительности мойки 5—7 мин. При поступлении загрязненного картофеля продолжительность пребывания клубней в мойке увеличивается до 10—14 мин, а расход воды — до 600—800%. При переработке здорового картофеля по данному режиму остаточ-

¹ В настоящее время при переработке зернового сырья по непрерывной схеме для смягчения режима разваривания рекомендуется применять тонкий помол, характеризующийся проходом через сито 1 мм 85—95%, для кукурузы — не менее 90—95%.

ная загрязненность клубней не должна превышать 0,1%, а потери картофеля 0,2%.

Переработка мороженого и пораженного гнилью картофеля, сохранившего достаточную прочность, осуществляется таким же образом, но с использованием только холодной воды. Неоднократно замороженный и размороженный, а также пораженный гнилью картофель, потерявший механическую прочность, мыть не следует. Его направляют непосредственно в разварники и перерабатывают периодическим способом.

При водно-тепловой обработке картофеля по непрерывной схеме его измельчают на молотковых дробилках или картофелетерках. Степень измельчения картофеля должна характеризоваться полным отсутствием частиц, остающихся после промывания каши водой, на сите с диаметром отверстий 3 мм.

Водно-тепловая обработка сырья

Зерно (картофель) после очистки (мойки) и взвешивания подвергается водно-тепловой обработке непрерывным, полунепрерывным или периодическим способом с целью полного разрушения клеточной структуры сырья и растворения крахмала.

Водно-тепловую обработку непрерывным способом по Мичуринской схеме проводят в аппаратах, рассчитанных на мягкий режим разваривания (давление пара до 0,4—0,5 МПа, температура до 135—140°С), а по Мироцкой схеме — в трубчатых аппаратах скоростного разваривания¹ (давление 0,8—1,0 МПа, температура 165—175°С). По непрерывной схеме разваривания с умягченным режимом варки замес готовится, нагревается и выдерживается в смесителе-предразварнике, который может состоять из двоянного, имеющего один привод, или двух различных аппаратов — смесителя и предразварника. Длительность пребывания замеса в смесителе 5—6 мин. Соотношение зерно: вода [1 : (2,5—3,5)] устанавливается с учетом крахмалистости зерна с таким расчетом, чтобы концентрация сухих веществ (СВ) в сусле составляла 16—18% по сахарометру. Для дозирования воды в смеситель при постоянной подаче зерна ставятся расходомеры щелевого типа, ротаметры. Температура замеса за счет подачи теплой воды поддерживается на уровне 40—45°С. В предразварнике замес выдерживается 6—7 мин, где нагревается вторичным паром до 60—85°С. Нагретый замес насосом закачивается в варочный аппарат, предварительно нагреваясь острым паром в контактной головке до температуры разваривания.

Разваривание проводится в две ступени. Основной процесс тепловой обработки протекает в аппарате (колонне) первой ступени, где масса нагревается острым паром до температуры разваривания и затем доваривается (выдерживается) в перетоке по колоннам (секциям) второй ступени. Режим разваривания картофеля: температура 136—138°С, продолжительность 40—45 мин; зерна — 138—140°С, 50 мин (кукуруза разваривается при температуре 144—150°С в течение 60 мин).

¹ При переработке кукурузы по скоростной схеме с укороченной трубчаткой температура разваривания может быть увеличена до 180—183°С, давление — до 1,3 МПа.

Скоростное разваривание осуществляется по типовой схеме, состоящей из смесителя, трубчатого подогревателя, контактора, прямого диафрагмированного трубчатого разварника и паросепаратора. В смесителе измельченное зерно смешивается с теплой водой в соотношении 1 : (2,5—3,5), температура замеса 45—50°С, продолжительность выдержки 15—20 мин. При переработке измельченной кукурузы продолжительность выдержки увеличивается до 1 ч (в этом случае устанавливается дополнительная емкость). Нагрев замеса в смесителе осуществляется только через поверхность теплообмена змеевика, по трубам которого проходят конденсат и пар, отводящиеся из подогревателя.

Подогретый замес последовательно прокачивается через подогреватель типа «труба в трубе», где вторичным паром нагревается до 85—90°С, и контактор, в котором окончательно нагревается острым паром до температуры разваривания. Скоростное разваривание осуществляется по следующим режимам (табл. 36).

Таблица 36

Сырье	РЕЖИМЫ СКОРОСТНОГО РАЗВАРИВАНИЯ ЗЕРНА		Продолжительность, мин
	Температура в трубчатом аппарате, °С		
	на входе	на выходе	
Пшеница, рожь	165—170	145—155	2—3
Кукуруза	178—180	165—167	2—3
Картофель	165—166	145—152	2—3

Разваренная масса выдувается в выдерживатель-паросепаратор, где отделяется экстрапар; масса выдерживается при температуре 104—108°С в течение 25 (60) мин. Цвет готовой разваренной массы зерна должен быть темно-желтым со светло-коричневым оттенком, картофеля — светло-коричневым с зеленоватым оттенком.

Помимо типовых схем (Мичуринской и Мироцкой) процесс непрерывного разваривания на заводах проводится также и по другим схемам, например с использованием аппаратов цилиндрико-конической формы (разварников Генце), укороченной трубчатки (Винницкий вариант скоростного разваривания), комбинации трубчатки и колонны-выдерживателей, трубчатки и разварника и т. п. Режимы разваривания при работе по этим схемам, являющимся вариантами типовых схем, практически не отличаются от вышеприведенных.

При разваривании картофеля по любой схеме воду добавляют только при переработке высококрахмалистых, вялых, гнилых и мороженых клубней в количестве 0,2—0,5 л на 1 кг сырья. Воду задают в дробилку во время измельчения картофеля.

При переработке картофеля, пораженного гнилью, и сбразивании его без смеси с другими видами сырья в целях нейтрализации органических кислот следует добавлять на каждую тонну картофеля по 1—2 кг извести (в виде суспензии). При варке незрелого картофеля по типовым схемам температуру разваривания повышают на 3—4°С для предотвращения вспенивания бродящей массы.

РЕЖИМЫ ВОДНО-ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ СЫРЬЯ
ПОЛУНЕПРЕРЫВНЫМ СПОСОБОМ

Сырье	Подваривание		Разваривание		
	темпера- тура, °С	продол- жительность, мин	максимальное давление, МПа	темпера- тура, °С	продол- жительность, мин
Кукуруза	90—95	До 60	0,55	161	70—75
Рожь	90—95	40—50	0,40	151	50—60
Пшеница	90—95	40—50	0,45	155	60—65
Овес					
целый	90—95	До 60	0,45	155	70—75
обрушенный	90—95	40—50	0,40	151	55—60
Ячмень					
целый	90—95	40—50	0,45	155	65—70
подработанный	90—95	40—50	0,40	151	55—60
Просо					
целое	90—95	До 60	0,50	158	70—75
подработанное	90—95	40—50	0,45	155	55—60
Крупка и мучка ¹	—	—	0,20—0,25	138	30—40
Зерносмесь ²	90—95	40—50	0,40—0,55	151—161	55—75
Вика ³	90—95	—	0,25	138; 147	25; 10—15
Гаолян и чумиза ⁴	—	—	0,40	151	75
Горох и чечевица ⁵	80—90	90—100	Атмосферное 0,30—0,35	100 143—147	30 60
Рожь огневой сушки	90—95	—	0,35—0,40	147—151	55—60
Овес огневой сушки	90—95	—	0,35—0,40	147—151	70—75
Рис					
крупка	90—95	40—45	0,45	155	60
нешелушенный	90—95	60	0,50	158	70—75
Сорго	90—95	60	0,45—0,50	155—158	70—75
Зерно третьей степени дефектности ⁶	90—95	Не менее 60	0,30—0,40	143—151	55—80
Морозобойная и суховейная пшеница ⁷	95—98	Не менее 60	0,45	155	75—80

При комбинированном производстве крахмала и спирта из картофеля отходы крахмального цеха (мезга, клеточный сок, соковые воды) развариваются в аппаратах непрерывного действия по режимам, принятым для картофеля. Если к отходам крахмального цеха для увеличения концентрации сухих веществ добавляется зерновое сырье, то разваривание ведется по режиму, принятому для зерна.

При работе по непрерывным схемам с целью улучшения качества дрожжей допускается 25—30% воды, поступающей на замес, заменять грубым фильтратом барды, получаемым после пропуска барды через барабанные сита.

При непрерывном разваривании зерна четвертой степени дефектности следует применять более мягкий режим разваривания, чем для нормального зерна. Режим устанавливается опытной производственной варкой для каждой партии зерна отдельно.

По полунепрерывной схеме производства спирта сырье разваривается без измельчения после предварительного нагрева. Нагрев сырья осуществляется в предразварниках, разваривание — в разварниках под давлением, выдерживание — в паросепараторах, оборудованных устройством для предотвращения уноса крахмала.

Для обеспечения равномерного разваривания и ускорения варки массу в разварнике периодически перемешивают, открывая циркуляционный вентиль и сбрасывая через него пар в паросепаратор. При определенной степени разваривания, контролируемой по цвету массы, ее выдувают в выдерживатель, где она доваривается в течение 40—45 мин при температуре 102—106°С. Скорость выдувания массы из разварников должна быть такой, чтобы давление в выдерживателе не превышало 0,05 МПа и вторичный пар полностью использовался в предразварниках или на подогрев воды.

При переработке острodefектного сырья вторичный пар в предразварниках не используется, так как это ухудшает качество спирта. В этом случае он направляется в змеевиковые теплообменники для подогрева воды или выбрасывается в атмосферу.

Масса, выходящая из выдерживателя, должна быть равномерно разваренной, наличие в ней несваренных частиц или целых зерен не допускается, цвет массы темно-желтый со светло-коричневым оттенком.

Перед развариванием целого зерна его предварительно смешивают с горячей водой (75—80°С) в предразварнике при соотношении зерно: вода 1: (2,5—3,5), чтобы концентрация сухих веществ в фильтрате суслу была 16—18% по сахарометру, затем крахмалистую массу нагревают до температуры 90—95°С (при переработке дефектного дробленого зерна температура горячей воды не должна превышать 55°С). Нагретое и набухшее зерно из предразварника вместе с водой быстро выгружают в разварник, плотно закрывают люк и пускают в разварник пар снизу, медленно открывая паровой вентиль. Разварник загружают зерном так, чтобы в нем оставалось свободное пространство не менее 0,7—0,8 м по высоте. Воздух из разварника удаляют через циркуляционный вентиль, после чего в течение 10—15 мин поднимают давление до величины, определенной для каждой культуры. Варку проводят с циркуляцией, повторяя ее через каждые 5—7 мин в течение 1,0—1,5 мин, полностью открывая циркуляционный вентиль и снижая давление в разварнике до 0,1 МПа.

Продолжение табл. 37

Сырье	Подваривание		Разваривание		
	температура, °С	продолжительность, мин	максимальное давление, МПа	температура, °С	продолжительность, мин
Картофель кондиционный мерзлый ⁸	65	10—15	0,35—0,40	147—151	40—50
пораженный гнилью ⁹	—	—	0,20—0,25 0,35—0,40 Атмосферное 0,25—0,35	133—138 147—151 100 138—147	20—25 30—35 20—25 25—35

¹ При варке мучки и крупки в разварник добавляют воду температурой до 40° С.

² Режим варки выбирают по культуре зерна, находящейся в смеси в наибольшем количестве.

³ Разваривание проводят ступенчато: сначала при 138° С в течение 25 мин, затем при 147° С 10—15 мин.

⁴ Гаолян и чумизу перерабатывают в смеси с тонкокожурным сырьем, а при его отсутствии — в дробленом виде.

⁵ Сусло, полученное из гороха, малоподвижно, поэтому горох рекомендуется перерабатывать в смеси с другими культурами.

⁶ Так как партии зерна (овса, ржи, ячменя, кукурузы, пшеницы) третьей степени дефектности могут иметь различный характер порчи, то режим разваривания уточняется опытным путем. При этом следует иметь в виду, что при более глубоком разложении зерна требуется увеличить норму воды и снизить температуру и продолжительность разваривания.

⁷ Так как морозобойные и суховейные пшеницы при брожении образуют «покрышку», их следует перерабатывать в смеси с тонкокожурным нормальным зерном и картофелем.

⁸ Мерзлый картофель разваривают следующим образом: после вытеснения воздуха в течение 20—25 мин давление поднимают до 0,20—0,25 МПа, проводят циркуляцию, затем давление быстро поднимают до 0,35—0,40 МПа и разваривают 30—35 мин при 3—4 циркуляциях продолжительностью 1—2 мин каждая.

⁹ Картофель, пораженный гнилью, не нагревают в предразварнике. Воду температурой 45—50° С добавляют в разварник в таком количестве, чтобы концентрация сусла составила 14—15% СВ по сахарометру. Первые 20—25 мин варку проводят при открытом циркуляционном вентиле.

Вымытый картофель нормального качества загружают в предразварник из расчета 600—630 кг на 1 м³ разварника. Воду добавляют до загрузки сырья в зависимости от крахмалистости из расчета 0,2—0,5 л на 1 кг картофеля, чтобы концентрация СВ в сусле была 16—18% по сахарометру. Воду добавляют также при переработке мерзлого или гнилого картофеля. В предразварнике картофель нагревают до 65° С и выдерживают 10—15 мин. Варку картофеля проводят с 2—3 циркуляциями продолжительностью 1—2 мин каждая. Давление в разварнике изменяется в зависимости от качества картофеля. Режимы водно-тепловой обработки различных видов зернового сырья и картофеля в предразварниках и разварниках приведены в табл. 37.

При периодической схеме производства крахмалистое сырье разваривают непосредственно в разварнике до полной готов-

96

ности и выдувают массу в паросепаратор. При отсутствии паросепаратора разваренная масса поступает в осаживатель.

Разваривание крахмалистого сырья сначала проводится при открытом циркуляционном вентиле. После вытеснения воздуха давление в разварнике поднимают до величин, приведенных в табл. 38.

Таблица 38

РЕЖИМЫ ВОДНО-ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ СЫРЬЯ ПЕРИОДИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Сырье	Давление, МПа	Температура, °С	Продолжительность, мин
Кукуруза	0,50—0,55	158—161	90—100
Пшеница	0,45	155	85—90
Рожь	0,40	151	70—75
Овес			
целый	0,45	155	80—90
обрушенный	0,40	151	75—80
Ячмень			
целый	0,45	155	90—95
подработанный	0,40	151	80—85
Просо			
целое	0,50	158	90—100
подработанное	0,45	155	85—90
Гречиха	0,35—0,40	147—151	70—80
Вика	0,35	147	45—55
Пшеница морозобойная и суховейная	0,45	155	85—90
Рис			
нешелушенный	0,50—0,55	158—161	80—90
крупя	0,45—0,55	155—158	70—75
Сорго	0,50	158	80—85
Картофель			
кондиционный	0,40	151	55—60
мерзлый	0,40	151	80—90

Примечания: 1. При переработке зерна третьей степени дефектности продолжительность разваривания увеличивается на 5—10 мин.

2. При переработке мерзлого (гнилого) картофеля применяется ступенчатое поднятие давления, как по полунепрерывной схеме.

Осахаривание разваренной массы

Приготовление осаживающих материалов. Осаживающие материалы — солодовое молоко и микробные ферментные препараты — содержат амилолитические ферменты, которые гидролизуют крахмал разваренной массы до сбраживаемых сахаров. Одновременно под действием протеолитических ферментов протекает гидролиз белков.

При приготовлении солодового молока готовый солод предварительно промывают водой для удаления загрязнений, а затем обрабатывают хлорной известью или формалином; качественные показатели солода приведены в табл. 10. Раствор хлорной извести го-

7—702

97

товятся из расчета расхода 400 мг активного хлора на 1 л воды. В воде с указанной концентрацией хлора солод выдерживается 20—25 мин. При использовании формалина взамен хлорной извести на каждые 100 л воды добавляют 250 мл 40%-ного раствора формалина и выдерживают солод в этом растворе 20—25 мин. Промывную воду после обработки сливают в канализацию.

Для более полного извлечения ферментов и лучшего растворения крахмала солод измельчают на вальцовых, дисковых или молотковых дробилках. Измельченный солод поступает в чанок для приготовления солодового молока, где он смешивается с водой в соотношении 4—5 л на 1 кг солода. В солодовое молоко добавляют 40%-ный раствор формалина из расчета 20—25 мл на 1 дал солодового молока, размешивают и выдерживают 25—30 мин.

Осахаривающие материалы из препаратов ферментов микробного происхождения готовят из жидкой культуры плесневых грибов, концентрированных и сухих препаратов.

При использовании жидкой культуры плесневых грибов, полученных глубинным способом, в готовую культуру при тщательном перемешивании задают 40%-ный раствор формалина из расчета 2 л на 1 м³ культуральной жидкости и перекачивают ее в расходные чанки откуда она непрерывно поступает через дозатор в осахариватель.

При использовании концентрированных препаратов плесневых грибов — сиропов, порошков — готовят раствор с соотношением препарат : вода соответственно 1 : 5 и 1 : 10, который затем дозируется в осахариватель.

При использовании сухих препаратов поверхностных культур плесневых грибов взвешенную культуру или смесь культур предварительно тщательно измельчают на дробилках, применяемых для дробления солода. Культуру гриба предварительно смачивают водой в соотношении 1 : 1. Измельченный продукт смешивают в сборнике с теплой водой из расчета 3—4 л на 1 кг препарата. Вода может подаваться непосредственно через дробилку при измельчении препарата.

В готовую суспензию задают 20—25 мл 40%-ного раствора формалина на каждые 10 л, перемешивают в течение 15—20 мин, выдерживают 25—30 мин и затем перекачивают насосом в расходный чанок, откуда она дозируется в осахариватель.

Для осахаривания применяется также смесь поверхностных культур плесневых грибов и зеленого солода (ячменного или ржаного). В этом случае культуру плесневых грибов дробят вместе с солодом, после чего смесь разбавляют водой и асептируют таким же образом, как при приготовлении солодового молока.

Технология непрерывного осахаривания. Разваренная масса из выдерживателя непрерывно поступает в осахариватель, куда одновременно подается осахаривающий материал. Солодовое молоко или суспензия (раствор) ферментных препаратов дозируется пропорционально количеству разваренной массы, поступающей на осахаривание. Солодовое молоко дозируется по объему, расход его составляет 16—18% от объема разваренной массы. Ферментные препараты дозируются в зависимости от их активности и крахмалистости осахариваемой массы.

На спиртовых заводах непрерывное осахаривание проводят в одну или две ступени. При осахаривании в одну ступень все необходимое количество осахаривающего материала задается только в осахариватель, при двухступенчатом в осахариватель добавляют 30%

всего солодового молока, а остальные 70% подают в трубопровод перед продуктовым насосом. Дозирование солодового молока в осахариватель осуществляется ротационными и плунжерными (скальчатými) насосами, например может быть использован один из плунжеров трехплунжерного сулового насоса.

В осахаривателе поддерживают температуру массы 57—58°С при одноступенчатом и 60—61°С при двухступенчатом осахаривании. Продолжительность пребывания массы в осахаривателе не менее 10 мин, на второй ступени — 2—5 мин. При использовании для осахаривания микробных ферментных препаратов, выращенных глубинным способом, в осахаривателе поддерживают температуру 55—58°С и 57—58°С при осахаривании крахмалистой массы поверхностными культурами плесневых грибов или их смесью с солодом.

Из осахаривателя сусло непрерывно перекачивают насосом через теплообменник в бродильный чан. В теплообменнике сусло охлаждается до температуры складки, принимаемой в зависимости от длительности брожения 24—25°С при двухсуточном, 18—20°С при трехсуточном периодическом брожении и 22—24°С при непрерывно-поточном и циклическом способах брожения.

При непрерывном осахаривании с вакуум-охлаждением для охлаждения массы под вакуумом используются специальные установки. Разваренную массу до поступления ее в осахариватель пропускают через испаритель, в котором температура массы снижается до 62—63°С, так как разрежение в нем составляет 0,080—0,081 МПа. Охлажденная масса из испарителя поступает в осахариватель, где, смешиваясь с солодовым молоком, мгновенно охлаждается до 57—58°С, осахаривается в течение не менее 10 мин и далее подается через теплообменник в бродильный чан. Для предварительного разжижения разваренной массы в продуктовую трубу, соединяющую паросепаратор с испарителем, из осахаривателя отводится 10—15% сусла.

Охлаждение сусла (осахаренной массы) до температуры складки проводят в теплообменниках оросительных или типа «труба в трубе». При двухступенчатом вакуум-охлаждении температура разваренной массы, поступающей из паросепаратора, снижается со 102—108°С до 25—22°С за счет вакуума, создаваемого в испарительных камерах I и II ступени. Охлаждение разваренной массы и сусла через поверхности теплообмена полностью исключается. Весь процесс охлаждения происходит в замкнутой системе. Поступающая из паросепаратора масса мгновенно охлаждается в испарителе I ступени до температуры 62—63°С за счет разрежения 0,080—0,081 МПа.

Охлажденная масса непрерывно поступает в осахариватель, куда также непрерывно подается осахаривающий материал. Продолжительность осахаривания не менее 10 мин при температуре 56—58°С. Сусло из осахаривателя подается в испаритель II ступени, где происходит мгновенное его охлаждение до температуры 22—25°С за счет разрежения 0,093—0,099 МПа. Охлажденное сусло поступает в сборник, откуда насосом подается в бродильный чан. Сусло для размножения дрожжей следует отбирать из осахаривателя при температуре 56—58°С.

Оптимальная работа установки двухступенчатого вакуум-охлаждения обеспечивается при подаче охлаждающей воды температурой 10—12°С на барометрический конденсатор II ступени, а также при использовании отходящей из него воды для охлаждения конденсатора I ступени. За счет применения вакуума на II ступени охлаждения

достигается увеличение концентрации сухих веществ в сусле не менее чем на 1%, а также удаление части летучих примесей из сусла, что способствует улучшению качества спирта. Особенно эффективен этот прием при переработке дефектного сырья.

Технология периодического осахаривания. По этому способу охлаждение разваренной массы и ее осахаривание проводятся в одном аппарате — осахаривателе. В него предварительно набирают 5% от общего количества солодового молока и воду до покрытия лопастей мешалки, после чего выдувают массу из разварников. При температуре массы 75—80° С в змеевики пускают холодную воду, продолжая выдувать массу в осахариватель. По окончании выдувания охлаждают массу до 62—63° С, добавляют остальные 95% солодового молока или грибной культуры и перемешивают массу в течение 5 мин. Осахаривание проводят без перемешивания в течение 15—20 мин.

По окончании осахаривания сусло при перемешивании мешалкой и перемещении через змеевики охлаждается до 30° С. В сусло вводят все дрожжи и перед поступлением на брожение охлаждают до температуры складки, принимаемой в зависимости от длительности брожения. Если дрожжи вносятся в бродильный чан, то сусло по окончании осахаривания охлаждается до температуры складки, с которой оно и подается на брожение. Концентрация сухих веществ в сусле должна быть в пределах 16—18% по сахарометру.

Приготовление спиртовых дрожжей

Разведение дрожжей из чистой культуры. Перед пуском завода дрожжи готовят из чистой культуры, которая поставляется из ВНИИПрБ в пробирках, закрытых ватной пробкой и залитых сургучом. При сбраживании зерно-картофельного и смешанного сусла из сахаристого и крахмалистого сырья могут применяться дрожжи XII, II, M, XV и других рас. Однако наибольшее, почти повсеместное распространение имеет раса XII.

Разведение чистой культуры дрожжей осуществляется путем их последовательного пересева с доведением объема среды до объема производственной дрожжанки или дрожжегенератора.

Для ведения чистой культуры дрожжей используется сусло, приготовленное из измельченного солода (на 1 кг солода расходуется 0,70—0,75 л воды), которое осахаривается при температуре 58—60° С в течение 2 ч. Конец осахаривания устанавливается на йодной пробе. Сусло фильтруется через плотную ткань, замеряется концентрация СВ фильтрата, которая должна составлять 10—12% по сахарометру, после чего 0,5 л сусла заливается в колбу, которая закрывается ватной пробкой, обертывается плотной бумагой и помещается в автоклав, где стерилизуется при 0,05 МПа в течение 30 мин. Стерилизацию можно проводить на плитке. В этом случае содержимое колбы доводят до кипения и выдерживают на плитке 20 мин, на другой день кипячение повторяют. Затем охлаждают сусло до комнатной температуры.

Если сусло предназначено для проведения брожения в бутылках, то по окончании осахаривания его фильтруют через металлическое сито с отверстиями диаметром 2—3 мм. После доведения концентрации СВ в сусле до 10—12% по сахарометру бутылку закрывают ватной пробкой, обертывают горло плотной бумагой и помещают на 1 ч в кипящую воду. При стерилизации баню накрывают чистой тканью,

следя за тем, чтобы не намочила ватная пробка в бутылки. Так как сусло в кипящей воде нагревается не более чем до 98° С, оно не подлежит хранению и после охлаждения до 30° С немедленно должно использоваться.

Зрелые дрожжи, полученные в процессе размножения чистой культуры, должны быть упитанными, с высокой бродильной способностью. В процессе их роста не допускается нарастания кислотности, а количество мертвых дрожжевых клеток не должно превышать 3%.

Для размножения дрожжей может использоваться сусло, приготовленное из различных зерновых культур, однако предпочтительнее применять сусло, полученное из картофеля или ржи. Поэтому, перерабатывая на спирт разные виды сырья, следует обязательно иметь в запасе определенное количество картофеля или ржи, предназначенное для приготовления дрожжей.

При переработке толстокожурного зерна (ячменя, овса, проса) они обязательно должны подрабатываться или перерабатываться в смеси с беспленчатым зерном, чтобы покровное брожение было полностью исключено. Сусло, предназначенное для выращивания дрожжей, подкисляют серной кислотой или молочной, получаемой в процессе молочнокислого брожения.

В холодное время года чистую культуру выращивают в пробирках на сусле-желатине, в теплое — на сусле-агара, в последнем случае дополнительно высылается запаянная ампула со стерильным суслом, предназначенным для смывания дрожжей с поверхности сусла-агара.

Срок годности чистых культур дрожжей составляет 2 мес при условии хранения пробирок в сухом прохладном месте при температуре 5—10° С.

Операции по разведению чистой культуры дрожжей следует проводить в отдельном чистом помещении при закрытых дверях и окнах. При отсутствии такого помещения (комнаты) эти операции можно проводить в переносном настольном боксе.

Перед началом работы стол (бокс) протирают 60%-ным спиртовым раствором, тщательно моют руки, надевают чистый халат, протирают спиртом напильник, нож, ампулу с суслом и пробирку с культурой, предварительно освободив края ее от смолки чистым ножом. Слегка ослабляют ватную пробку, поворачивая ее в пробирке, зажигают горелку и делают надрез напильником на тонком конце ампулы. Затем берут пробирку с культурой дрожжей и пинцет в одну руку, а ампулу с суслом — в другую. Держа ампулу все время наклонно к огню концом, отламывают конец, постукивая пинцетом по нему, быстро обжигают ее края, и держа все время ампулу и пробирку наклонно около огня, вынимают пробку и переливают сусло в пробирку. Если отверстие ампулы малое (сусло не переливается), его следует расширить, обламывая края пинцетом, прокаленным в пламени горелки. После этого снова обжигают края пробирки и ампулы, переливают сусло и закрывают пробирку ватной пробкой, обжигая ее внутренний конец на огне. Пробирку с суслом ставят на 2—3 ч в термостат при 30° С, когда сусло разбродится, смывают дрожжи с поверхности агара, слегка вращая пробирку между ладонями.

Сусло с дрожжами вблизи пламени горелки переливают из пробирки в колбу вместимостью 1 л, в которой находится 0,5 л стерильного сусла с концентрацией СВ 10—12% по сахарометру. Перелив сусло с дрожжами, колбу закрывают предварительно обожженной ватной пробкой,

При использовании дрожжей, выращенных на сусле-желатине, пробирку после освобождения от смолки помещают в водяную баню с температурой не выше 32—33°С и расплавляют желатин. После этого дрожжи вместе с желатином переливают из пробирки в колбу с 0,5 л стерильного сусла с соблюдением вышеуказанных предосторожностей. Колбу с суслим и дрожжами помещают в термостат (водяную баню) при температуре 30°С. Через 20—22 ч бродящее дрожжевое сусло переливают в бутылку с 5 л стерильного сусла с концентрацией СВ 12—15% по сахарометру, подкисленного до 0,8°, и помещают в термостат (водяную баню). По достижении концентрации СВ 4—5% по сахарометру содержимое бутылки переливают в дрожжанку с 5 дал сусла с концентрацией СВ 16—18% по сахарометру, имеющему кислотность 2° при приготовлении молочнокислых и 0,8° — сернокислых дрожжей. Брожение продолжается при 30°С в течение 24 ч. По достижении видимой плотности бражки 5—8% по сахарометру полученные дрожжи передают в производство.

Для разведения дрожжей в инокуляторе используется нефилтрованное сусло, которое готовится по одному из нижеприведенных способов и стерилизуется непосредственно в дрожжанке при температуре 98°С в течение 1 ч.

Приготовление сернокислых дрожжей периодическим способом.

В начале производства дрожжи готовят на сусле из муки и солода. Для приготовления 1 дал дрожжевого сусла расходуется 1,2—1,3 кг ржаной муки и 1,8—1,9 кг измельченного солода. Мука смешивается с водой при температуре 30—35°С. Смесь выдерживается для растворения крахмала при температуре 85—90°С в течение 1 ч, охлаждается до 60—62°С, после чего в нее задается дробленый солод. Осахаривание продолжается 1 ч при температуре 58—60°С и 1,5—2,0 ч при 65°С. Затем сусло выдерживается при 80—85°С в течение 30—40 мин, охлаждается до 50—52°С и подкисляется серной кислотой. При переработке нормального зерно-картофельного сырья (за исключением кукурузы) дрожжи обычно готовят без дополнительного питания.

Сусло отбирается в дрожжанку при периодическом и непрерывном одноступенчатом осахаривании из осахаривателя, а при непрерывном двухступенчатом осахаривании — из трубопровода после осахаривателя. Отбраиное сусло, имеющее концентрацию СВ 16—18% по сахарометру, пастеризуется при 70°С в течение 20 мин, охлаждается до 50°С и подкисляется серной кислотой до 0,7—0,8° при использовании зернового и до 0,8—0,9° — картофельного сусла, при этом рН дрожжевого сусла должен быть не ниже 3,6. В это сусло после перемешивания и охлаждения до 30°С задают засевные дрожжи (10% от объема сусла), охлаждают до температуры складки (18—22°С) и ставят на брожение, во время которого не допускается повышения температуры свыше 30°С. При концентрации СВ, составляющей 1/3 от первоначальной их концентрации в сусле, дрожжи считаются зрелыми. Часть из них отбирается для следующего дрожжевого отъема, остальное количество передается в бродильные чаны.

При использовании для осахаривания разваренной массы глибинных культур плесневых грибов в дрожжевое сусло дополнительно вносится грибная культура (3—4% по объему сусла), после чего оно осахаривается при температуре 58°С в течение 2—3 ч.

При непрерывно-поточном способе сбраживания температуру пастеризации дрожжевого сусла увеличивают до 80°С, а продолжительность

выдержки — до 30 мин, после чего сусло охлаждают до 50°С и подкисляют серной кислотой.

Если имеющийся состав сырья не обеспечивает такого качества сусла, при котором дрожжи хорошо размножаются, то необходимо готовить дрожжи с применением дополнительного солодового питания. В этом случае концентрация СВ сусла, предназначенного для приготовления дрожжей, повышается на 1—2% по сравнению с концентрацией оснoвного сусла, поступающего на брожение. Дозировка солодового питания составляет на картофельном сусле 0,4 кг, на кукурузном 0,8, на зерновом сырье — 0,6 кг на 1 дал дрожжевого сусла. Этот солод считается поступившим на осахаривание и учитывается в общей норме расхода солода.

Сусло с солодовым питанием осахаривается 2 ч при температуре 55—57°С и 1 ч при температуре 65—70°С, выдерживается 20 мин при 85°С, охлаждается до 50—52°С, подкисляется серной кислотой до 0,7—0,8° и охлаждается до 30°С. После приготовления дрожжевого сусла в него задают засевные дрожжи (8—12% по объему), охлаждают до температуры складки (17—20°С) и ставят на брожение при температуре не выше 30°С. Концентрация сухих веществ в зрелых дрожжах должна составлять 1/3 от первоначальной концентрации сусла.

В ряде случаев целесообразно готовить сернокислые дрожжи на отъемах сбраживаемого сусла. По этому способу в дрожжанку из бродильного чана отбирается сбраживаемое сусло при концентрации СВ 9—11% по сахарометру, сусло подкисляется серной кислотой до 0,75—0,8° и ставится на дображивание, которое обычно продолжается 5—6 ч при температуре 26—28°С. По достижении в сусле концентрации СВ 5,0—5,5% по сахарометру дрожжи сливают в очередной бродильный чан.

Если использование дрожжей в бродильном отделении задерживается, то для сохранения высокой бродильной активности их следует охладить.

Приготовление молочнокислых дрожжей на отъемах сусла. Приготовление молочнокислых дрожжей предусматривает подкисление дрожжевого сусла молочной кислотой, образующейся в процессе молочнокислого брожения.

В начале производства засевную культуру молочнокислых бактерий готовят путем размножения их чистой культуры (штаммы 52, 70), которая поставляется из ВНИИПрБ. Размножают культуру в следующем порядке: пробирка с культурой → колба со стерильным суслим на 2 л → бутылка с отцеженным и пастеризованным суслим на 10—15 л → дрожжанка с суслим на 1 м³ → производственная дрожжанка. В процессе производства в качестве засевной культуры молочнокислых дрожжей используют отъемы сусла от предыдущего цикла.

В дрожжанку отбирают сусло при температуре 58—60°С, охлаждают до 50—51°С, вносят культуру молочнокислых дрожжей в количестве 2—3% по объему сусла и ставят на брожение до повышения кислотности до 2,0—2,2° для картофельного и 1,7—2,0° — для зернового сусла. После этого часть бражки отбирают для следующего цикла, а подкисленное сусло стерилизуют при температуре 75°С в течение 30 мин, охлаждают до 30°С, приливают свежее сусло, и процесс закисания продолжается. В процессе брожения следят, чтобы температура не превышала 30°С. Дрожжи считаются зрелыми

ми, когда концентрация СВ в сусле составит 1/3 от концентрации СВ в исходном сусле.

Приготовление дрожжей полунепрерывным способом. В начале производства сернокислые дрожжи готовят периодическим способом без добавления солодового питания. Полученные таким способом зрелые дрожжи в количестве 25—30% переводят во вторую свободную, предварительно продезинфицированную дрожжанку и при перемешивании доливают охлажденным стерилизованным суслом с концентрацией СВ 11—12% по сахарометру, после чего подкисляют его серной кислотой до 0,7—0,8°. Подкисленное сусло оставляют на брожение при температуре 27—28° С в течение 6—8 ч. Зрелые дрожжи концентрацией СВ 4,0—4,5% по сахарометру из одной дрожжанки сливают в бродильный чан. Освободившуюся дрожжанку промывают и пропаривают. Содержимое другой дрожжанки разливают на две и доливают охлажденным стерилизованным суслом. После созревания дрожжей операции повторяют.

При полунепрерывном способе ведения дрожжей освобождение, промыв и пропаривание дрожжанок осуществляется поочередно.

При приготовлении молочнокислых дрожжей по этому способу процесс молочнокислого брожения сусла ведется без дополнительного солодового питания в специально устанавливаемом для этой цели чанке при температуре 50—51° С до получения кислотности 2,0—2,2° при использовании картофельного сусла и до 1,7—2,0° для зернового сусла. Затем 1/3 объема такого сусла сливают в стерилизатор, где оно выдерживается при температуре 75° С в течение 30 мин, а затем охлаждается до 30° С. Взамен сгущенного сусла к оставшейся в чанке 2/3 сусла приливают свежее сусло, и процесс продолжается.

При первоначальном заполнении дрожжанок в них одновременно вносят приготовленное в стерилизаторе подкисленное дрожжевое сусло и засевные дрожжи, полученные из чистой культуры.

Перед генеральной дезинфекцией чанок молочнокислого брожения освобождается и стерилизуется. В этом случае из него отбирают еще 1/3 объема в дрожжанку, а освободившийся чанок промывают и пропаривают. Стерилизованный чанок заполняют на 1/3 дрожжевым суслом и при температуре 50—52° С в него вносят молочнокислую культуру, и циклы брожения повторяются.

Очистка дрожжей. При наличии инфекции зрелые дрожжи отбирают из дрожжанки в маточник, подкисляют серной кислотой до 2,7—3,0° и выдерживают 30—40 мин. После такой обработки дрожжи задают в дрожжевое сусло, кислотность которого в этом случае понижена на 0,1—0,2° по сравнению с обычной. После очистки расход засевных дрожжей увеличивают до 15—20%, а температуру складки повышают на 1—2° С.

Молочнокислые засевные дрожжи очищают таким же образом серной кислотой. После очистки их переводят в обычное молочнокислое сусло.

Подача дрожжей на брожение. По непрерывной и полунепрерывной схемам производства дрожжи задаются в начале заполнения бродильного чана одновременно с непрерывно поступающим суслом. Для исключения инактивации ферментов сусла от возможного повышения кислотности дрожжи вводят с такой скоростью, чтобы объем дрожжевого сусла по отношению к поступающему составлял не более 50%, а кислотность смеси не превышала 0,5°. Те же скорости заполнения применяются и при периодическом способе брожения.

Сбраживание зерно-картофельного сусла

Непрерывно-поточный способ брожения. Типовая аппаратура, применяемая для сбраживания зерно-картофельного сусла непрерывным способом, состоит из двух дрожжанок, возбраживателя и батареи бродильных чанов с двумя головными чанами. Вместимость каждой дрожжанки составляет 25—30% от вместимости возбраживателя, в свою очередь его вместимость составляет 30—40% от вместимости головного чана.

Для обеспечения самотека дрожжанки устанавливают над возбраживателем, а последний — над батареей бродильных чанов, причем верхний край цилиндрической части головных чанов должен быть на 1 м выше, чем у остальных чанов. Бродильные чаны соединяются друг с другом переточными трубами, позволяющими массе переливаться из чана сверху, а поступать в следующий по потоку чан снизу. В первых 3—4 бродильных чанах протекает главное брожение, а в остальных — дображивание. Дрожжанки и возбраживатель оборудуются мешалками и змеевиками для охлаждения бродящей среды.

В начале производственного сезона дрожжи в дрожжанках приготавливают из чистой культуры. Готовые зрелые дрожжи из первой дрожжанки переводят в возбраживатель, освобождающуюся дрожжанку промывают, пропаривают и после охлаждения заполняют суслом. Сусло пастеризуют при температуре 80° С в течение 30 мин, охлаждают до 30° С и подкисляют до 0,7—1,0° (рН среды 3,6—3,8). Затем в первую дрожжанку отбирают засевные дрожжи из второй дрожжанки, остаток дрожжей из которой спускают в возбраживатель, одновременно открывая в него приток охлажденного сусла. Вторую дрожжанку после опорожнения промывают, пропаривают и заполняют суслом, обрабатывая его вышеописанным способом.

Если кислотность сбраживаемой среды после заполнения возбраживателя ниже 0,4—0,5°, то ее подкисляют серной кислотой до этой величины и оставляют на брожение.

При концентрации сухих веществ 5—6% по сахарометру дрожжи (концентрация дрожжевых клеток в дрожжевой массе, поступающей из возбраживателя, должна быть не менее 90—100 млн./мл) передают в первый головной бродильный чан, одновременно направляя в него сусло. Первый и второй чаны работают последовательно, при этом дрожжи подают только в первый чан. После заполнения чана сбраживаемая среда по переточной трубе переходит во второй, затем в последующие чаны батареи. В первом чане происходит главное брожение, при этом концентрация дрожжевых клеток в сбраживаемой среде должна находиться в пределах 80—100 млн./мл.

Для обеспечения непрерывности поступления сусла и предупреждения развития посторонней микрофлоры следует иметь две параллельные линии для подачи сусла и солодового молока, которые стерилизуются поочередно. Если же работа осуществляется только на одной линии, то ее необходимо стерилизовать ежедневно.

Стерилизация чанов бродильной батареи проводится поочередно, но с разными сроками для головных и остальных чанов. После освобождения первых двух бродильных чанов (обычно через 24—30 ч от начала залива), что достигается перекачиванием насосом сбраживаемой среды в последующие чаны, их ополаскивают чистой водопроводной водой, следя, чтобы на змеевиках и стенках не было остатков бражки, после чего без стерилизации вновь заполняют дрожжами и

сусликом. Стерилизацию этих чанов проводят через каждые 48—60 ч. Когда первый чан освобождается, промывается и стерилизуется, поток сусла направляют во второй чан. Остальные бродильные чаны стерилизуют через 60—72 ч, при этом сбраживаемая среда предварительно перекачивается насосом в последующие чаны.

При нарушении режима работы первого головного бродильного чана, когда не обеспечиваются надлежащие условия размножения дрожжей и поддержания концентрации дрожжевых клеток, необходимо уменьшить поступление в него сусла, увеличить объем закладываемых дрожжей или перейти на двухпоточное осахаривание при непрерывном брожении.

Для обеспечения нормального перетока сбраживаемой среды по чанам батареи диаметры переточных труб должны соответствовать диаметрам дисковых затворов, изменяясь в зависимости от производительности завода в следующих пределах:

Производительность, дал/сут	1000	3000	4000	8000
Диаметр трубы, мм	200	300	350	400

Температура в первом чане во время главного брожения должна составлять 26—27°С, во втором — 28, в третьем — 29—30 и в последующих чанах — 27—28°С. Процесс брожения заканчивается за 60 ч, считая от начала притока сусла в головной бродильный чан до начала перегонки.

В целях интенсификации процесса размножения дрожжей поток разваренной массы делят на две части и к каждой из них прибавляют непропорционально разделенное количество осахаривающих материалов, например 2/3 и 1/3 солодового молока или 5,25 и 1,75 ед. ГЛА на 1 г крахмала. Первый поток, содержащий 2/3 солодового молока (150% нормы), направляется в первый головной бродильный аппарат, второй поток — 1/3, или 50% нормы, — во второй аппарат. В остальных аппаратах батареи находится 100% нормы осахаривающего материала при нормальном расходе солодового молока на всю батарею. Могут быть и другие соотношения между количеством разваренной массы и осахаривающего материала, при которых в первом головном аппарате достигается 200% его нормы, а в остальных по 100% при нормативном расходе в целом на осахаривание. Интенсификация брожения сопровождается увеличением производительности батареи на 25—30%.

Для интенсификации брожения применяют также рециркуляцию биомассы дрожжей или сбраживаемой среды из третьего и четвертого бродильных аппаратов в первый. Это позволяет повысить концентрацию дрожжевых клеток в рециркуляционном контуре и увеличить скорость разбавления в нем. Рециркуляцией сбраживаемой среды и биомассы дрожжей достигается стабилизация технологических показателей и осахаривания, так как при этом увеличиваются поверхность контакта дрожжей и обрабатываемого сусла, а также контакт между ферментами осахаривающих материалов и субстратом. Рециркуляцией достигается совмещение лаг-фазы и экспоненциальной фазы роста дрожжей, что ведет к сокращению продолжительности брожения. Особенно резко сокращаются периоды возбуждения и дображивания, и за этот счет увеличивается период главного брожения.

Циклический способ брожения. Процесс брожения циклическим способом осуществляется в батарее бродильных чанов. Вначале по-

ток сбраживаемой массы движется из чана в чан в одном направлении, а во втором цикле — в обратном. Для перетока каждый чан соединяется с соседними двумя переточными трубами, одна из которых предназначена для соединения с верхним выходным отверстием предыдущего чана, а другая — с нижним входным отверстием следующего чана. При смене цикла крайние бродильные чаны в батарее попеременно становятся головными.

Циклический способ брожения применяется при наличии в батарее от 6 до 8 бродильных чанов. Сусло поступает в батарею по трубопроводам, подведенным к каждому крайнему чану. Дрожжи готовятся периодическим способом. При переработке нормального сырья разрешается применять вместо дрожжей отъемы сбраживаемой среды. Отъем берут из первого по потоку бродильного чана (в количестве 20—25% от его объема) при концентрации СВ в сусле 9—11% по сахарометру, перекачивают его в предварительно промытый и пропаренный возбуждатель, подкисляют серной кислотой до 0,7—0,9%, охлаждают до 21—23°С и оставляют на дображивание до содержания СВ 5,0—5,5% по сахарометру, которое продолжается 6—8 ч. После этого отъем направляют в первый бродильный чан, а возбуждатель после опорожнения промывают, пропаривают и заполняют вновь сбраживаемой средой. Одновременно с дрожжами в первый бродильный чан вводят сусло. После заполнения головного чана бродящая масса по переточной трубе поступает во второй, затем в третий и последующие чаны батареи. Через 20—24 ч, предварительно уменьшив приток сусла, в первый головной чан спускают из возбуждателя второй отъем, а перед началом заполнения предпоследнего чана батареи в головной чан спускают третий отъем из возбуждателя. После заполнения предпоследнего чана прекращают приток сусла в головной чан и открывают приток дрожжей и сусла в последний чан, который к этому времени должен быть освобожден, промыт и простерилизован. Этот чан становится головным в следующем цикле брожения. В этот период зрелая бражка первого цикла брожения из предпоследнего чана поступает на перегонку, затем перегоняется бражка из следующего чана и т. д., до бывшего головного.

В батарее, состоящей из восьми бродильных чанов, в каждом цикле заполняют 7 чанов, при большем количестве чанов число заполняемых за один цикл чанов соответственно увеличивается.

Главное брожение протекает в первых двух чанах, где температура не должна быть выше 29—30°С; в последующих чанах происходит дображивание, температура в них поддерживается на уровне 27—28°С. Продолжительность сбраживания крахмалистого сырья при циклическом способе составляет 60 ч.

Периодический способ брожения. Это наиболее старый способ сбраживания сусла. По этому способу бродильные чаны заливаются периодически, при этом дрожжи могут подаваться как в осахариватель, так и в бродильный чан. Расход дрожжей составляет 6—8% от объема сбраживаемого сусла.

Залив бродильного чана должен продолжаться не более 8 ч. Продолжительность брожения, считая от начала залива чана до начала перегонки зрелой бражки, составляет 72 ч. При отсутствии достаточного количества (объема) бродильных чанов по согласованию с вышестоящей организацией продолжительность брожения временно может быть сокращена до 48 ч с полным использованием имеющихся бродильных емкостей.

Температура складки при 72-часовом брожении должна составлять 18—20° С, при 48-часовом — 24—25° С. Температура сбраживаемой среды во время главного брожения 29—30° С, при дображивании — 27—28° С. Температура при брожении регулируется подачей холодной воды в эмсевики бродильных чанов или перекачиванием массы через выносные теплообменники, причем попадание воды в бражку должно быть полностью исключено.

Количество спирта, уносимого из бродильных чанов с диоксидом углерода, зависит от скорости CO₂, крепости и температуры зрелой бражки и в среднем составляет 0,8%. Обычно на спиртовых заводах для улавливания спирта из чанов брожения используют спиртоловушки колпачкового типа, ловушки с наполнителями, а также пленочно-конденсационные. В них диоксид углерода поступает снизу под тарелки или под кольца Рашига, а вода движется сверху. Промывные воды из спиртоловушки направляются для замера в сборник, после которого отводятся в бражную емкость. Концентрация спирта в промывной воде составляет 1,5—2,0% об.

При улавливании спиртовых паров в ловушках пленочно-конденсационного типа, работающих на принципе абсорбции спиртовых паров тонким слоем воды из газа в трубках и абсорбции на сетчатых тарелках, концентрация спирта в промывной воде повышается до 3,0—3,5% об. Количество уловленного спирта определяется путем замера объема и крепости водно-спиртовой жидкости.

При периодическом брожении рекомендуется применять перемешивание сбраживаемой массы диоксидом углерода для равномерного распределения дрожжей по всей массе, особенно при переработке зерна с большим содержанием плесени, вызывающих покровное брожение. Первое перемешивание проводят после заполнения чана на 1/3, второе — после залива половины чана и третье — по окончании залива.

Во время главного брожения массу не перемешивают, перемешивание возобновляют после 36 ч от начала заполнения чана и периодически повторяют через 4 ч. Продолжительность пуска CO₂ для перемешивания через барботеры, расположенные у днища чана, составляет 5 мин. При этом бродильные чаны должны быть герметизированы и снабжены спиртоловушкой.

Сбраживание сусла при переработке дефектного сырья. Сбраживание сусла, приготовленного из пораженного гнилью картофеля, следует проводить в смеси с суслом, полученным из нормального сырья, которое подается в бродильный чан в начале залива вместе с дрожжами. При отсутствии нормального сырья допускается периодическое сбраживание сусла из картофеля, пораженного гнилью, при следующем режиме заполнения бродильных чанов.

Одновременно заполняют два или три чана, спуская сначала в каждый бродильный чан все дрожжи и двойное количество сусла. Второй долив сусла в количестве 30% от вместимости каждого чана осуществляют в момент активного размножения дрожжей. В третий раз бродильные чаны заполняются суслом полностью.

Сбраживание сусла, полученного из зерна третьей и четвертой степеней дефектности, производится, как правило, в смеси с суслом, полученным из зерна и картофеля нормального качества или зерна первой и второй степеней дефектности. Самостоятельно сбраживать такое сырье разрешается лишь в случае полного отсутствия лучшего сырья.

При переработке смеси бродильные чаны сначала заполняются дрожжами и суслом нормального качества, а затем приливается сусло из остродефектного сырья.

Если на заводе перерабатывается зерно первой и второй степеней дефектности, например зерно, перезимовавшее в поле, то рекомендуется сбраживать его в смеси с нормальным сырьем в количестве до 30%. При этом режимы приготовления дрожжей и брожения не отличаются от обычных, принятых для нормального сырья. Барду, полученную после переработки на спирт перезимовавшего в поле зерна, можно скормить скоту по разрешению органов ветеринарной службы.

Ректификованный спирт и диоксид углерода можно использовать для пищевых целей.

Качественные показатели зрелой бражки. Нормативными показателями зрелой бражки являются кислотность, количество несброженных углеводов и крепость. Нарастание кислотности зрелой бражки при нормальных условиях производства не должно превышать 0,15—0,20%; содержание несброженных растворимых углеводов—0,25 г на 100 мл при отличной работе, 0,35 — при хорошей и 0,45 г на 100 мл — при удовлетворительной работе; количество нерастворенного крахмала может колебаться от 0,03 до 0,2%; содержание спирта должно составлять 8,0—8,5% об.

Для оперативного контроля процесса брожения при переработке крахмалистого сырья определяют содержание сухих веществ в фильтрате бражки по сахарометру. Видимая плотность зрелой бражки в зависимости от вида сырья и схемы разваривания должна иметь следующие значения (в %):

Сырье	Периодическая схема разваривания	Непрерывная схема разваривания
Картофель	+0,4	+0,2
Кукуруза	-0,2	-0,4
Просо	0,0	-0,2
Пшеница	+0,7	0,0
Рожь	+1,3	+0,7
Ячмень	+1,2	+0,7
Овес и гречиха	+1,1	+0,9
Чумиза	+0,2	—
Чечевица, горох, вика	+4,0	—

ПЕРЕРАБОТКА СУСЛА ПОВЫШЕННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ

Для увеличения производительности спиртового завода ВНИИПрБ разработал усовершенствованный способ переработки крахмалистого сырья при повышенной концентрации сусла (до 19%) без увеличения потерь сбраживаемых веществ. Способ позволяет перерабатывать с нормальными технологическими показателями сусло с концентрацией сухих веществ 18,0—18,5%, а при использовании на стадии подваривания бактериальной амилазы (для разжижения) — до 19% СВ и выше. Повышение концентрации до указанных пределов обеспечивает увеличение производительности завода на 12—13%.

Очистка и измельчение зерна

Все зерно, поступающее в производство, очищается на зерноочистительных машинах от минеральных и металлических примесей. При поступлении зерна с большим количеством камней зерноочистительную линию рекомендуется дополнить камнеотборником марки А1-БКМ.

При непрерывной тепловой обработке зерно измельчается на молотковых дробилках или вальцовых станках. Для улучшения технологических показателей и смягчения режима тепловой обработки, а также увеличения производительности варочного агрегата рекомендуется применять тонкий помол зерна. При работе на непрерывнодействующих агрегатах колонного типа (Мичуринская схема) проход измельченного сырья через сито с диаметром отверстий 1 мм должен составлять не менее 80%, а при работе на прямоточном трубчатом диафрагмированном агрегате (Мироцкая схема) — 90—95%.

Тонкий помол зерна достигается применением современных скоростных измельчающих машин, например А1-ДДП и А1-ДДР, или путем последовательного двухстадийного измельчения.

Приготовление и подваривание зерновых замесов

Для приготовления зерновых замесов измельченное зерно смешивают с теплой водой при температуре не выше 45—50°С в соотношении 1 : (2,3—2,5). При постоянной подаче зерна количество воды изменяется в зависимости от исходной крахмалистости сырья и контролируется по концентрации сусла в сахаривателе, которая должна составлять 18—19% по сахарометру в зависимости от выбранного предела концентрации.

Для контроля за подачей воды в смеситель должны быть установлены расходомер, а также приборы для автоматической стабилизации расхода воды: ротаметр с пневмовыходом РПМ-16кс производительностью 16 м³/ч или другой модели (РП-2,5; 4; 6,3; 10 и т. п. в зависимости от требуемого расхода воды); прибор пневматический вторичный со станцией управления ПВ-10.1Э, изготовляемый московским заводом «Тизприбор», стоимостью 120 руб.; регулятор пневматический изодромный ПР.3.21, также изготовляемый заводом «Тизприбор», стоимостью 80 руб., и клапан регулирующий с пневматическим исполнительным механизмом МИМ 25ч30нж, изготовляемый ПО «Киеварматура», стоимостью 150 руб.

Подваривание замеса вторичным паром производится с учетом повышения вязкости массы при меньшей подаче воды иа приготовление замеса.

Режим подваривания (температура, продолжительность) определяется текучестью замеса и возможностью перекачивания его по трубопроводам.

Режим подваривания также определяется видом сырья и степенью его измельчения. При работе на непрерывнодействующем агрегате колонного типа, когда степень измельчения любого вида зерна характеризуется 30—40%-ным проходом частиц через сито 1 мм, температура подваривания составляет 65—70°С, продолжительность выдержки 6 мин; при более тонком измельчении — проход через сито 1 мм не менее 80% — температура подваривания ограничивается 60—65°С при продолжительности 3—4 мин.

Для перекачивания концентрированных замесов рекомендуется использовать плунжерный насос с диаметром плунжеров 160—170 мм с шаровыми клапанами и увеличенным диаметром клапанных корыт (до 125 мм).

Для разжижения концентрированных замесов рекомендуется применять бактериальный препарат Амилосубирлин ГЗх (ОСТ 59-9—72). Дозировка препарата, и следовательно АС, составляет 1—1,5 ед./г (по колориметрическому методу). Ферментный препарат в виде смеси с водой поступает в смеситель из расходной емкости и дозируется через ротаметр (расходомер). Замес при использовании бактериальной α-амилазы нагревается до 90—95°С и выдерживается при этой температуре не менее 10—15 мин (продолжительность выдержки зависит от вместимости предразварника). Подогрев замеса осуществляется вторичным паром (при недостатке используется острый пар).

Разваривание сырья в непрерывнодействующих агрегатах

При разваривании в агрегатах колонного типа всех видов зернового сырья, кроме кукурузы, со степенью измельчения, характеризующей 30—40%-ным проходом через сито 1 мм, и кукурузы со степенью измельчения, характеризующей 80—90%-ным проходом через сито 1 мм, рекомендуется следующий режим:

	Температура, °С	Продолжительность, мин
Все виды зерна, кроме кукурузы	138—143	50—60
	140—145	
Кукуруза	148—153	70—80
	150—155	

Примечание. В числителе приведены значения температур при разваривании с разжижением концентрированных замесов, в знаменателе — без разжижения.

При разваривании сырья той же степени измельчения в прямоточном трубчатом диафрагмированном агрегате рекомендуются следующие режимы:

	Температура, °С	Продолжительность, мин
Все виды зерна, кроме кукурузы	170—165	2—3
	155—145	
Кукуруза	180—178	2—3
	167—165	

Примечание. В числителе приведены значения температур на выходе из контактной головки, в знаменателе — на выходе из аппарата.

При более тонком измельчении зерна, характеризуемом прохождением через сито 1 мм не менее 80% и кукурузы не менее 95%, режим разваривания смягчается путем снижения температуры разваривания на 2—3°С без изменения продолжительности варки или путем сокращения продолжительности на 5—8 мин при той же температуре разваривания.

При применении бактериальной α -амилазы на стадии подваривания температура разваривания также снижается на 2—3°С при той же продолжительности разваривания.

Осахаривание разваренной массы

Расход зерна на солод при переработке сусла повышенной концентрации определяется по массе крахмала перерабатываемого сырья и солода. Нормы расхода как солода, так и других осаживающих материалов сохраняются на уровне существующих, предусмотренных Регламентом производства спирта из крахмалистого сырья.

Для осаживания разваренной массы применяется смесь двух-трех солодов с нормальными качественными показателями с обязательным наличием в смеси просаивающего солода в количестве не менее 30%. Продолжительность осаживания должна составлять не менее 20—25 мин при температуре 56—58°С. При использовании вакуум-охлаждения масса должна находиться в осаживателе не менее 10 мин.

Приготовление дрожжей

Разведение чистой культуры дрожжей из пробирки до объема дрожжанки производится согласно Регламенту производства спирта из крахмалистого сырья. Приготовление дрожжей осуществляется на сусле из ржи, картофеля, пшеницы, желатинно с добавлением солодового питания по существующим нормам. Расход солода на дополнительное питание дрожжей входит в общую норму расхода солодов.

Количество дрожжевых клеток в зрелых дрожжах должно составлять не менее 100—120 млн./мл.

Сбраживание концентрированного сусла

Наиболее благоприятные условия сбраживания концентрированного сусла создаются при непрерывно-поточном или циклическом способе брожения с количеством засевных дрожжей не менее 50% от вместимости головного бродильного чана по режимам, предусмотренным существующей Технологической инструкцией. При отсутствии схемы непрерывно-поточного или циклического сбраживания допускается вести брожение по периодическому способу с увеличенным количеством засевных дрожжей (10—12% от объема сусла). Продолжительность процесса — 72 ч.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА НЕПРЕРЫВНОГО ПРОИЗВОДСТВА СПИРТА ИЗ ЗЕРНО-КАРТОФЕЛЬНОГО СЫРЬЯ (СХЕМА ВНИИПрБ)

В этой схеме используются варочные аппараты колонного типа, двухступенчатое вакуум-охлаждение разваренной массы до температуры осаживания и сусла до температуры складки при двухпоточ-

ном способе осаживания и непрерывно-поточном способе сбраживания. Схема рекомендуется для заводов, имеющих технологический пар давлением до 0,5—0,8 МПа.

По этой схеме (рис. 2) зерно, доставленное со склада автоматической, с помощью автопогрузчика ссыпается в приемный бункер 2, из которого элеватором подается в бункера 4, вмещающие 1,5—2-суточный запас зерна. Из бункеров 4, которые обычно располагаются около подрабочного отделения, зерно винтовым конвейером и элеватором 6 транспортируется через контрольные весы на зерновой и электромагнитный сепараторы. Очищенное от посторонних примесей зерно взвешивается на автоматических весах и поступает на молотковую дробилку 12.

Измельченное зерно, характеризующееся 50—65%-ным проходом частиц через сито 1 мм, элеватором отводится на рассев, где на ситах с отверстиями 1,0—0,8 мм от помола отделяются частицы диаметром более 1 мм. Эти частицы через промежуточный бункер 14 направляются на вальцовый стайок 15, после которого собираются в сборнике для тонкоизмельченного зерна. Сюда же поступают частицы размером 1 мм и менее, прошедшие сразу через ситовую поверхность рассева 13. После рассева рекомендуется устанавливать сборник (бункер), рассчитанный на его заполнение в течение 2—3 ч. По заполнении сборника включают вальцовый станок, и весь продукт доизмельчается в течение 1,0—1,5 ч, после чего подача зерна на станок прекращается. Сборник снова заполняется зерновой фракцией с размерами частиц более 1 мм, которая через 2—3 ч также поступает на вальцовый стайок.

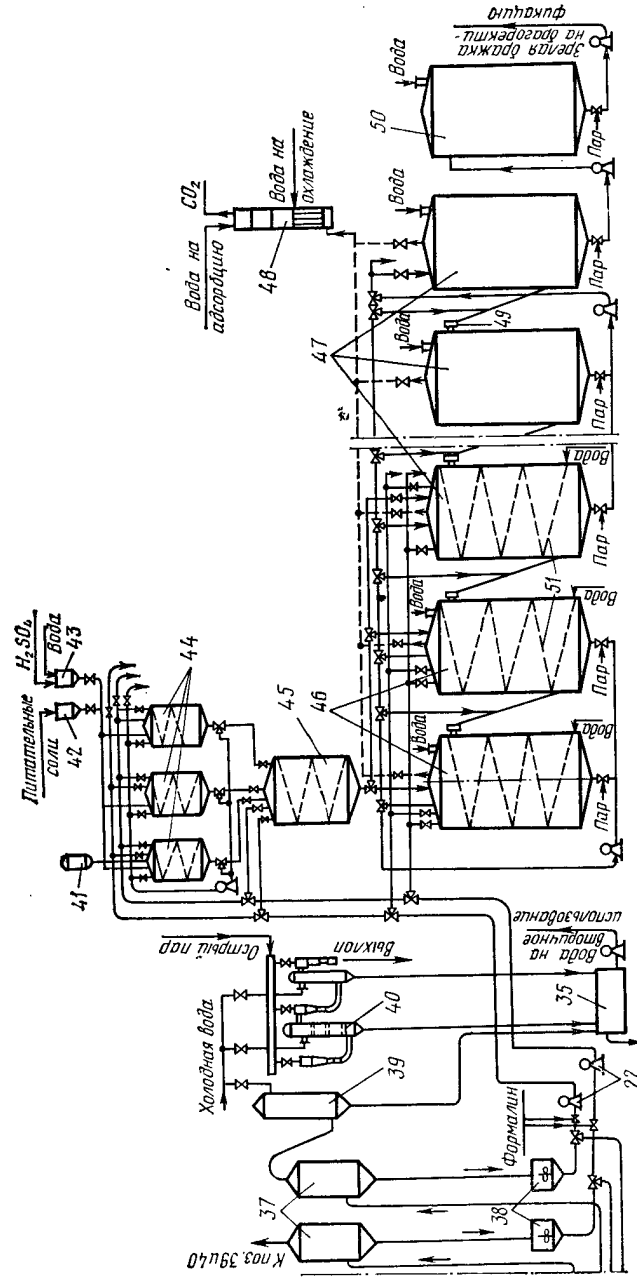
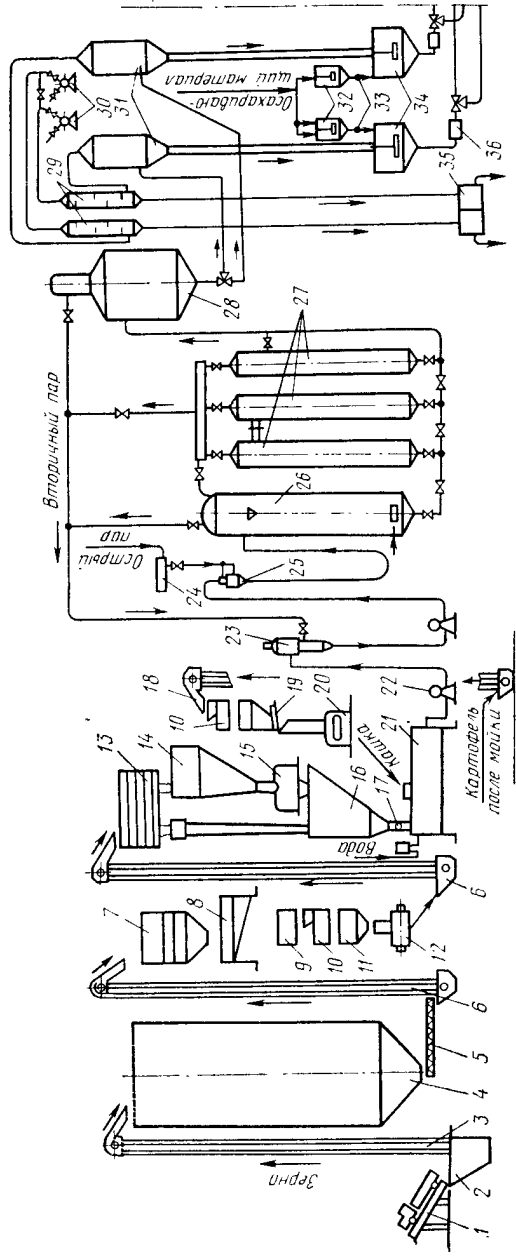
При использовании зерна влажностью до 14—15% схема двухстадийного измельчения зерна упрощается за счет исключения рассева. В этом случае измельченное зерно после молотковой дробилки направляется, минуя рассев, в сборник 14, находящийся над вальцовым стайком. По такой упрощенной схеме степень измельчения зерна, характеризующаяся проходом через сито 1 мм, может достигать 85—86%, а при измельчении кукурузы необходимо иметь проход до 94—95%. При большем содержании влаги в зернах необходимо двухстадийное измельчение, так как в этом случае резко снижается производительность и ухудшается качество измельчения зерна на молотковой дробилке и вальцовом стайке.

Тонкоизмельченное зерно из бункера 16 с помощью шнека-дозатора подается в смеситель-предразварник, где оно смешивается с тепловой водой в соотношении 1 : (2,5—3,0). Вода в смеситель дозируется с таким расчетом, чтобы концентрация сусла в осаживателе находилась в пределах 16—18% по сахарометру. Чтобы обеспечить хорошее смешивание воды с тонкоизмельченным зерном, температуру замеса в смесителе не следует поднимать выше 40—45°С, продолжительность пребывания замеса в смесителе-предразварнике при этой температуре должна составлять 15—16 мин.

При переработке картофеля отмытые от земли и отделенные от посторонних примесей клубни элеватором 18 транспортируются на автоматические весы и затем из бункера с лотковым питателем 19 дозируются на дробилку 20, после чего кашка направляется во второй отсек смесителя-предразварника 21, где нагревается вторичным паром до 40—45°С.

Замес или кашка из смесителя-предразварника насосом закачивается в подогреватель 23, нагревается в нем вторичным паром до

Рис. 2. Аппаратурно-технологическая схема непрерывного производства спирта из зерно-картофельного сырья:
 1 — автозагрузчик; 2, 4, 11, 14, 16 — бункер; 3, 6 — конвейер винтовой; 5 — контрольные весы; 7 — контрольные весы; 8 — сепаратор зерновой; 9 — сепаратор электромагнитный; 10 — весы; 12, 20 — дробилка; 13 — рассев; 15 — вальцовый станок; 17 — дозатор; 18 — элеватор; 19 — бункер с питателем; 21 — смеситель-предварительный; 22 — насос; 23 — подогреватель замеса; 24 — коллектор; 25 — контактная головка; 26 — варочная колонна I ступени; 27 — варочная колонна II ступени; 28 — паросепаратор; 29 — барометрический конденсатор; 30 — вакуум-насос; 31 — вакуум-испаритель I ступени; 32 — вакуум-испаритель II ступени; 33 — дозатор; 34 — осаживатель; 35 — барометрический конденсатор II ступени; 36 — парожидкостный вакуум-насос; 37 — маточник; 38 — сборник раствора питательных солей; 39 — барометрический конденсатор I ступени; 40 — парожидкостный вакуум-насос; 41 — маточник; 42 — сборник раствора питательных солей; 43 — сборник серной кислоты; 44 — дрожжанка; 45 — дрожжанка; 46 — дрожжанка; 47 — головной бродительный чан; 48 — бродительный чан; 49 — спирголовушка; 50 — передаточная емкость; 51 — теплообменник.



температуры 80—85°С и быстро перекачивается в контактную головку 25, где мгновенно нагревается острым паром до температуры разваривания, после чего поступает в варочную колонну I ступени разваривания 26. Острый пар имеет избыточное давление 0,5 МПа, температуру 158,08°С, теплосодержание 2756 кДж/кг. Разваривание зерна ведется при температуре 134—136°С в течение 45—50 мин, тонкоизмельченная кукуруза с 92—94%-ным проходом разваривается при температуре 144—150°С в течение 45—50 мин.

Развариваемая масса из колонны 26 по нижней переточной коммуникации поступает в первую колонну II ступени разваривания 27, проходит ее и через верхний переточный штуцер отводится во вторую колонну II ступени, движется по ней сверху вниз, после чего через нижнюю переточную коммуникацию поступает в третью колонну, из которой с помощью регулятора уровня и системы выдувания автоматически отводится в паросепаратор 28. Для обеспечения равномерного перетока массы по колоннам аппарата они соединены поверху уравнивающей линией, по которой неконденсирующиеся газы и пар непрерывно отводятся и направляются для предварительного нагрева замеса.

В паросепараторе от разваренной массы отделяется вторичный пар, который направляется на подогрев замеса. Масса в процессе сепарирования выдерживается 25—30 мин при температуре 107—108°С и давлении 0,03—0,04 МПа, после чего разваренная масса разделяется на два потока и направляется на установки с двухступенчатым вакуум-охлаждением и промежуточным двухпоточным осахариванием.

При работе по двухпоточному способу осахаривания охлажденная разваренная масса, разделенная на два равных по объему потока, по двум трубопроводам поступает в вакуум-испарительные камеры I ступени 31, в которых постоянно с помощью барометрических конденсаторов и вакуум-насосов поддерживается разрежение 0,080—0,081 МПа (600—610 мм рт. ст.). Такое же разрежение создается в трубопроводах, соединяющих паросепаратор 28 с испарительными камерами 31, поэтому самоиспарение массы начинается сразу после ее разделения на два потока.

Пар, выделившийся в испарительных камерах и поступивший в барометрические конденсаторы, охлаждается холодной водой. Конденсат пара вместе с водой сливается в барометрические сборники 35. В барометрической воде систематически определяется наличие крахмала по йодной пробе. При нормальной работе испарителя (без уноса частиц крахмала) йодная реакция на крахмал должна быть отрицательной.

Из испарительных камер масса с температурой 60—61°С по спускным трубам поступает в осахариватели 34. Высота спускной трубы над поверхностью охлажденной массы в осахаривателях должна быть не менее 9,5—10,0 м. Одновременно в осахариватели из сборников 32 через дозаторы поступает осахаривающий материал: солодовое молоко, суспензия поверхностных культур плесневых грибов, препараты глубинных культур микроорганизмов. При двухпоточном осахаривании $\frac{2}{3}$ осахаривающего материала подается, например, на поток № 1 через один осахариватель 34, а $\frac{1}{3}$ — на поток № 2 через второй осахариватель 34. Продолжительность осахаривания в каждом осахаривателе при температуре 56—59°С составляет не менее 10—15 мин.

Осахаренная масса через ловушки 36 подается в две испарительные камеры II ступени 37, в которых с помощью барометрических конденсаторов II ступени и двух парожекторных вакуум-насосов поддерживается разрежение 0,09—0,0975 МПа (745—750 мм рт. ст.), что обеспечивает охлаждение суслу до 22—24°С. Пар, выделившийся в испарительной камере 37, охлаждается в конденсаторе холодной водой. Конденсат пара вместе с водой сливается в барометрический сборник. Пар на парожекторную установку подается из коллектора, а конденсат с водой отводится также в барометрический сборник, часть воды из которого направляется насосом на повторное использование.

Сусло, охлажденное до температуры складки (22—24°С), из барометрических сборников 38 перекачивается насосами в броидильное отделение и для приготовления дрожжей в возбравителе. Сбраживание зерно-картофельного суслу осуществляется непрерывно-поточным способом в броидильных чанах, соединенных переточными коммуникациями в батарее.

Для приготовления дрожжей используется сусло температурой 60°С с большим количеством осахаривающего материала, которое периодически откачивается из осахаривателя и по отводной коммуникации поступает в дрожжанки. Для приготовления дрожжей предназначены маточник вместимостью 25% от объема дрожжанки и три дрожжанки 44 каждая вместимостью по 25% от объема возбравителя. Вместимость возбравителя составляет не менее 50% от вместимости броидильного чана. Для приготовления дрожжевого суслу предусмотрена подача в дрожжанки серной кислоты и питательных солей.

Маточник 41 используется для приготовления дрожжей в начале производства, а также для периодической очистки засевных дрожжей. Сначала чистая культура дрожжей из пробирки разводится до объема одной дрожжанки согласно режиму, описанному выше (см. «Разведение дрожжей из чистой культуры»). В процессе производства приготовления дрожжей в дрожжанке ведется на пастеризованном, подкисленном сусле по методу естественно чистой культуры. Температура во время сбраживания дрожжевого суслу не должна подниматься выше 30°С.

Дрожжи, созревшие в первой дрожжанке, используются в качестве засевных для двух других дрожжанок, которые должны быть наполовину заполнены предварительно пастеризованным, подкисленным и охлажденным до температуры 30°С сусликом. Засевные дрожжи из первой дрожжанки перекачиваются во вторую и третью дрожжанки (50% в одну и 50% в другую).

Освободившаяся первая дрожжанка и коммуникации тщательно промываются и пропариваются. Дрожжанка заполняется сусликом, перекачиваемым по свободной коммуникации из осахаривателя. Сусло выдерживается в ней в течение 60 мин при температуре 57—60°С, пастеризуется при температуре 78—80°С в течение 30 мин, после чего охлаждается до температуры 50°С и подкисляется серной кислотой до 0,7—1,0° (рН среды 3,6—3,8). Подкисленное сусло охлаждается до температуры 30°С, затем в него из одной дрожжанки (второй или третьей) вносятся засевные дрожжи в количестве 15% по объему суслу. Срок приготовления дрожжевого суслу в первой дрожжанке координируется с таким расчетом, чтобы к моменту созревания дрожжей в остальных двух дрожжанках оно прошло все

стадии обработки и было охлаждено до 30° С. Продолжительность созревания дрожжей в первой дрожжанке регулируется температурой складки таким образом, чтобы зрелые дрожжи были готовы ко времени складки второй и третьей дрожжанок. Зрелые дрожжи из второй и третьей дрожжанок используются в качестве засевных для первой дрожжанки и возбуждателя.

Готовые дрожжи из возбуждателя самотеком подаются в головной чан бродильной батареи 46, куда одновременно поступает охлажденное сусло. Освободившийся возбуждатель промывается, пропаривается, заполняется засевными дрожжами и охлажденным суслом. Сусло подкисляется до 0,4° и оставляется на брожение при температуре 30° С.

Периодически, не реже чем один раз в 10 дней, дрожжи, отбираемые в качестве засевных для первой дрожжанки, обрабатываются в маточнике 41 серной кислотой при pH 2,7—2,9 в течение 2 ч. График работы дрожжевого отделения должен составляться с учетом того, чтобы каждые 30—36 ч зрелые дрожжи из возбуждателя спускались в один из головных чанов. Концентрация дрожжевых клеток в зрелых дрожжах должна быть 100 млн./мл. Концентрация сухих веществ составляет примерно 1/3 от исходной. Не допускаются перебродившие зрелые дрожжи и их простой.

Для осуществления непрерывно-поточного метода брожения с двухпоточным осахариванием в бродильном отделении необходимо иметь батарею, состоящую из 8—10 последовательно соединенных чанов. Желательно, чтобы вместимости чанов были равными. Для перекачивания бражки с целью освобождения чанов на профилактическую стерилизацию устанавливаются два центробежных насоса: один для освобождения головных чанов, другой — для всех последующих.

Все бродильные чаны через верхнюю коммуникацию, отводящую диоксид углерода, присоединяются к спиртоловушке 48.

Для предотвращения развития инфекции и более надежной дезинфекции чанов предусматриваются специальные запорные устройства 49 на всех переточных коммуникациях. Первые 4—5 чанов оборудуются выносными или внутренними теплообменниками. Температуру брожения в первом чане поддерживают в пределах 26—27° С, во втором 27, в третьем 29—30, в последующих — 27—28° С.

Зрелая бражка из последнего бродильного чана насосом перекачивается в передаточную емкость 50, откуда также насосом подается на брагоректификацию.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА СПИРТА ИЗ ЗЕРНО-КАРТОФЕЛЬНОГО СЫРЬЯ С НЕПРЕРЫВНОЙ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКОЙ В ТРУБЧАТОМ РАЗВАРНИКЕ ПО МЕТОДУ УкрНИИСПа

Схема (рис. 3) рекомендуется для внедрения на заводах, имеющих технологический пар давлением 0,8 МПа и выше. По схеме предусматриваются две линии подготовки зернового сырья и картофеля. Зерно после очистки и измельчения через шлюзовую затвор поступает в чай-смеситель, где при перемешивании смешивается с водой в соотношении 1 : (2,5—3,0). Температура замеса в смесителе 20—25° С, время пребывания — 15 мин. Затем замес закачивается в экстрапа-

ровую контактную головку, где мгновенно нагревается вторичным паром до температуры 90—95° С. Подогретый замес самотеком поступает в расширитель объемом 0,8—1,3 м³, из которого затем насосом откачивается в остропаровую контактную головку, где острым паром нагревается до температуры 165—170° С. После этого замес подвергается тепловой обработке в диафрагмированном трубчатом разварнике 20. Продолжительность разваривания крахмалистого сырья в нем 2—3 мин. Разваренная масса непрерывно выдувается в выдерживатель-паросепаратор 21.

На рис. 4 представлена схема измельчения зерна, рекомендуемая УкрНИИСПом для получения тонкого помола. Использование помола зерна, характеризуемого проходом через сито 1 мм в количестве 70—75% без применения отсева, позволяет снизить температуру разваривания пшеницы до 162—165° С, при этом температура массы на выходе из варочного аппарата должна составлять 142—145° С. По данным УкрНИИСПа, при достижении степени измельчения зерна с отсевом 96—100%-ного прохода через сито 1 мм температура разваривания пшеницы может быть снижена до 152—155° С, а ячменя и кукурузы — до 155—158° С.

При переработке картофеля клубни после картофелемойки элеваторм 10 (см. рис. 3) подаются на автовесы, проходят бункер и питателем дозируются на дробилку. Картофельная кашка из чанка 15 насосом перекачивается на разваривание.

Разваренная масса из трубчатого разварника 20 непрерывно выдувается в выдерживатель-паросепаратор, где доваривается в течение 40—45 мин при температуре 106—108° С, после чего пропускается через мембранный клапан 23 в испаритель 22, где под вакуумом мгновенно охлаждается до 62—63° С. Вторичный пар поступает в конденсатор 29, где охлаждается холодной водой; сконденсированный пар поступает в барометрический сборник 28, неконденсирующиеся газы и частично пар отсасываются вакуум-насосом.

Охлажденная разваренная масса из испарителя по спускной трубе отводится в осахариватель. Для осахаривания крахмала применяются солодовое молоко, водная суспензия поверхностных культур плесневых грибов, ферментные препараты плесневых грибов и бактерий.

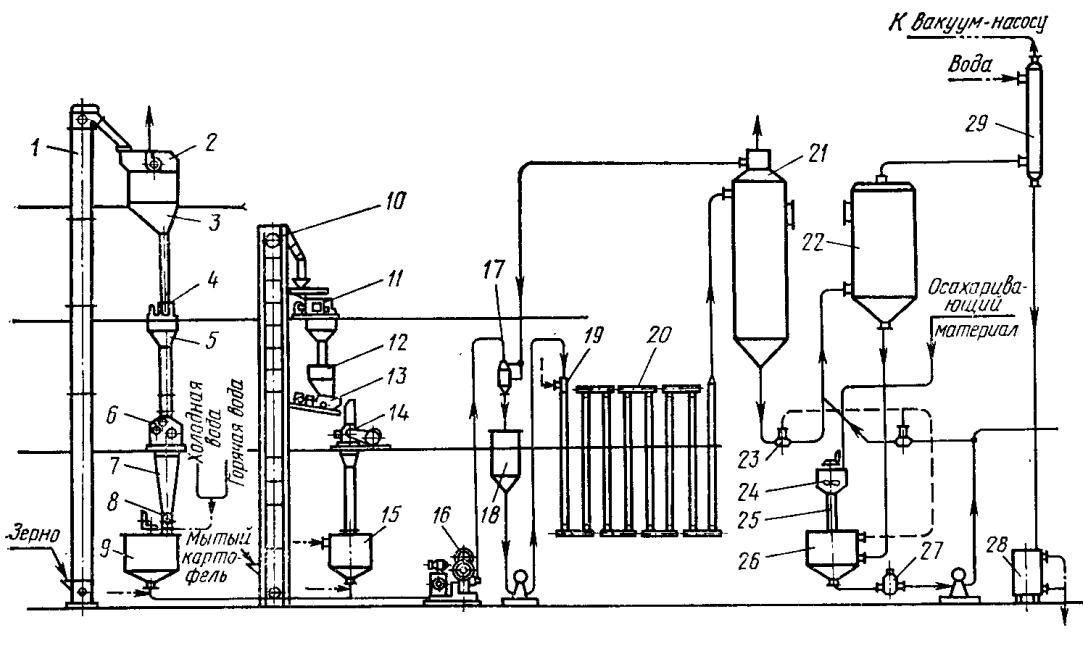
Осахаривающий материал поступает в осахариватель из расходного чана 24 через дозатор. Осакхаривающие материалы дозируются по существующим нормативам.

Температура в осахаривателе постоянно находится на уровне 57—58° С, продолжительность пребывания массы в нем составляет 20—25 мин. Сусло из осахаривателя через ловушку 27 насосом закачивается в теплообменник 30, где охлаждается до температуры складки, после чего подается на сбраживание. Схемой предусмотрен циклический полунепрерывный способ брожения.

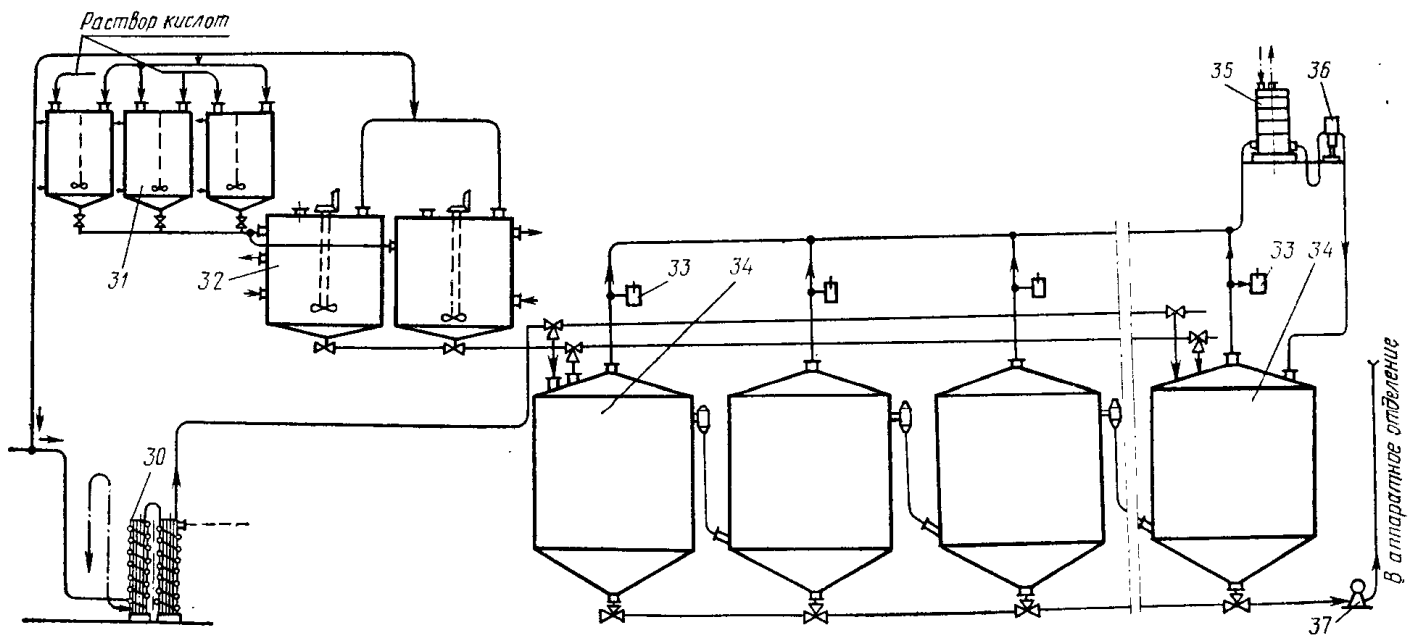
Ведение дрожжей осуществляется в трех дрожжанках 31 на пастеризованном подкисленном сусле и в возбуждателях 32 на подкисленном до 0,4° сусле. Если брожение ведется ускоренным циклом, т. е. непрерывно заполняются 4—5 чанов при 8—10 чанов в батарее, то допускается использовать один возбуждатель.

В начале производственного сезона дрожжи готовятся в одной из дрожжанок. Зрелые дрожжи из первой дрожжанки используются в качестве засевных для двух остальных дрожжанок, в которых предварительно готовится дрожжевое сусло. Зрелые дрожжи из

Рис. 3. Аппаратурно-технологическая схема производства спирта из зерно-картофельного сырья с непрерывной тепловой обработкой в аппаратах трубчатого типа по методу УкрНИИСПа:



- 1 — норня; 2 — сепаратор зерноочистительный; 3, 5, 7, 12 — бункер; 4 — весы; 6 — вальцовый станок; 8 — шлюзовой зазор; 9 — чан-смеситель; 10 — элеватор; 11 — весы; 13 — пнтатель; 14 — дробилка; 15 — чан; 16 — насос; 17 — экстрапаровая контактная головка; 18 — расширитель; 19 — остропаровая контактная головка; 20 — трубчатый варочный аппарат; 21 — выдерживатель - паросепаратор; 22 — испаритель; 23 — мембранный клапан; 24 — расходный чан; 25 — дозатор; 26 — осахариватель; 27 — ловушка; 28 — барометрический сборник; 29 — барометрический конденсатор; 30 — теплообменник; 31 — дрожжанка; 32 — возбуживатель; 33 — гидрозапор; 34 — бродильный чан; 35 — спиртоловушка; 36 — эпруvette для спирта; 37 — насос.



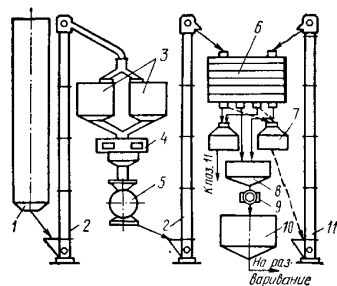


Рис. 4. Схема измельчения зерна для получения тонкого помола:

1 — силос; 2, 11 — норья; 3, 8 — бункер; 4 — магнитный сепаратор; 5 — дробилка молотковая; 6 — рассев; 7 — вальцовый станок; 9 — питатель; 10 — чанок замеса.

снабжены выносными или внутренними теплообменниками, гидрозапорными. Газы, выделяющиеся при брожении, отводятся в спиртоловушку, откуда водно-спиртовая жидкость через эпруветку отводится в передаточную емкость или бражный сборник.

После заполнения первого чана бродящая масса по переточным коммуникациям заполняет последовательно все чаны батареи. Через 24—30 ч после заполнения первого (головного) чана еще раз спускают дрожжи из возбраживателя.

По заполнении предпоследнего чана приток сусла в первый чан прекращают, а в освободившийся, промытый и простерилизованный последний чан передают из возбраживателя зрелые дрожжи и начинают заполнять батарею суслом в противоположном направлении через последний чан, который становится при этом головным.

Глава 3

ПЕРЕГОНКА БРАЖКИ И РЕКТИФИКАЦИЯ СПИРТА

В спиртовом производстве под термином перегонка подразумевают процесс выделения из бражки этилового спирта с сопутствующими ему примесями. Перегонку бражки осуществляют на брагоперегонных и брагоректификационных установках. В первом случае из бражки получают спирт-сырец, во втором — бражный дистиллят.

Спирт-сырец является товарным продуктом, крепость и качественные показатели которого регламентированы ГОСТ 131—67.

Бражный дистиллят представляет собой конденсат водно-спиртовых паров и примесей этанола. В зависимости от содержания спирта в исходной бражке, расхода пара на перегонку и других условий ведения процесса крепость бражного дистиллята колеблется в пределах 35—65% об.

этих дрожжанок используются в качестве засевных для возбраживателя и первой дрожжанки, в которой вновь готовится дрожжевое сусло. Вместимость каждой из дрожжанок должна составлять не менее 20% от вместимости возбраживателя.

Возбраживатель одновременно с передачей в него зрелых дрожжей из второй и третьей дрожжанок заполняется суслом, охлажденным в теплообменнике 30. Если после заполнения возбраживателя кислотность сусла в нем будет меньше 0,4°, необходимо его подкислить.

Из возбраживателя зрелые дрожжи поступают в первый бродильный чан, куда одновременно направляется охлажденное сусло. Все бродильные чаны соединены переточными коммуникациями,

Ректификация — процесс очистки спирта-сырца или бражного дистиллята от примесей и укрепления спирта.

Ректифицированный спирт получают на брагоректификационных установках различной конструкции. В спиртовой отрасли промышленности в качестве типовых приняты брагоректификационные установки косвенного действия. Технологический процесс в них основан на последовательности перетока жидкостного потока из колонны в колонну и сопровождается следующими операциями: в бражной колонне — перегонка бражки и получение спирта-сырца (бражного дистиллята); в эспуриционной колонне — эспурация спирта-сырца, концентрирование и выделение из него головных примесей; в ректификационной колонне — укрепление и пастеризация спирта, вывод компонентов сивушного масла из зон их концентрирования; в колонне окончательной очистки — повторная очистка ректифицированного спирта.

Помимо ректифицированного спирта, головной фракции и сивушного масла при перегонке бражки и ректификации спирта образуются барда и лютерная вода, являющиеся отходами спиртового производства, а также полупродукты ректификации — непастеризованный и сивушный спирты, которые отбираются и направляются на повторную очистку.

В последнее время в промышленности все большее распространение получают установки с эспурацией бражки (брагоректификационные установки косвенно-прямоточного действия), с боковым отводом двух сортов ректифицированного спирта, с направленным выделением примесей в эспуриционной колонне и концентрированием головной фракции этилового спирта. Перечисленные брагоректификационные установки по сравнению с установками косвенного действия способствуют повышению качества готового продукта, увеличению его выхода, снижению расхода пара на перегонку бражки и ректификацию спирта и росту производительности труда.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА БРАГОРЕКТИФИКАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ КОСВЕННОГО ДЕЙСТВИЯ

По этой схеме (рис. 5) бражка насосом подается в подогреватель, нагревается в нем водно-спиртовыми парами, поступающими из бражной колонны, до 70—75° С и направляется в сепаратор, где от нее отделяются пары диоксида углерода. Отсепарированная бражка поступает на тарелку питания бражной колонны, а паровой поток — в конденсатор CO₂. Из конденсатора (пары спирта в нем конденсируются) диоксид углерода, неконденсирующиеся газы и часть уносимого с ними спирта через воздушную коммуникацию поступают в спиртоловушку, сообщенную с атмосферой через огневой предохранительный клапан. Введенный в низ бражной колонны пар движется вверх по колонне, встречается со стекающей по тарелкам бражкой и обогащается спиртом (выпаривает из нее спирт). Бражка, обедненная спиртом, в виде барды отводится из колонны через бардорегулятор, а водно-спиртовые пары крепостью 40—50% об. через пеноловушку поступают в подогреватель бражки, в котором происходит их конденсация. Несконденсировавшаяся часть водно-спиртовых паров отводится в водяную секцию подогревателя бражки и конденсатор бражной колонны. Сконденсировавшиеся водно-спиртовые пары и

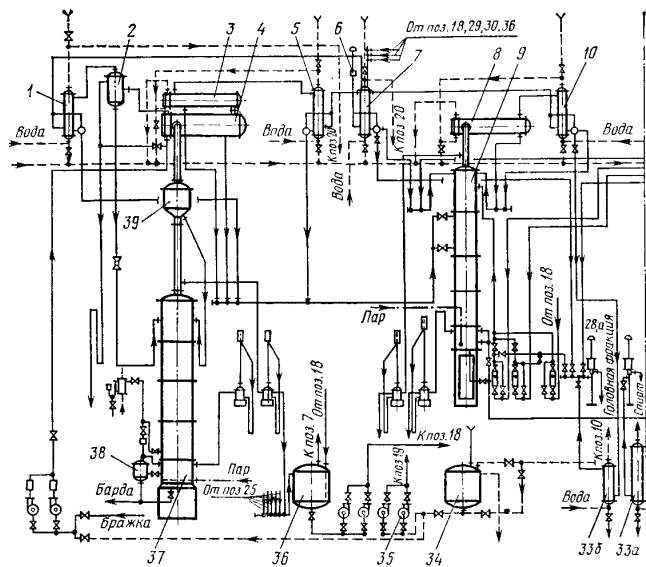
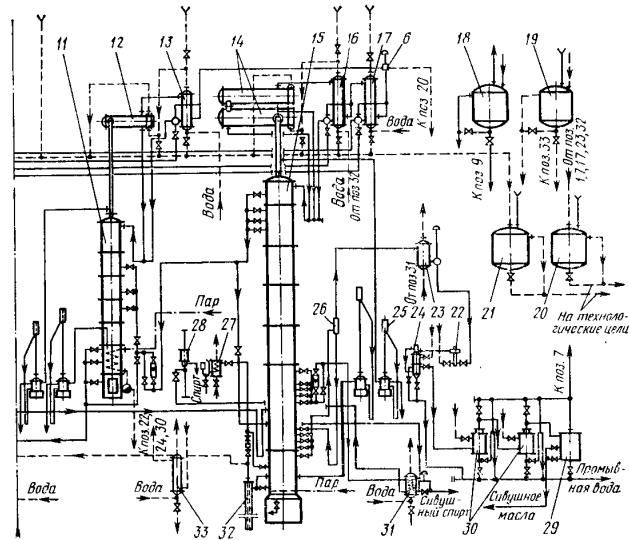


Рис. 5. Технологическая схема брагоректификации

1 — конденсатор CO_2 ; 2 — сепаратор бражки; 3 — водяная секция подогревателя бражки; 4 — подогреватель бражки; 5 — конденсатор бражной колонны; 6 — огневой предохранительный клапан; 7 — спиртоловушка; 8 — дефлегматор бражной колонны; 9 — дефлегматор бражной колонны; 10 — конденсатор бражной колонны; 11 — колонна окончательной очистки; 12 — дефлегматор бражной колонны; 13 — конденсатор бражной колонны; 14 — дефлегматор ректификационной колонны; 15 — ректификационная колонна; 16 — конденсатор ректификационной колонны; 17 — спиртоловушка; 18 — напорный бак водно-спиртовой смеси; 19 — напорный сборник лютерной воды; 20 — сборник условно холодной воды; 21 — сборник условно горячей воды; 22 — смеситель; 23 — конденсатор паров сивушного масла; 24 — маслоотделитель; 25 — вакуум-прерыватель; 26 — отделитель паров сивушного масла; 27 — сборник сивушного масла; 28 — спиртовой фонарь (28, а — для головной фракции); 29 — сборник сивушного масла; 30 — маслопромыватель; 31 — холодильный аппарат сивушного спирта; 32 — лютеротводчик; 33, 33, а, 33, б — холодильники соотной воды; 35 — насос; 36 — сборник конденсата; 37 — бражка; 38 — бардорегулятор; 39 — пеноловушка.



кационной установки косвенного действия:

1 — конденсатор CO_2 ; 2 — сепаратор бражки; 3 — водяная секция подогревателя бражки; 4 — подогреватель бражки; 5 — конденсатор бражной колонны; 6 — огневой предохранительный клапан; 7 — спиртоловушка; 8 — дефлегматор бражной колонны; 9 — дефлегматор бражной колонны; 10 — конденсатор бражной колонны; 11 — колонна окончательной очистки; 12 — дефлегматор бражной колонны; 13 — конденсатор бражной колонны; 14 — дефлегматор ректификационной колонны; 15 — ректификационная колонна; 16 — конденсатор ректификационной колонны; 17 — спиртоловушка; 18 — напорный бак водно-спиртовой смеси; 19 — напорный сборник лютерной воды; 20 — сборник условно холодной воды; 21 — сборник условно горячей воды; 22 — смеситель; 23 — конденсатор паров сивушного масла; 24 — маслоотделитель; 25 — вакуум-прерыватель; 26 — отделитель паров сивушного масла; 27 — сборник сивушного масла; 28 — спиртовой фонарь (28, а — для головной фракции); 29 — сборник сивушного масла; 30 — маслопромыватель; 31 — холодильный аппарат сивушного спирта; 32 — лютеротводчик; 33, 33, а, 33, б — холодильники соотной воды; 35 — насос; 36 — сборник конденсата; 37 — бражка; 38 — бардорегулятор; 39 — пеноловушка.

примеси спирта образуют бражный дистиллят, который через самостоятельные коммуникации направляется в коллектор дистиллята и далее на 20-ю или 28-ю (считая снизу) тарелку эюрационной колонны для очистки.

В эюрационной колонне кроме очистки бражного дистиллята от головных примесей происходит их концентрирование. Паровой поток с выделенными в процессе эюрации примесями поступает в дефлегматор и конденсатор, конденсируется и в виде флегмы возвращается на верхнюю тарелку колонны. Неконденсирующиеся газы и увлекаемые ими частицы спирта поступают в спиртоловушку. Головная фракция отбирается из конденсатора и через холодильный фонарь и контрольный снаряд направляется в спиртоприемное отделение.

Бражный дистиллят после эюрации (именуемый в дальнейшем эюратом) крепостью 30—35% об. поступает на 16-ю тарелку (та-

релку питания) ректификационной колонны. В этой колонне спирт полностью отгоняется и укрепляется, компоненты сивушного масла концентрируются; происходит также пастеризация спирта, т.е. дополнительная очистка его от головных примесей за счет наличия тарелок над зоной отбора спирта.

Пары спирта из ректификационной колонны поступают в дефлегматор, конденсируются в нем и в виде флегмы возвращаются на верхнюю тарелку колонны. Неконденсировавшаяся часть спиртовых паров из дефлегматора поступает в конденсатор, в котором происходит их полная конденсация.

Из конденсатора ректификационной колонны отбирается непастеризованный спирт, который (в количестве до 3,0%) через ротаметр направляется на 3—4-ю (считая сверху) тарелку эюрационной колонны или отводится на фонарь головной фракции. Избыточное количество погона из конденсатора в виде флегмы возвращается в

колонну. Неконденсирующиеся газы и увлекаемые ими частицы спирта поступают в спиртоловушку, сообщенную с атмосферой через огне-вой предохранительный клапан. Ректификованный этиловый спирт отбирается с одной из тарелок гребенки отбора спирта и направляется на холодильник или на тарелку питания колонны окончательной очистки.

Из зон 5-й, 9-й, 10-й и 11-й нижних тарелок колонны отбираются пары сивушного масла, которые в количестве 3—4% через отдельный поступают в конденсатор паров сивушного масла.

С 17-й, 18-й, 20-й и 25-й (считая снизу) тарелок ректификационной колонны отбирается сивушный спирт, который в количестве до 2,0% через ротаметр поступает в холодильник сивушного спирта и отводится в сборник промывных вод для переработки на установке. Сконденсировавшиеся пары сивушного масла смешиваются с охлажденной до 30°С лютерной или умягченной водой в соотношении 1:1 и в виде эмульсии направляются на промывку и декаитацию.

Колонна окончательной очистки спирта снабжена дефлегматором и конденсатором. В зависимости от выполняемой задачи колонна может быть использована как в режиме эюрации спирта, так и в режиме его повторной ректификации. Подключение колонны окончательной очистки в режим эюрации спирта рекомендуется осуществлять на тех предприятиях, где ректификационная колонна не является «узким местом» в производительности брагоректификационной установки, т.е. обеспечивает требуемую крепость ректификованного спирта и необходимое его количество. Подключение колонны окончательной очистки в режим повторной ректификации спирта целесообразно осуществлять на предприятиях, нуждающихся в увеличении мощности брагоректификационных установок.

Работа колонны окончательной очистки в режиме эюрации. При работе колонны окончательной очистки в режиме эюрации ректификованный спирт направляется на 10-ю, 14-ю, 20-ю (считая снизу) тарелку питания колонны. Выбор тарелки питания обуславливается перепадом высот между штуцерами для выхода и входа спирта, величина которого должна составлять не менее 1500 мм. Колонна окончательной очистки обогревается паром через вмонтированный в выварной камере змеевик или через выносной кипятильник.

Головные примеси, выделенные из спирта и сконцентрированные в колонне окончательной очистки, отбираются из конденсатора колонны в количестве 1,0—1,5% и через ротаметр отводятся на 3—4-ю (считая сверху) тарелку эюрационной колонны или на фонарь головной фракции. Избыточное количество погона из конденсатора возвращается на верхнюю тарелку колонны в виде флегмы. Неконденсирующиеся газы и увлекаемые ими частицы спирта поступают в спиртоловушку.

Отбор спирта из колонны окончательной очистки при работе ее в режиме эюрации производится из выварной камеры, откуда спирт поступает в холодильник и далее на фонарь, контрольные снаряды и в спиртоприемное отделение.

Для предотвращения выработки нестандартной продукции рекомендуется периодически контролировать крепость спирта, поступающего из ректификационной колонны в колонну окончательной очистки. При производстве ректификованного спирта высшей очистки крепость спирта на входе в колонну окончательной очистки должна быть не ниже 96,3% об., спирта Экстра — не ниже 96,6% об. Конт-

роль за крепостью спирта осуществляется через пробный спиртовой фонарь, куда спирт поступает через дополнительный змеевик холодильника сивушного спирта. После уточнения крепости спирт из пробного спиртового фонаря сливается для учета на контрольный снаряд.

При выработке на установке ректификованного спирта I сорта колонна окончательной очистки в работу не подключается.

Работа колонны окончательной очистки в режиме повторной ректификации. При использовании колонны окончательной очистки в режиме повторной эюрации спирта ректификованный спирт на выходе из ректификационной колонны должен иметь крепость на 0,1% об. выше, чем это предусмотрено ГОСТ 5962—67, т.е. в классическом варианте колонна окончательной очистки снижает производительность брагоректификационной установки. Кроме того, ограниченный перепад высот между штуцерами выхода спирта из ректификационной колонны и входа его на тарелку питания (20-ю, считая снизу) колонны окончательной очистки не дает возможности эффективно использовать данную колонну в процессе ее эксплуатации.

Отмеченные недостатки устраняются при работе колонны окончательной очистки в режиме повторной ректификации спирта. Технологический процесс работы колонны в этом режиме осуществляется следующим образом. Ректификованный спирт с одной из тарелок гребенки отбора ректификационной колонны через ротаметр поступает на 2-ю или 4-ю (считая снизу) тарелку колонны окончательной очистки (рис. 6). Пары спирта, двигаясь вверх по колонне, встречаются с потоком флегмы, укрепляются и обогащаются головными примесями. Обогащенные пары поступают в дефлегматор, где конденсируются, и в виде флегмы возвращаются на верхнюю тарелку колонны. Несконденсировавшаяся часть парового потока поступает в конденсатор. Непастеризованный спирт из конденсатора через ротаметр направляется на 3—4-ю (считая сверху) тарелку эюрационной колонны 2 (см. рис. 5) или отводится на фонарь головной фракции (28,а на рис. 5). Избыток дистиллята из конденсатора в виде флегмы поступает на верхнюю тарелку колонны. Отбор ректификованного спирта производится с 8-й или 10-й (считая сверху) тарелок колонны. В зависимости от точки ввода питания в режиме выварки работают 2—4 тарелки колонны; 26—28 тарелок используются на укрепление спирта и 8—10 тарелок — на пастеризацию спирта. Ректификованный спирт из колонны поступает на холодильник спирта и далее через ротаметр и спиртовой фонарь направляется на контрольные снаряды и в спиртоприемное отделение.

Загрузка колонны спиртом производится по температуре на 16—18-й (считая снизу) тарелках ректификационной колонны. Для контроля за крепостью поступающего в колонну ректификованного спирта в схеме должна быть предусмотрена установка пробного спиртового фонаря, снабженного спиртомером и ртутным термометром.

При выработке на брагоректификационной установке ректификованного спирта высшей очистки крепость спирта на входе в колонну должна быть не менее 96,0% об., при производстве спирта Экстра — не менее 96,3% об.

Для организации работы колонны окончательной очистки в режиме повторной ректификации спирта необходимо осуществить врезку в нее «холодным способом» патрубков для ввода и отбора спирта (рис. 7). Г-образные патрубки должны быть размещены по перифе-

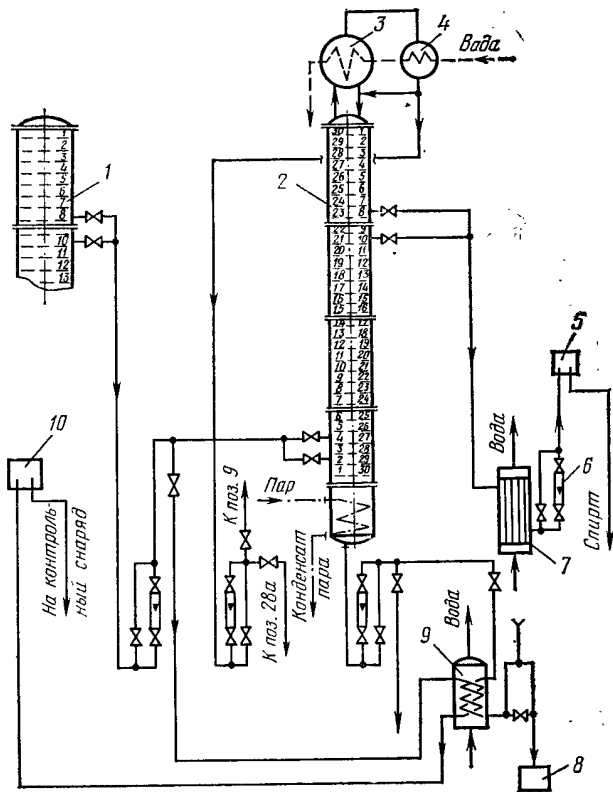


Рис. 6. Использование колонны окончательной очистки в режиме повторной ректификации спирта:

1 — ректификационная колонна; 2 — колонна окончательной очистки; 3 — дефлегматор; 4 — конденсатор; 5 — спиртовой фонарь; 6 — ротаметр; 7 — холодильник спирта; 8 — сборник промывных вод; 9 — холодильник; 10 — пробный спиртовой фонарь.

при переливного сегмента. Зазор между срезом патрубка и основанием тарелки должен составлять 10—12 мм.

Брагоректификационные установки косвенного действия помимо описанных устройств снабжены двумя спиртоловушками, одна из которых объединяет воздушные коммуникации конденсаторов CO_2 , бражной и элюационной колонны, а другая — конденсаторы ректификационной колонны и колонны окончательной очистки. Погон из спиртоловушек отводится на фонарь головной фракции или при необходимости может быть направлен на одну из верхних тарелок элюационной колонны.

Контроль за потерями спирта с бардой и лютерной водой осуществляется через пробные холодильники.

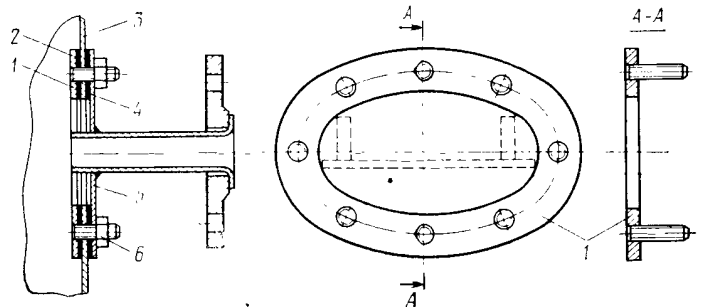


Рис. 7. Врезка патрубка «холодным способом»:

1 — внутренняя накладка; 2 — внутренняя прокладка; 3 — корпус колонны; 4 — наружная прокладка; 5 — наружная накладка с патрубком; 6 — шпилька.

Каждая из колонн в своей верхней и нижней частях взаимосвязана с самозаливающимися вакуум-прерывателями, вынесенными для удобства контроля за давлением на площадку обслуживания. Избыточное количество конденсата из вакуум-прерывателей, установленных ниже забора импульса давления на них, через гидрозатворы отводится в сборник конденсата для последующей переработки на установке. Сборник конденсата воздушной коммуникацией сообщен со спиртоловушкой.

Брагоректификационные установки производительностью 3000 и 6000 дал спирта в сутки комплектуются, как правило, сивушной колонной. В подобных установках (рис. 8) из ректификационной колонны отбирается до 6% сивушных погонов по отношению к условному спирту-сырцу.

Из зон 5—11-й нижних тарелок ректификационной колонны отбираются пары сивушного масла, которые в количестве до 4% от условного спирта-сырца поступают в конденсатор сивушного масла, конденсируются в нем и в виде дистиллята направляются на тарелку питания сивушной колонны, снабженной дефлегматором и конденсатором.

На эту же тарелку поступает сивушный спирт, отбираемый в количестве 1,5—2,0% из жидкост-

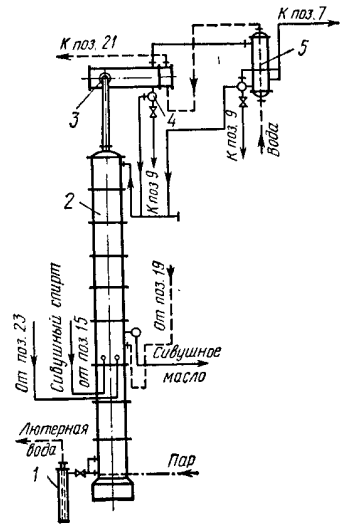


Рис. 8. Схема подключения сивушной колонны к брагоректификационной установке (см. рис. 5):

1 (на рис. 5—32) — лютеротводчик; 2 — сивушная колонна; 3 — дефлегматор; 4 — делитель потока флегмы; 5 — конденсатор.

ной фазы с 17—20-й и 25-й (считая снизу) тарелок ректификационной колонны.

Для виутриколонной обработки сивушного масла применяют лютерную воду, которая из напорного сборника лютерной воды 19 (см. рис. 5) без охлаждения через ротаметр поступает в аккумуляторную царгу сивушной колонны. При появлении сивушного масла в смотровом фанаре его отбирают и направляют на промывку и декантацию.

Этиловый спирт и сложные эфиры, поступившие с сивушными погонами, концентрируются в верхней части сивушной колонны и отбираются из делителя потока флегмы и конденсатора, откуда погоны через ротаметры поступают на повторную очистку в элюационную колонну. Конденсатор сивушной колонны воздушной коммуникацией взаимосвязан со спиртоловушкой.

Лютерная вода из ректификационной и сивушной колонн отводится через лютероотводчики.

Обогрев бражной, элюационной, ректификационной и сивушной колонн паром может осуществляться как через барботер, так и через выносные кипятильники. Установка кипятильников к бражной, элюационной, ректификационной и сивушной колоннам преследует такие цели: исключить влияние состава греющего пара на качество спирта, снизить расход топлива за счет использования конденсата пара для питания котлов, уменьшить количество сточных вод (лютерной воды), увеличить производительность брагоректификационной установки за счет питания ректификационной колонны более высоким по содержанию этилового спирта элюатом. Поверхности теплообмена кипятильников кожухотрубных одноходовых с трубками диаметром 20 и 25 мм и длиной 2000—3000 мм по ГОСТ 15122—69, рекомендуемые к колоннам установок различной производительности, представлены в табл. 39.

При установке кипятильников $\frac{2}{3}$ высоты их трубного пространства должно быть заполнено элюатом или лютерной водой. Допускается также установка кипятильников, работающих под заливом. В этом случае на трубопроводе пара, идущего от кипятильника к колонне, необходима установка сепарирующего устройства.

Выбор типа кипятильника (горизонтальный или вертикальный) определяется высотой фундамента колонны.

Схема установки и обвязки трубопроводами вертикального и горизонтального кипятильников к элюационной, ректификационной и сивушной колоннам приведена на рис. 9, схема подключения кипятильника к бражной колонне — на рис. 10. Кипятильник для обогрева бражной колонны устанавливается на 500 мм выше кипятильника к ректификационной колонне, чтобы трубопровод пара на выходе из кипятильника к бражной колонне не был под заливом.

Кипятильник к бражной колонне взаимосвязан с последней паровым трубопроводом через сепаратор. Лютерная вода в кипятильник бражной колонны вводится через патрубок ректификационной колонны (патрубки для ввода лютерной воды в кипятильники бражной и ректификационной колонн могут быть расположены у основания выварной камеры ректификационной колонны).

Расход пара на бражную колонну устанавливается пневморегулятором или парорегулятором (при отсутствии средств автоматизации) в зависимости от требуемого давления в колонне.

Унесенная паровым потоком в сепаратор лютерная вода возвра-

Таблица 39

**ВЫБОР ВЕЛИЧИНЫ ПОВЕРХНОСТИ ТЕПЛООБМЕНА
КИПЯТИЛЬНИКА, м²**

Производительность установки, дал/сут	Давление греющего пара, кПа					
	196,0	245,0	294,0	343,0	392,0	490,0
<i>Для элюационной колонны</i>						
1000	11	9,5	7,5	6,5	—	—
1500	17	14*	11	9,5	—	—
2000	22	17	14*	11	—	—
3000	34* (40)	26*	22	17	—	—
6000	74	61*	49	34*	—	—
<i>Для бражной и ректификационной колонн</i>						
1000	—	40	22	22	17	17
1500	—	49	40	40	22	22
2000	—	74	49	49	40	40
3000	—	—	91	74	49	49
6000	—	—	—	91	91	74
<i>Для сивушной колонны</i>						
1000	11	9,5	7,5	6,5	—	—
1500	17	11	9,5	7,5	—	—
2000	22	17	11	11	—	—
3000	40	22	22	17	—	—

* Теплообменники с длиной трубок 3000 мм.

щается в кипятильник. Избыток лютерной воды из ректификационной колонны выводится через гидрозатвор.

Для наблюдения за работой кипятильника последний оснащается водомерным стеклом.

Конденсат пара из кипятильников используется для питания котлов.

Питание холодильников, конденсаторов, дефлегматоров и другого теплообменного оборудования охлаждающей водой осуществляется через водораспределительный коллектор. Выходящую из теплообменников воду, условно подразделяемую на холодную и горячую, для снижения теплоэнергетических затрат рекомендуется использовать раздельно, что достигается с помощью коллектора:

на поверхности теплообмена бражной колонны вода подводится в конденсатор бражной колонны, затем в водяную секцию подогревателя бражки и далее в сборник условно-горячей воды;

на поверхности теплообмена элюационной колонны вода подводится в холодильник головной фракции, затем в конденсатор колонны и далее в дефлегматор и в сборник условно-горячей воды;

на поверхности теплообмена ректификационной колонны вода подводится в холодильник спирта, затем в конденсатор, дефлегматор и далее в сборник условно-горячей воды; при наличии средств автоматизации коммуникация воды на холодильник спирта должна

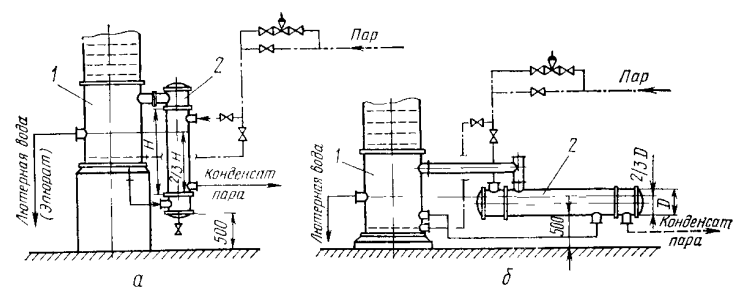


Рис. 9. Схема установки кипятильников:

a — вертикального; *b* — горизонтального: 1 — колонна; 2 — кипятильник; *H* и *D* — соответственно высота и диаметр рабочей части.

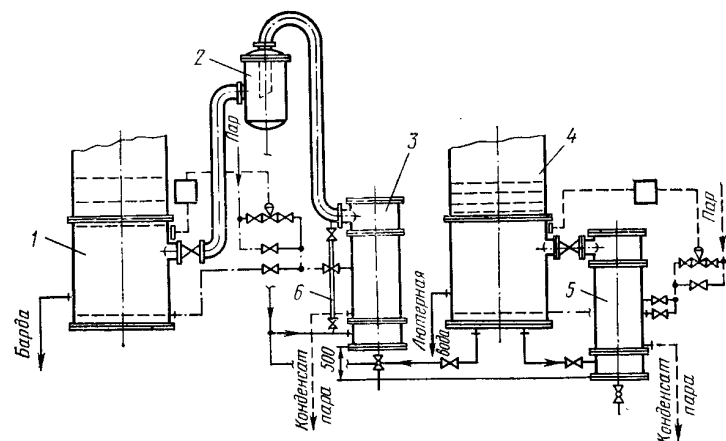


Рис. 10. Схема подключения кипятильника к бражной колонне:

1 — бражная колонна; 2 — сепаратор; 3, 5 — кипятильник; 4 — ректификационная колонна; 6 — водомерное стекло.

иметь обводную линию, чтобы через холодильник пропускать не всю воду, поступающую на конденсатор и дефлегматор ректификационной колонны, а только часть ее, необходимую для поддержания требуемой температуры спирта перед входом его на контрольные приборы;

на поверхности теплообмена колонны окончательной очистки вода вначале подводится к конденсатору, затем в дефлегматор и далее в сборник условно-горячей воды;

на конденсатор CO_2 , спирголовушки, холодильник сивушного спирта и конденсатор сивушного масла вода из коллектора подводит-

ся по отдельным коммуникациям и сбрасывается в сборник условно-холодной воды или в чересную коммуникацию напорного бака холодной воды;

вода для заполнения вакуум-прерывателей, на промывку пеноловушки и бражной колонны, на пробные холодильники, на декантацию и промывку сивушного масла подается от коллектора через водораспределительную гребенку по системе трубопроводов.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА БРАГОРЕКТИФИКАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ С БОКОВЫМ ОТБОРОМ ДВУХ СОРТОВ РЕКТИФИКОВАННОГО СПИРТА

Технология ректификации с отбором двух сортов ректифицированного спирта состоит в дополнительной очистке ректифицированного спирта высшей очистки и спирта Экстра, аттестуемых по ГОСТ 5.2285—75 на высшую категорию качества. В отличие от классического варианта технологической схемы брагоректификационной установки косвенного действия, по которому ректифицированный спирт отбирается одним целевым продуктом, например спиртом высшей очистки или спиртом Экстра, данная технология ректификации предусматривает одновременный отбор двух сортов ректифицированного спирта: спирта высшей очистки улучшенного качества или спирта Экстра, удовлетворяющих требованиям ГОСТ 5.2285—75, и спирта высшей очистки. При этом спирт высшей очистки улучшенного качества или спирт Экстра отбираются в количестве 60—70%, спирт высшей очистки — 30—40% от общего объема ректифицированного спирта, получаемого на установке. Организация процесса ректификации с отбором двух сортов спирта может быть осуществлена как за счет наращивания ректификационной колонны дополнительными тарелками, если позволяет высота здания, так и за счет использования колонны окончательной очистки в режиме повторной ректификации спирта.

По I варианту (рис. 11, *a*) в ректификационной колонне должно быть 79—82 тарелки. Спирт высшей очистки отбирается из колонны с 8-й или 10-й, а спирт высшей очистки улучшенного качества или спирт Экстра — с 14-й или 16-й (считая сверху) тарелок. Сорта спирта по отдельным коммуникациям поступают на холодильники спирта, откуда через ротаметры, спиртовые фонари и контрольные приборы направляются в спиртоприемное отделение соответственно в сборники спирта высшей очистки и спирта высшей очистки улучшенного качества или спирта Экстра. Отбор паров сивушного масла, сивушного спирта и неаэтеризованного спирта осуществляется по аналогии со схемой на рис. 5.

По II варианту (рис. 11, *b*) спирт с 8-й или 10-й (считая сверху) тарелок ректификационной колонны через ротаметр поступает на 2-ю или 4-ю (считая снизу) тарелку колонны окончательной очистки, работающей в режиме повторной ректификации спирта. Сорта спирта высшей очистки и высшей очистки улучшенного качества или Экстра из колонны окончательной очистки отбираются соответственно с 8—10-й и 14—16-й (считая сверху) тарелок колонны в соотношении (30—40) : (60—70)%. Отобранные сорта ректифицированного спирта по отдельным коммуникациям поступают на холодильники спирта и далее через ротаметры и спиртовые фонари

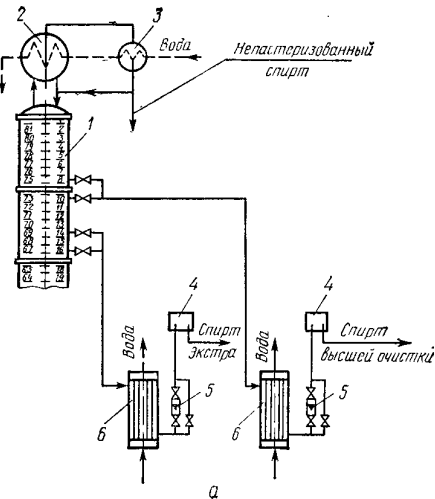
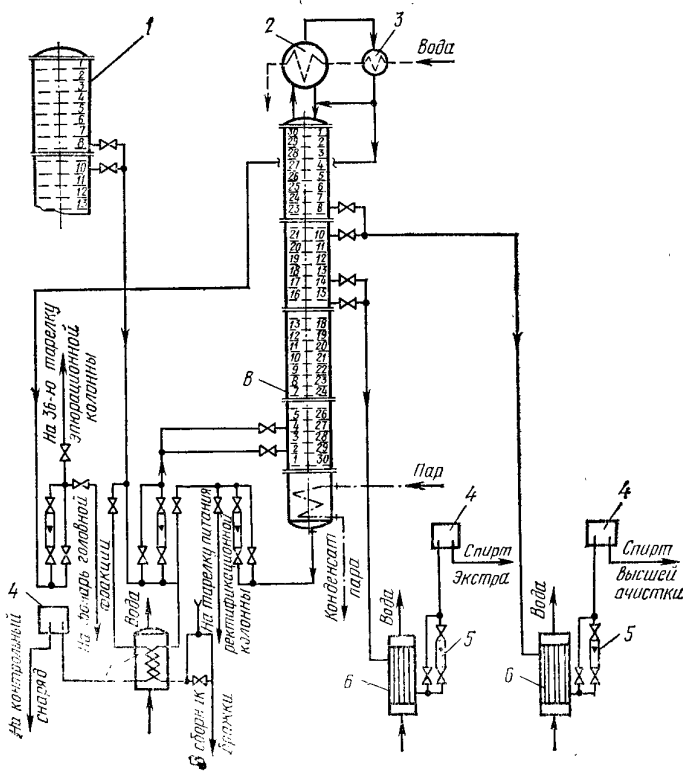


Рис. 11. Схема брагоректификации с отбором двух сортов спирта:

а — I вариант; б — II вариант; 1 — ректификационная колонна; 2 — дефлегматор; 3 — конденсатор; 4 — спиртовой фонтарь; 5 — ротаметр; 6 — холодильник спирта; 7 — холодильник; 8 — колонна окончательной очистки.



направляются на контрольные снаряды и в спиртоприемное отделение в соответствующие сборники спирта.

Загрузка колонны окончательной очистки спиртом, вывод из нее концевой фракции и отбор непастеризованного спирта производится по аналогии со схемой, представленной на рис. 6. Технология ректификации с отбором двух сортов спирта может быть рекомендована для предприятий, специализирующихся на производстве ректифицированного спирта высшей категории качества для сортовых водок.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА БРАГОРЕКТИФИКАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ КОСВЕННО-ПРЯМОТОЧНОГО ДЕЙСТВИЯ

Особенность брагоректификационной установки косвенно-прямоточного действия состоит в эюрации бражки и обогреве эюрационной колонны эюрированными водо-спиртовыми парами бражной колонны. Процесс эюрации бражки является общеизвестным технологическим приемом брагоректификации и основан на выделении примесей, сопутствующих этанолу, непосредственно из бражки, т. е. из среды слабых водо-спиртовых растворов, в которых их относительная летучесть выше летучести этилового спирта.

При отборе из бражной колонны 60—80% спирта, содержащегося в исходной бражке, в бражный дистиллят переходят практически все примеси, кроме метанола. Это позволяет использовать остальные 20—40% этанола в виде эюрированных водо-спиртовых паров для обогрева эюрационной колонны. Кроме того, вводимый в эюрационную колонну паровой поток расходуется для обогрева не всего спирта, содержащегося в исходной бражке, а только спирта, поступившего в колонну с бражным дистиллятом, т. е. удельный расход пара на процесс эюрации по схеме косвенно-прямоточного действия в 1,2—1,6 раза выше, чем по схеме косвенного действия. Это способствует получению эюрата, а следовательно, и ректифицированного спирта повышенного качества.

Перевод брагоректификационной установки со схемы косвенного действия на схему косвенно-прямоточного действия может быть осуществлен на любом из спиртовых заводов с незначительными капитальными затратами. Для организации указанной технологии бражную колонну необходимо дооборудовать цилиндрической или конической обечайкой с патрубком для отвода эюрированных водо-спиртовых паров и тремя 4—5-тарельчатыми царгами, из которых две царги предназначены для эюрации бражки и одна — верхняя — для улавливания частиц бражки с целью предотвращения уноса их. В выварной камере эюрационной колонны в паровое ее пространство необходима врезка патрубка для ввода эюрированных паров. Патрубки в обечайке и в выварной камере эюрационной колонны через пеноловушку соединяются трубопроводом эюрированных водо-спиртовых паров. Верхние 3—4 тарелки пеноулавливающей царги бражной колонны используются для работы в режиме «сухих тарелок», для чего с их сливных устройств снимаются переливные воронки.

Для регулирования величины отбора спирта, поступающего с паровым потоком в подогреватель бражки, на трубопроводе водо-спиртовых паров перед подогревателем бражки и пеноловушкой устанавливаются две шибберные задвижки, одна из которых, располо-

женная на трубопроводе эюрированных водно-спиртовых паров, должна быть в процессе работы установки открыта полностью, а вторая, расположенная перед подогревателем бражки, открыта на 8—10 оборотов.

В установках производительностью 3000 и 6000 дал/сут, имеющих 25 тарелок, для эюрации бражки используются существующие тарелки колонны и колонна дооснащается только пеноулавливающей царгой и разграничительной цилиндрической обечайкой с патрубком для отвода эюрированных паров.

Таблица 40

ЗАВИСИМОСТЬ КОЛИЧЕСТВА ТАРЕЛОК В БРАЖНОЙ КОЛОННЕ, ВЫСОТЫ ВСТАВКИ И ДИАМЕТРА ТРУБОПРОВОДА ОТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ УСТАНОВКИ

Производительность установки, дал/сут	Количество тарелок в бражной колонне		Высота вставки, мм	Диаметр трубопровода для эюрированных паров, мм
	в эюрационной части	в выварной части		
1000	9—11	22—23	300	200
1500	9—11	22—23	300	200
2000	9—11	22—23	350	250
3000	6—8	17—18	400	300
6000	6—8	17—18	500	400

При установке царг для эюрации бражки сливные стаканы нижней царги должны быть наращены на высоту нижерасположенной обечайки с погружением их в жидкую фазу верхней тарелки выварной части бражной колонны. При обогреве эюрационной колонны эюрированными водно-спиртовыми парами бражной колонны острый пар в эюрационную колонну не подается.

Работа установки осуществляется следующим образом (рис. 12). Бражка, нагретая в подогревателе водно-спиртовыми парами, поступающими из бражной колонны, до 70—75° С, направляется в сепаратор, освобождается в нем от диоксида углерода и поступает на верхнюю тарелку эюрационной части бражной колонны. Выделенные при эюрации бражки водно-спиртовые пары с примесями этилового спирта последовательно проходят через бражные и водяную секции подогревателя бражки и конденсатор бражной колонны, где они конденсируются и совместно с дистиллятом из конденсатора CO₂ через сборный коллектор бражного дистиллята поступают на тарелку питания эюрационной колонны.

Бражка, освобожденная при эюрации от основной массы примесей спирта, из эюрационной части бражной колонны переходит в выварную ее часть, на тарелках которой из нее полностью отгоняется спирт. Эюрированные водно-спиртовые пары из цилиндрической обечайки, расположенной над верхней тарелкой выварной части бражной колонны, через пеноуловку поступают в выварную камеру эюрационной колонны. Отвод барды из колонны осуществляется через бардорегулятор.

Из эюрационной колонны спиртовые пары, содержащие головные примеси, поступают в дефлегматор и конденсатор. Погон из

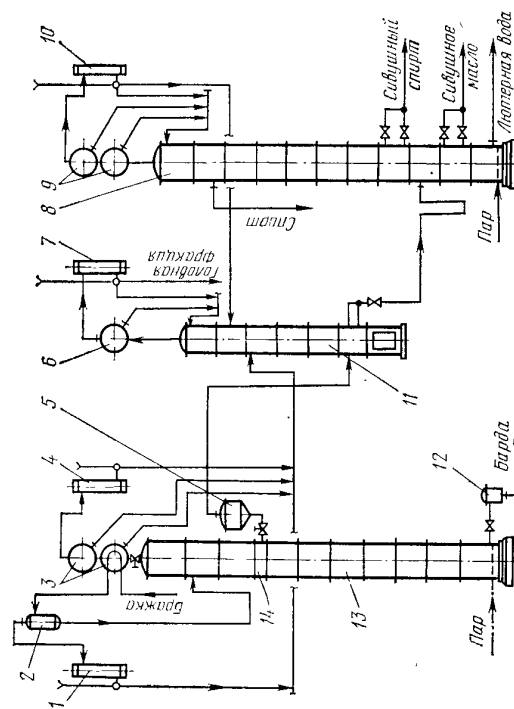


Рис. 12. Технологическая схема брагоректификационной установки косвенно-прямого действия:

- 1 — конденсатор CO₂;
- 2 — сепаратор бражки;
- 3 — подогреватель бражки;
- 4, 7, 10 — конденсаторы соответственно бражной, эюрационной и ректификационной колонн;
- 5 — пеноуловка;
- 6, 9 — дефлегматы соответственно эюрационной и ректификационной колонн;
- 8, 11, 13 — ректификационная, эюрационная и бражная колонны;
- 12 — бардотводчик;
- 14 — цилиндрическая обечайка.

дефлегматора и частично из конденсатора в виде флегмы возвращается на верхнюю тарелку колонны. Отбор головной фракции производится из конденсатора.

Очистка спирта от метанола, поступившего в эспираторную колонну с эспираторными водно-спиртовыми парами, происходит в ректификационной колонне, имеющей развитую зону пастеризации, что достигается установкой над гребенкой отбора спирта одной—двух 5—8-тарельчатых царг. Отбор ректифицированного спирта при этом производится с 14—16-й (считая сверху) тарелок колонны. В остальном работа ректификационной колонны и установки в целом аналогична работе брагоректификационной установки косвенно-го действия.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА БРАГОРЕКТИФИКАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ С НАПРАВЛЕННЫМ ВЫДЕЛЕНИЕМ ПРИМЕСЕЙ В ЭСПИРАЦИОННОЙ КОЛОННЕ

Особенность установки состоит в выделении компонентов сивушного масла из эспираторной колонны, т. е. до стадии ректификации. Вышние спирты выделяются с помощью гидроселекционной воды, вводимой в эспираторную колонну.

Работает установка следующим образом (рис. 13). Бражка насосом подается в подогреватель бражки, нагревается в нем водно-спиртовыми парами, поступающими из бражной колонны, до 70—75°С и направляется в сепаратор, где от нее отделяется диоксид углерода. Отсепарированная бражка подается в бражную колонну, где из нее извлекаются примеси этанола и отгоняется спирт по аналогии с установками косвенно-прямоточного действия. Питание эспираторной колонны осуществляется бражным дистиллятом, а ее обогрев — эспираторными водно-спиртовыми парами.

На 8—10-ю (считая сверху) тарелки эспираторной колонны через ротаметр подается лютерная или умягченная гидроселекционная вода в количестве, необходимом для доведения крепости эспирата до 15—20% об. Под действием низкой крепости спирта на тарелках выварной части эспираторной колонны происходит отгонка компонентов сивушного масла, которые, перемещаясь с паровым потоком вверх по колонне, задерживаются крепким спиртом. Наличие 8—10 концентрационных тарелок обуславливает образование зоны концентрирования высших спиртов между 30-й и 32-й тарелками колонны. Отбираемая из зоны концентрирования сивушная эмульсия направляется через ротаметр на тарелку питания сивушной колонны. Выделенные при эспирации и гидроселекции головные примеси концентрируются на 8—10 верхних тарелках эспираторной колонны и в виде головной фракции выводятся из конденсатора колонны.

Освобожденный от большей части пропилового спирта и практически полностью от изобутилового, изоамилового спиртов и головных примесей эспират поступает на тарелку питания ректификационной колонны, в которой за счет развитой зоны пастеризации производится очистка спирта от метанола. Отбор ректифицированного спирта при этом осуществляется с 14—16-й (считая сверху) тарелок колонны. Часть компонентов сивушного масла, не выделившаяся при гидроселекции, отводится из паровой фазы с 7-й, 9-й и 11-й нижних тарелок ректификационной колонны и направляется через конденсатор паров сивушного масла на тарелку питания сивушной

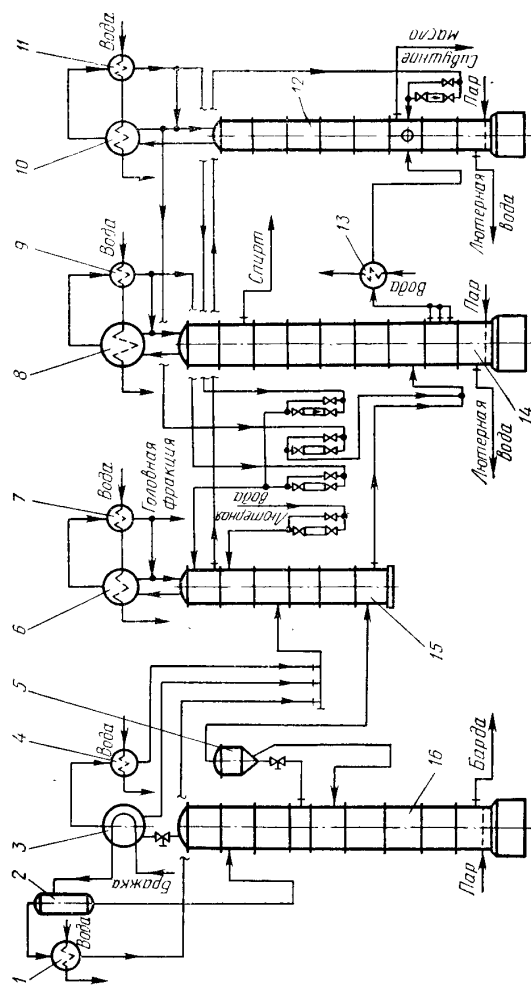


Рис. 13. Технологическая схема брагоректификационной установки с направленным выделением примесей в эспираторной колонне:

1 — конденсатор CO₂; 2 — сепаратор бражки; 3 — подогреватель бражки; 4, 7, 9, 11 — конденсаторы соответственно бражной, эспираторной, ректификационной и сивушной колонн; 5 — пеноловушка; 6, 8, 10 — дефлегматоры соответственно эспираторной, ректификационной и сивушной колонн; 12, 14, 15, 16 — соответственно сивушная, ректификационная, эспираторная и бражная колонны; 13 — конденсатор паров сивушного масла.

колонны. Непастеризованный спирт через ротаметр поступает на очистку на одну из верхних тарелок элюационной колонны. Сивушное масло отбирается из аккумуляторной цанги сивушной колонны.

Этиловый спирт, поступивший с погонями в сивушную колонну, отводится из делителя потока флегмы дефлегматора и конденсатора по самостоятельным коммуникациям через ротаметры соответственно на тарелку питания ректификационной колонны и одну из верхних тарелок элюационной колонны.

Направленное выделение примесей в элюационной колонне за счет применения гидроселекции способствует более глубокой очистке спирта от летучих соединений и увеличению производительности ректификационной колонны и брагоректификационной установки в целом на 10—15%.

ПОЛУЧЕНИЕ ТОВАРНОГО СИВУШНОГО МАСЛА В ПРОЦЕССЕ БРАГОРЕКТИФИКАЦИИ

В зрелой бражке спиртового производства накапливается 0,3—0,5% (по отношению к спирту, содержащемуся в бражке) сивушного масла.

Существенное значение имеет полнота отбора сивушного масла в концентрированном виде. Недостаточный отбор сивушного масла или отбор некачественного продукта, требующего повторных обработок, сопряжены со снижением качества ректифицированного спирта и увеличением потерь спирта и сивушного масла с лютерной водой. По практическим данным при потерях масла с лютерной водой на одну его часть теряется от 7 до 10 частей этилового спирта.

Для контроля полноты отбора сивушного масла необходимо определение его содержания в зрелой бражке (в отгоне бражки) и дистилляте бражной колонны по методике УкрНИИСПа (с *n*-диметиламинобензальдегидом) или по методике Кучерова. Если выход сивушного масла меньше его исходного количества на 0,05% и более, на установке имеют место потери спирта с лютерной водой. В этом случае необходимы проверка и наладка технологического режима брагоректификационной установки или ее ректификационной колонны.

В основу технологии товарного сивушного масла в процессе брагоректификации положены его концентрирование в ректификационной колонне, вывод из последней и экстракция сивушно-водно-спиртовой смеси.

Сивушное масло концентрируется в спиртовой жидкости на 5—11-й нижних тарелках ректификационной колонны. Степень концентрирования сивушного масла определяется содержанием его компонентов в бражке и эюрате, флегмовым числом (удельным расходом пара) колонны, величиной отбора из колонны сивушного погона, соответствием уровня организованного отбора погона месту концентрирования сивушного масла.

Отбор сивушного масла из ректификационной колонны производится путем вывода из зоны максимального концентрирования примесей сивушно-водно-спиртовых паров, конденсат которых направляют на водную экстракцию. Для эффективного выделения сивушного масла необходимо, чтобы в полученном конденсате содержание

сивушного масла было бы не менее 0,5 части от этилового спирта, содержащегося в том же конденсате. Во всех случаях содержание сивушного масла в конденсате должно быть не менее 10—12% об., а общая крепость (по спиртомеру) не более 50% об.

Отбор сивушного масла необходимо производить с тарелок с максимальной концентрацией на них сивушного масла. На таких тарелках крепость раствора не превышает 35% об. Для эффективного отбора сивушного масла следует стремиться к стабилизации зоны концентрирования примесей на 7—9-й нижних тарелках, о чем судят по температуре паров над 8-й (контрольной) тарелкой, величина которой должна составлять 95—100° С.

Порядок отбора сивушного масла из колонны следующий. При пуске установки содержание примесей на тарелках невелико. По мере работы сивушное масло накапливается в зоне концентрирования. Накопление сивушного масла на установках малой производительности (до 2000 дал/сут) длится от 12 до 16 ч, а при небольшом содержании сивушного масла в бражке — до 24 ч, считая от начала отбора спирта. На установках большей производительности к отбору сивушного масла можно приступать через 8—14 ч. Во избежание потерь спирта с лютерной водой необходимо внимательно следить за концентрированием масла, поочередно отбирая пробы конденсата пара с 5-й по 11-ю тарелки из конденсатора паров сивушного масла и наблюдая в огобранных пробах при разбавлении их водой выделение сивушного масла. Если концентрация сивушного масла в пробах достаточная, необходимо определить рациональное место отбора сивушного погона, которое устанавливают опытным путем. Для этого попеременно открывают один из кранов на 5—11-й тарелках, начиная с 5-й тарелки. Если качество погона не удовлетворяет условиям водной экстракции, переходят к следующей тарелке и так до тех пор, пока не определят рациональное место отбора, погон из которого содержит много сивушного масла без избытка этилового спирта.

При регулировании отбора руководствуются следующим. Если при установленном режиме работы колонны рациональная зона отбора оказалась на одной из крайних тарелок (5-й или 11-й), то изменяют режим работы колонны давлением в ее выварной камере так, чтобы зона концентрирования сивушного масла переместилась на 7—9-ю тарелки. В противном случае возможно при колебаниях давления или загрузке колонны спиртом перемещение сивушного масла за пределы штуцеров его отбора. Впоследствии могут наблюдаться «пересыщение» колонны примесями, «провалы» и потери спирта с лютерной водой. Не следует открывать для отбора более двух соседних кранов в сивушной зоне во избежание ухудшения состава погона. При этом необходимо второй кран открывать ниже того, который определен с оптимальным составом.

Количество сивушного погона, отбираемого на водную экстракцию, нормируют в пределах, не допускающих избыточного накопления примесей в колонне или чрезмерного их исчерпывания. Ориентировочный объем погона должен быть установлен в пределах 3—5% по отношению к производительности установки.

Для стабилизации отбора в ранее найденной зоне следует поддерживать загрузку колонны постоянной, при которой температура паров над 8-й тарелкой находится в пределах 95—100° С. Понижение температуры свидетельствует об избыточной загрузке колонны

спиртом и перемещении зоны сивушного масла в низ колонны. С повышением температуры свыше 100° С зона сивушного масла перемещается вверх по колонне.

В процессе работы в силу ряда причин (изменение производительности, крепости элюрата, при переходе на производство ректификованного спирта иного сорта и крепости) изменяется динамика загрузки колонны спиртом. Зона концентрирования сивушного масла может в этом случае переместиться на иные тарелки. Если в парах мало сивушного масла и наблюдается увеличение крепости спирта в конденсате, необходимо перейти на более нижние тарелки зоны отбора или увеличить подачу пара в колонну. При этом в сивушном конденсате снизится содержание этилового спирта. В тех случаях, когда имеют место периодические «провалы» спирта в лютерную воду без видимых нарушений в питании колонны элюратом, уровень отбора сивушного масла не соответствует зоне его концентрирования. Необходимо изменить режим загрузки колонны спиртом, уровень отбора сивушного погона или расход пара с тем, чтобы улучшить условия отбора сивушного масла.

Водная экстракция сивушного масла проводится в противоточных экстракторах. В основе процесса лежит неограниченная растворимость этилового спирта и ограниченная растворимость изоамилового и изобутилового спиртов в воде. При водной экстракции этиловый спирт экстрагируется водой, сивушное масло выделяется в виде масляного слоя.

Водная экстракция сивушного масла включает несколько операций — разбавление и смешивание сивушного конденсата с водой, разделение полученной смеси, промывка сивушного масла водой и его отбор. Для водной экстракции сивушного масла следует применять лютерную воду, охлажденную до 25—30° С. Использование для промывки сивушного масла жесткой воды не допускается.

Разбавление и смешивание сивушного масла с водой производят в смесителе в соотношении, при котором крепость промывной воды из маслопромывателя не превышала бы 10—12% об. В противном случае выделение сивушного масла из смеси происходит не полностью, часть его уходит с промывной водой, а выделенный продукт — невысокого качества.

Расход воды на разбавление сивушного погона зависит от состава сивушной смеси. При правильном выборе уровня отбора сивушно-водно-спиртовых паров норма расхода воды составляет 3,0—7,0 объемов разбавляемой смеси. При отборе из колонны гетерогенного сивушного концентрата расход воды может составлять 1—1,5 объема смеси.

Сивушное масло отбирается из маслопромывателя по мере его накопления. Накапливающееся сивушное масло следует непрерывно промывать водой, подаваемой в количестве 20—25% от объема разделяемого погона на барботер, расположенный в фойере маслопромывателя над уровнем сивушного масла. Вода, противоточно проходящая масляный слой, экстрагирует этиловый спирт.

Сивушное масло, отобранное из маслопромывателя, преимущественно требует дополнительной промывки. Промывку осуществляют лютерной водой в декантаторе. Расход воды можно нормировать по результатам анализа сырого сивушного масла. В соответствии с показателями качества оптимальный расход воды выбирают по табл. 41.

Таблица 41

ЗАВИСИМОСТЬ РАСХОДА ВОДЫ НА ПРОМЫВКУ СИВУШНОГО МАСЛА ОТ ЕГО КАЧЕСТВА

Плотность	Показатель преломления	Содержание этилового спирта, % мас.	Количество объемов воды на 1 объем сивушного масла
0,880	1,378	56,0	2,30
0,858	1,383	46,0	1,75
0,853	1,386	40,0	1,55
0,848	1,389	33,0	1,15
0,841	1,391	27,0	0,70
0,840	1,394	22,0	0,50
0,838	1,395	18,5	0,00

При соблюдении указанных в таблице расходов воды промывка сивушного масла будет экономичной, возврат масла с промывной водой — наименьшим.

Отстоявшийся водный слой, в котором содержится до 10—12% этанола, направляют на установку для переработки. Сивушное масло повторно анализируют и при удовлетворительном качестве передают его в спиртохранилище. При несоответствии показателей требованиям ГОСТа сивушное масло вновь промывают, пользуясь данными таблицы.

КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ ГОЛОВНОЙ ФРАКЦИИ В СИСТЕМЕ БРАГОРЕКТИФИКАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ

Концентрирование головной фракции этилового спирта в системе брагоректификационной установки может быть рекомендовано для предприятий, на которых обеспечивается устойчивое получение ректификованного спирта высокого качества, отбираемого непосредственно из ректификационной колонны. В этом случае колонна окончательной очистки спирта, находящаяся, как правило, в резерве, может быть использована для концентрирования головной фракции, т. е. для дополнительного увеличения выхода на установке основной продукции.

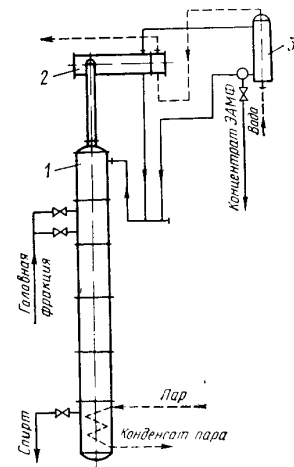


Рис. 14. Концентрирование головной фракции в системе брагоректификационной установки:

1 — колонна окончательной очистки; 2 — дефлегматор; 3 — конденсатор.

Работа колонны окончательной очистки в режиме концентрирования головной фракции осуществляется следующим образом (рис. 14). Головная фракция, отбираемая из конденсатора эспирационной колонны, через ротаметр направляется на 8—10-ю (считая сверху) тарелки колонны окончательной очистки, снабженной дефлегматором и конденсатором. Колонна обогревается паром через смонтированный в выварную камеру змеевик или через выносной кипятильник.

Расход пара в колонне поддерживается на уровне 30—40 кг на 1 дал введенной на концентрирование головной фракции, что в пересчете на производительность составляет для установок 2000 дал/сут — 0,15 т/ч, 3000 дал/сут — 0,2 и 6000 дал/сут — 0,4 т/ч. При данном расходе пара, соответствующем проведению процесса в области «абсолютной» эспирации спирта, происходит интенсивное концентрирование эфиров, альдегидов и метанола, которые в виде концентрата периодически (один раз в сутки) отводятся из конденсатора колонны в количестве 1,0—1,5 дал для установок производительностью 2000—3000 дал/сут и 2—3 дал для установок производительностью 6000 дал/сут.

Выделенный из головной фракции этанол перемещается в выварную камеру колонны и непрерывно отводится из нее в сборник промывных вод для доочистки его в эспирационной и ректификационной колоннах.

При указанном концентрировании головной фракции выход ректифицированного спирта возрастает до 98,3—98,5%. Качественные показатели ректифицированного спирта, включая и органолептические, при этом практически не изменяются. Выделенный из головной фракции концентрат используется в качестве топлива в смеси с мазутом.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ РАБОТЫ БРАГОРЕКТИФИКАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ

Технологические показатели и параметры работы брагоректификационной установки косвенного действия

Т а б л и ц а 42

Показатели	Спирт высшей очистки	Экстра
<i>Установка в целом</i>		
Производительность, дал/сут	Номинальная	0,8—0,85 от номинальной
Удельный расход греющего пара на установке, кг/дал		
без сивушной колонны	55—60	65—70
с сивушной колонной	60—65	73—75

Продолжение табл. 42

Показатели	Спирт высшей очистки	Экстра
<i>Удельный расход воды на установке, м³/дал</i>		
без сивушной колонны	0,5—0,55	0,55—0,6
с сивушной колонной	0,55—0,6	0,6—0,65
<i>Норма отбора продуктов ректификации, % к условному спирту-сырцу</i>		
ректификованный спирт	96,0—96,5	93,0—94,0
головная фракция	2,0—3,0	4,0—6,0
сивушное масло	0,3—0,4	0,3—0,4
<i>Норма отбора полупродуктов ректификации, возвращаемых на повторную переработку на установке, % к условному спирту-сырцу</i>		
непастеризованный спирт из ректификационной колонны	1,0—1,5	2,0—3,0
непастеризованный спирт из колонны окончательной очистки	1,0—1,5	1,0—1,5
сивушный спирт	1,0—1,5	1,5—2,0
<i>Бражная колонна</i>		
Удельный расход пара, кг/дал	18—22	18—22
Давление в колонне, кПа		
в выварной камере	117—119	116—118
над верхней тарелкой	104—106	104—106
Температура, °С		
бражки на входе в колонию	70—75	70—75
над верхней тарелкой	93—95	93—95
в выварной камере	103—104	103—104
Крепость бражного дистиллята, % об.	40—50	40—50
Допустимое содержание спирта в барде, % об.	Не более 0,015	
<i>Эспирационная колонна</i>		
Удельный расход пара, кг/дал	8—10	10—12
Давление в колонне, кПа		
в выварной камере	117—119	119—121
над верхней тарелкой	101—104	103—105

Продолжение табл. 42

Показатели	Спирт высшей очистки	Экстра
Температура в выварной камере колонны, °С	87—88	88—89
Крепость эюрата, % об. при открытом обогреве	30—40	30—35
при обогреве через кипятильник	40—50	40—45
<i>Ректификационная колонна</i>		
Удельный расход пара, кг/дал	20—24	28—30
Давление в колонне, кПа в выварной камере	124—126	124—126
над верхней тарелкой	104—106	104—106
Температура, °С над верхней тарелкой	78—79	78—79
над тарелкой питания	86—88	86—87
в зоне отбора сивушного масла (над 8-й тарелкой)	95—100	95—100
в выварной камере	105—106	105—106
Крепость, % об. сивушного спирта	80—85	80—85
погона паров сивушного масла	30—50	30—50
непастеризованного спирта	96,6—97,0	96,8—97,2
Содержание спирта в лютерной воде	Не допускается	
<i>Колонна окончательной очистки</i>		
Удельный расход пара, кг/дал	6—7	7—8
Давление в колонне, кПа в выварной камере	107—108	109—111
над верхней тарелкой	101—103	103—104
Крепость, % об. ректификованного спирта на входе в колонну	Не менее 96,3	Не менее 96,6
непастеризованного спирта	96,6—97,0	96,8—97,2
<i>Сивушная колонна</i>		
Удельный расход пара, кг/дал	5—7	5—7
Давление в колонне, кПа в выварной камере	117—119	117—119
над верхней тарелкой	101—104	101—104
Температура, °С над верхней тарелкой	80—81	80—81
над аккумуляторной тарелкой	90—92	90—92
над тарелкой питания	96—98	96—98
в выварной камере	102—103	102—103
Крепость головного погона, отбираемого из делителя флегмы и конденсатора колонны, % об.	94—96	94—96
Содержание спирта в лютерной воде	Не допускается	

Технологические показатели и параметры работы брагоректификационной установки косвенно-прямоточного действия

Таблица 43

Показатели	Спирт высшей очистки	Экстра
<i>Установка в целом</i>		
Производительность, дал/сут	1,1—1,15 от номинальной	Номинальная
Удельный расход греющего пара, кг/дал	40—42	48—50
Удельный расход воды, м³/дал	0,32—0,35	0,38—0,4
Норма отбора продуктов ректификации, % к условному спирту-сырцу		
ректификованный спирт	96,5—97,5	94,0—96,0
головная фракция	1,5—2,0	3,0—4,0
сивушное масло	0,3—0,4	0,3—0,4
Норма отбора полупродуктов ректификации, возвращаемых на повторную переработку на установке, % к условному спирту-сырцу		
непастеризованный спирт из ректификационной колонны	1,0—1,5	2,0—3,0
сивушный спирт	1,0—1,5	1,5—2,0
<i>Бражная колонна</i>		
Удельный расход пара, кг/дал	24—25	27—28
Давление в колонне, кПа в выварной камере	118—120	117—119
над верхней тарелкой	105—106	104—105
Температура, °С бражки на входе в колонну	65—70	70—75
над верхней тарелкой	94—96	95—96
в выварной камере	104—105	104—105
Крепость, % об. бражного дистиллята	60—65	55—60
эюрированных водно-спиртовых паров	20—22	15—20
Допустимое содержание спирта в барде, % об.	Не более 0,015	
<i>Эюрационная колонна</i>		
Давление в колонне, кПа в выварной камере	108—110	108—110
над верхней тарелкой	101—103	101—103
Температура в выварной камере колонны, °С	85—86	86—87
Крепость эюрата, % об	40—45	38—40

10*

147

Продолжение табл. 43

Показатели	Спирт высшей очистки	Экстра
<i>Ректификационная колонна</i>		
Удельный расход пара, кг/дал	16—17	21—22
Давление в колонне, кПа		
в выварной камере	124—126	124—126
над верхней тарелкой	103—105	103—105

Остальные показатели соответствуют показателям при работе установки по схеме косвенного действия.

Технологические показатели и параметры работы колонны окончательной очистки в режиме повторной ректификации спирта

При работе колонны окончательной очистки в режиме повторной ректификации спирта производительность брагоректификационной установки возрастает на 10—15% и составляет при выработке ректифицированного спирта высшей очистки — 1,1—1,15 от номинальной, при выработке ректифицированного спирта Экстра — 0,9—1,0 от номинальной.

Показатели работы колонны окончательной очистки в режиме повторной ректификации спирта приведены в табл. 44.

Таблица 44

Показатели	Спирт высшей очистки	Экстра
Удельный расход пара, кг/дал	7—8	7—8
Давление в колонне, кПа		
в выварной камере	114—116	114—116
над верхней тарелкой	103—104	103—104
Крепость, % об.		
ректификованного спирта на входе в колонну	Не менее 96,0	Не менее 96,3
погона концевой фракции, отбираемой из выварной камеры колонны	95,8—96,0	96,2—96,4
непастеризованного спирта	96,6—96,8	96,8—97,2
Норма отбора полупродуктов ректификации, возвращаемых на повторную переработку на установке, % к условному спирту-сырцу		
непастеризованного спирта	1,0—1,5	1,0—1,5
погона концевой фракции	2—3	2—3

Технологические показатели и параметры работы брагоректификационной установки с направленным выделением примесей в эспурационной колонне

Таблица 45

Показатели	Спирт высшей очистки	Экстра
<i>Установка в целом</i>		
Производительность, дал/сут	1,1—1,15 от номинальной	1,05—1,1 от номинальной
Удельный расход греющего пара, кг/дал	38—40	45—48
Удельный расход воды, м ³ /дал	0,3—0,32	0,34—0,36
Норма отбора продуктов ректификации, % к условному спирту-сырцу		
ректификованный спирт	97,5—98,5	96,5—98,0
головная фракция	0,5—1,0	1,0—2,0
сивушное масло	0,3—0,4	0,3—0,4
Норма отбора полупродуктов ректификации, возвращаемых на повторную переработку на установке, % к условному спирту-сырцу		
непастеризованный спирт из ректификационной колонны	1,0—1,5	2,0—3,0
непастеризованный спирт из конденсатора сивушной колонны	2,0—3,0	2,0—3,0
спиртовой погон из дефлегматора	5,0—6,0	6,0—8,0
сивушной колонны		
сивушный погон из эспурационной колонны	8,0—10,0	10,0—12,0
<i>Эспурационная колонна</i>		
Давление в колонне, кПа		
в выварной камере	108—110	108—110
над верхней тарелкой	101—103	101—103
Температура, °С		
в выварной камере	91—92	92—93
на тарелке питания	88—89	90—92
Расход гидроселекционной воды, % к условному спирту-сырцу	200—250	250—300
Крепость эспурата, % об.	22—25	20—22

Качественные и количественные показатели бражной и ректификационной колонн аналогичны показателям установки, работающей по схеме косвенно-прямоточного действия. Показатели сивушной колонны соответствуют показателям при ее работе в установке косвенного действия.

Качественные показатели промежуточных продуктов ректификации спирта

Таблица 46

Промежуточный продукт ректификации	Крепость, % об.	Содержание примесей				Проба на окисляемость при 20°С, мин
		эфиров, мг/л	альдегидов, мг/л	сивушного масла, % об.	метанола, % об.	
Элюрат						
при обогреве колонны острым паром	30—40	До 80	До 5	—	До 0,06	—
	35—30	40—60	Не более 2	—	Не более 0,04	—
при обогреве колонны через кипятильник	40—50	До 80	До 5	—	До 0,06	—
	40—45	40—60	Не более 2	—	Не более 0,04	—
Погон паров сивушного масла из ректификационной колонны	Не более 50	—	—	10—15	—	—

Непастеризованный спирт

из ректификационной колонны	96,6—97,0	До 50	До 20	—	2—4	До 1,5
	96,8—97,2	Не более 30	Не более 10	—	Не более 2	Не менее 2
из колонны окончательной очистки, работающей в режиме элюрации спирта	96,6—97,0	До 50	До 15	—	До 4	До 1,5
	96,8—97,2	Не более 30	Не более 10	—	Не более 2	Не менее 2
из колонны окончательной очистки, работающей в режиме повторной ректификации спирта	96,6—96,8	До 50	До 15	—	До 4	До 2
	96,8—97,2	Не более 30	Не более 10	—	Не более 2	Не менее 4
Погон концевой фракции из выварной камеры колонны окончательной очистки	95,8—96,0	До 30	—	До 20	До 0,04	Не менее 10
	96,2—96,4	Не более 25	—	Не более 10	Не более 0,03	15—20

Примечание. В числителе приведены значения показателей при выработке ректифицированного спирта высшей очистки в знаменателе — при выработке ректифицированного спирта высшей очистки улучшенного качества и спирта Экстра.

При большем содержании примесей в элюате и непастеризованном спирте следует увеличить подачу пара в элюационную колонну, повысить величину отбора непастеризованного спирта или частично «сбросить» его в головную фракцию.

Глава 4

НОРМЫ РАСХОДА СЫРЬЯ, ОСАХАРИВАЮЩИХ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ВОДЫ, ТЕПЛА, ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Нормы расхода сырья, осаживающих и вспомогательных материалов, воды, тепла и электроэнергии зависят от технологической схемы производства, ассортимента перерабатываемого сырья и применяемых осаживающих материалов, а также от производительности предприятия.

НОРМЫ РАСХОДА СЫРЬЯ И ВЫХОДА СПИРТА ИЗ 1 т УСЛОВНОГО КРАХМАЛА

Нормы расхода сырья рассчитываются по нормативным выходам спирта из 1 т условного крахмала. Принятые в спиртовой промышленности нормативы выходов спирта дифференцированы, они учитывают схему, по которой работает спиртовой завод, а также внедренные на нем технические усовершенствования.

Работа спиртовых заводов по непрерывным схемам и совершенной технологии, особенно с применением препаратов плесневых грибов и бактерий, позволяет вести процесс спиртового производства

Таблица 47

НОРМЫ ВЫХОДА СПИРТА ИЗ 1 т УСЛОВНОГО КРАХМАЛА, ДАЛ

Сырье	Схема производства		
	периодическая	полунепрерывная	непрерывная
Картофель	64,7	65,0	65,7
Кукуруза	64,0	64,3	65,0
Пшеница	63,7	64,0	64,7
Просо и гаолян	63,5	63,8	64,5
Рожь	62,9	63,2	63,9
Ячмень	62,4	62,7	63,4
Овес и чумиза	61,8	62,1	62,8
Гречиха	61,1	61,4	62,1
Вика, чечевица, горох	59,1	59,4	60,1
Рис			
зерно (нешелушенный)	61,8	62,1	62,8
крупя	64,7	65,0	65,7
Сахарная свекла	61,4	61,7	62,4
Меласса	65,9	—	66,5
Яблоки свежие	61,7	62,0	—

наиболее эффективно с минимально допустимыми потерями, наибольшим выходом спирта и наименьшим расходом сырья на производство единицы продукции. Работа по периодическим схемам, а также всякое отступление от рекомендованного технологического режима производства ведут к тому, что потери сырья увеличиваются, а выход спирта снижается.

Нормы выхода спирта из 1 т условного крахмала при работе по различным схемам производства, представленные в табл. 47, утверждены в Приложении к письму Минпищепрома СССР от 14.V 1980 г.

При внедрении технических усовершенствований к нормативным выходам устанавливаются следующие надбавки (в дал на 1 т крахмала):

Удлинненный срок брожения до 72 ч	0,8
В том числе на каждые 6 ч сверх 48 ч	0,2
Непрерывно-поточный и циклический способ брожения при сроке 60 ч (приравнивается к 72 ч периодического брожения)	0,8
Осахаривание с вакуум-охлаждением	0,1
Полная замена солода поверхностной культурой плесневых грибов	0,3
Частичная замена солода поверхностной культурой плесневых грибов	0,2
Полная замена солода глубинной культурой	0,7
Частичная замена солода глубинной культурой	0,2

Примечания: 1. При переработке сахарной свеклы, а также яблок отдельно или в смеси с крахмалистым сырьем надбавка на удлинненный срок брожения не применяется.

2. При переработке яблок в смеси с крахмалистым сырьем количество их не должно превышать 30% по массе зернового сырья и 10% по массе картофеля.

3. Надбавки к нормативным выходам распространяются также на крахмал солода и поверхностной грибовой культуры, вводимой в сусло.

4. Корректировка показателей заводов по выходу спирта при переработке остродфектного сырья осуществляется в порядке, установленном Упрспиртом Минпищепрома СССР, по результатам контрольных анализов сырья, проведенных арбитражными лабораториями научно-исследовательских институтов спиртовой и ликерно-водочной промышленности.

Выход спирта из эпизодического вида сырья (сахара-сырца, сахара-крошки и дефектного белого сахара) при переработке его в смеси с крахмалистым сырьем на спиртовых заводах, перерабатывающих зерно-картофельное сырье зависит от количества сахара в смеси и составляет:

Количество сахара, % к условному крахмалу смеси	Выход спирта из 1 т условного крахмала, дал
70	63,1
50	64,7
25	64,7

Примечания: 1. При переработке сахара-сырца в смеси с крахмалистым сырьем в других соотношениях выход спирта из са-

хара-сырца определяется как средневзвешенный между граничащими нормами выходов.

2. В тех случаях, когда сахара-сырца в смеси с крахмалистым сырьем менее 25%, выход спирта определяется как средневзвешенный между 64,7 и 65,9 дал.

3. Приведенные нормы выхода спирта из сахара даны для любых схем производства на спиртовых заводах, перерабатывающих зерно-картофельное сырье, с учетом надбавок на герметизацию бродильных аппаратов и спиртоловушку.

Расход сырья на заданную производительность рассчитывается с учетом нормативного выхода спирта, качества сырья и вида осаживающих материалов.

Пример расчета. Определить расход сырья на 1000 дал спирта, если перерабатывается пшеница крахмалистостью 50% по непрерывной схеме с непрерывно-поточным брожением; для осахаривания с охлаждением массы под вакуумом используется глубинная культура микроорганизмов.

Выход спирта из 1 т условного крахмала пшеницы составит $64,7 + 0,8 + 0,1 + 0,7 = 66,3$ дал. На 1000 дал спирта потребуется условного крахмала $1000 \cdot 1/66,3 = 15,08$ т. Расход пшеницы на 1000 дал спирта составит $15,08 \times 1/0,50 = 30,16$ т.

Если по той же схеме перерабатывается картофель крахмалистостью 16%, а для осахаривания используется смесь солодов при расходе зерна на солод 13,5% к массе перерабатываемого крахмала (средняя крахмалистость солодового зерна 47%, потери крахмала при солодоращении 16%), то выход спирта из 1 т условного крахмала картофеля составит $65,7 + 0,8 + 0,1 = 66,6$ дал.

На 1000 дал спирта потребуется условного крахмала $1000 \times 1/66,6 = 15,01$ т.

Зерна на солод будет израсходовано $15,01 \times 13,5/100 = 2,02$ т. Введено крахмала с солодовым зерном $2,02 \times 0,47 \times 0,84 = 0,75$ т.

Расход картофеля на 1000 дал спирта составит $(15,01 - 0,75)/0,16 = 89,1$ т.

НОРМЫ РАСХОДА ОСАХАРИВАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Нормы расхода осаживающих материалов — солода и микробных ферментных препаратов — утверждены Минпищепромом СССР 20.XI.1978 г.

Солод и поверхностная культура плесневых грибов

Норма расхода солода (включая крахмал солода) зависит от вида крахмалсодержащего сырья и имеет следующие значения (в % к массе крахмала сырья):

Картофель	13,5
Овес	19,0
Другие культуры зерна	15,5

При переработке сахарной свеклы допускается добавление 3,3% солода (в пересчете на условный крахмал) только при удельном весе свеклы в общем балансе сырья свыше 30%.

При осахаривании крахмала картофеля и зерновых культур смесью солода и поверхностной культуры плесневых грибов норма расхода солода (в процентах к массе условного крахмала сырья, включая крахмал осаживающих материалов — ОМ) составляет 4%, Глюкаваморина Пх — 2% при общем расходе ОМ 6% или Амилоризина Пх — 3% при общем расходе ОМ 7%.

При переработке сахарной свеклы допускается добавление 3,3% солода или 1,6% Амилоризина Пх (в пересчете на условный крахмал) при удельном весе свеклы в общем балансе сырья свыше 30%.

При осахаривании крахмала картофеля и зерновых культур норма расхода Глюкаваморина Пх составляет 4% (к массе условного крахмала сырья, включая крахмал ОМ), Амилоризина Пх — 1% при общем расходе ОМ 5%.

Глубинные культуры микроорганизмов и концентрированные ферментные препараты

При переработке крахмалсодержащего сырья норма расхода глубинных культур микроорганизмов или концентрированных ферментных препаратов исчисляется в единицах АС (активности α -амилазы) и ГЛА (глюкоамилазной активности), затрачиваемых на осахаривание 1 т перерабатываемого крахмала, включая крахмал осаживающих материалов. Норма расхода ОМ устанавливается в зависимости от выбранной продолжительности брожения (табл. 48—50), при этом даже в случае ее сокращения (48 ч и менее) сохраняются все технико-экономические показатели процесса, включая надбавку на выход спирта (0,8 дал из 1 т крахмала при трехсуточном брожении), и величина остаточных несброженных углеводов бражки.

Таблица 48

НОРМЫ РАСХОДА ОСАХАРИВАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ НА 1 т ПЕРЕРАБАТЫВАЕМОГО КРАХМАЛА, ЕД.

Продолжительность брожения, ч	α -Амилаза		Глюкоамилаза
	бактериальная	грибная	
72*	1·10 ⁶	(1,5—2,0)·10 ⁶	6·10 ⁶
60**	1·10 ⁶	(1,5—2,0)·10 ⁶	9·10 ⁶
48	1·10 ⁶	(1,5—2,0)·10 ⁶	15·10 ⁶

* Для осахаривания дрожжевого суслу дополнительно вводится 3 ед. ГЛА на 1 г крахмала при переработке картофеля и зерна (кроме кукурузы) и 6 ед. ГЛА на 1 г крахмала при переработке кукурузы.

** При переработке кукурузы вносится дополнительно 3 ед. ГЛА на 1 г крахмала для осахаривания дрожжевого суслу.

Таблица 49

НОРМЫ РАСХОДА СМЕСИ ОСАХАРИВАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ
АМИЛОРИЗИНА Пх И ГЛЮКАВАМОРИНА Гх-466

Продолжительность брожения, ч	Амилоризин Пх (Ас=150 ед./г)			Глюкаваморин Гх-466 (ГЛА=200 ед./мл)		
	количество единиц активности	расход товарного продукта, кг	расход условного продукта, кг	количество единиц активности	объем культуральной жидкости, м ³	расход условного продукта, кг
48	2,0·10 ⁶	13	0,87	12·10 ⁶	0,06	12
72	1,5·10 ⁶	10	0,65	6·10 ⁶	0,03	6

Таблица 50

НОРМЫ РАСХОДА СМЕСИ ОСАХАРИВАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ
АМИЛОМЕЗЕНТЕРИНА Гх-467 И ГЛЮКАВАМОРИНА Гх-466

Продолжительность брожения, ч	Амиломезентерин Гх-467 (Ас=40 ед./мл)			Глюкаваморин Гх-666 (ГЛА=200 ед./мл)		
	количество единиц активности	объем культуральной жидкости, м ³	расход условного продукта, кг	количество единиц активности	объем культуральной жидкости, м ³	расход условного продукта, кг
48	1,5·10 ⁶	0,037	0,65	15·10 ⁶	0,076	15,0
72	1,5·10 ⁶	0,037	0,65	6·10 ⁶	0,03	6,0

Таблица 51

НОРМЫ РАСХОДА ЗЕРНА НА СОЛОД И ПРЕПАРАТА
ГЛЮКАВАМОРИН Гх-466 НА ОСАХАРИВАНИЕ

Продолжительность брожения, ч	Зерно на солод, % к массе перерабатываемого крахмала	Глюкаваморин Гх-466 (ГЛА=200 ед./мл)		
		количество единиц активности	объем культуральной жидкости, м ³	расход условного продукта, кг
48	5	5·10 ⁶	0,025	5
	8	4·10 ⁶	0,02	4
72	5	4·10 ⁶	0,02	4
	8	3·10 ⁶	0,015	3

Глубинная культура Глюкаваморин Гх-466, являющаяся высокоактивным источником глюкоамилазы, может применяться для осахаривания в смеси с Амилоризинном Пх или Амиломезентерином Гх, служащими источниками α-амилазы.

Таблица 52

НОРМЫ РАСХОДА ПРЕПАРАТОВ ГЛЮКОБАТАТИН Гх И ГЛЮКОЭНДОМИКОПСИН Гх

Продолжительность брожения, ч	По α-амилазе			По глюкоамиллазе			Всего		
	количество единиц активности	объем культуральной жидкости, м ³	расход условного продукта, кг	количество единиц активности	объем культуральной жидкости, м ³	расход условного продукта, кг	количество единиц активности	объем культуральной жидкости, м ³	расход условного продукта, кг
72	2,0·10 ⁶	1,0	0,87	6,6·10 ⁶	0,23*	6,6	8,6·10 ⁶	1,23	7,47
60	2,0·10 ⁶	1,0	0,87	9,3·10 ⁶	0,37	9,3	11,3·10 ⁶	1,37	10,17
72	2,0·10 ⁶	1,0	0,87	0,3·10 ⁶	0,015	0,3	0,3—10 ⁶	0,015	—

При осахаривании Глюкобатином Гх и Глюкоэндомикопсином Гх

В том числе на дополнительное осахаривание дрожжевого сусла

При осахаривании Глюкобатином Гх

В том числе на дополнительное осахаривание дрожжевого сусла

* За вычетом единиц ГЛА, вносимых с Глюкобатином Гх.

Глюкаваморин Гх-466 используется также для частичной замены солода (табл. 51). В этом случае совместно с Глюкававорином может применяться только ячменный солод.

Помимо основных препаратов Глюкаваморин Гх-466 и Амилomezентерин Гх-467 для осахаривания могут быть использованы также глубинные культуры препаратов Глюкобататин Гх (в качестве источника α -амилазы) и Глюкоэндомиколсин Гх (являющийся источником глюкоамилазы). При определении расхода этих культур на осахаривание 1 т крахмала перерабатываемого сырья (табл. 52) необходимо учитывать ассортимент перерабатываемого сырья, активности культур, продолжительность процесса брожения.

НОРМЫ РАСХОДА ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Вспомогательные материалы — серная кислота, формалин и хлорная известь — расходуются соответственно для подкисления дрожжевого сусла, асептирования солодового молока и суспензии микробных ферментных препаратов, для общесанитарного пользования.

Предельные нормы их расхода при производстве спирта из зерно-картофельного сырья представлены в табл. 53.

Таблица 53

НОРМЫ РАСХОДА ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА 1000 ДАЛ СПИРТА, кг

Материал	Расход по норме	Норма утверждена
Кислота серная	22,8	Приложением № 3 к приказу Минпищепрома СССР от 04.VIII 1977 г.
Формалин для асептирования солодового молока	25	Главспиртом Минпищепрома СССР 10.I 1971 г.
Формалин для асептирования суспензий микробных ферментных препаратов	50	Приказом Минпищепрома СССР от 30.II 1971 г.
Хлорная известь	25	Приказом Минпищепрома СССР (ежегодно)

НОРМЫ РАСХОДА ВОДЫ

Расход воды зависит от системы водоснабжения, технологической схемы, ассортимента сырья и вида применяемых осахаривающих материалов, а также от производительности завода. Потребление воды по отдельным участкам технологического процесса при переработке различных видов сырья и осахаривающих материалов приведено в сборнике Технологические укрупненные нормы водопотребления и водоотведения по видам производств спиртовых заводов, перерабатывающих крахмалистое сырье; нормы утверждены

Упрспиртом Минпищепрома СССР 21.VII 1976 г. Расход воды по основным стадиям процесса при переработке зерно-картофельного сырья приведен в главе 5 раздела II.

Для укрупненных расчетов при системе с последовательным водоспользованием может быть принят следующий расход воды на 1000 дал спирта, определенный по среднегодовым нормам (в м³): при переработке зернового сырья — 1462, в том числе питьевой — 442; при переработке картофеля — 2156, в том числе питьевой — 434. При двухступенчатом вакуум-охлаждении дополнительно расходуется 150 м³ воды с температурой около 10° С. Коэффициент среднегодовой нормы составляет для зернового сырья 1,39 летом и 0,77 зимой, для картофеля соответственно 1,29 и 0,85.

НОРМЫ РАСХОДА ТЕПЛА, ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Нормирование расхода энергоресурсов на производство спирта-ректификата осуществляется согласно Инструкции по нормированию расхода тепловой энергии и топлива для спиртовых заводов, перерабатывающих крахмалистое сырье (М., 1978) и Инструкции по нормированию расхода электрической энергии для спиртовых заводов, перерабатывающих крахмалистое сырье (М., 1979). Нормы расхода энергоресурсов определяются в зависимости от ассортимента сырья, технологического процесса, производственной программы завода на планируемый период.

Для укрупненных расчетов можно пользоваться следующими ориентировочными показателями расхода энергоресурсов на 1000 дал спирта-ректификата высшей очистки: электрическая энергия — 1700—1900 кВт·ч.; тепловая энергия — 2,7—2,9 кДж.

НОРМЫ РАСХОДА СЫРЬЯ, ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ВОДЫ, ПАРА, ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, СЖАТОГО ВОЗДУХА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КУЛЬТУР ПЛЕСНЕВЫХ ГРИБОВ

При получении глубинной культуры препарата Глюкаваморин Гх-466 установлены следующие нормы расхода (регламентируемые/нормируемые) (в пересчете на 1 т условной глюкоамилазы):

Мука кукурузная, кг	1513,5/1589,5
Автолизат дрожжевой, г	8,4/8,9
Солод пивоваренный ячменный, кг	45,405/47,425
Масло подсолнечное, кг	2,58/2/88
Вода, м ³	
на приготовление питательной среды	3,175/3,345
отработавшая	220/231,0
загрязненная	1,0/1,05
Сжатый воздух, м ³	(23400—46800)/(24570—49140)
Электроэнергия, кВт·ч	2000/2100
Пар (давлением 0,5 МПа), кг	5000/5250

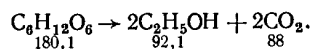
Кислота серная, кг	0,5/0,52
Известь хлорная, кг	2,2/2,3
Хлорамин «Б», г	25/26
Формалин, кг	2,5/2,6

При получении глубинной культуры препарата Амиломезентерин Гх-467 (в пересчете на 1 м³):

Агар, кг	0,01
Мясо-пептонный бульон (МПБ), л	0,5
Мука кукурузная, кг	60
Экстракт кукурузный сгущенный, кг	10
Диаммонийфосфат, кг	9
Карбонат кальция, кг	2
Масло подсолнечное, л	0,5
Кислота, л	
соляная	0,0082
уксусная	0,058
Крахмал растворимый, кг	0,010
Ацетат натрия, кг	0,082
Гидроксид натрия, кг	0,033
Иод, кг	0,005
Йодид калия, кг	0,005
Спирт этиловый ректификованный, л	0,1
Хлорамин «Б», г	350
Вода, м ³	
на приготовление питательной среды	0,966
условно-чистая	22
загрязненная	0,22
Сжатый воздух, м ³	
на аэрацию среды	1600
на отдувку фильтров	53
Электроэнергия, кВт·ч	90
Пар для стерилизации, кг	483

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПОТЕРИ И ПРАКТИЧЕСКИЙ ВЫХОД СПИРТА ИЗ 1 Т УСЛОВНОГО КРАХМАЛА СЫРЬЯ

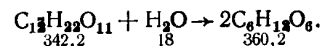
Выходом спирта считают количество его, получаемое из единицы массы крахмала или сахара, содержащихся в сырье. Теоретический, т. е. максимальный, выход определяется по уравнению реакции спиртового брожения



Из 100 кг сбраживаемых гексоз должно получиться 51,14 кг спирта и 48,86 кг диоксида углерода, или в объемном выражении 64,79 л спирта, относительная плотность которого $d_4^{20} = 0,78927$. Таким образом, из 1 т гексоз может быть получено 64,79 дал безводного спирта.

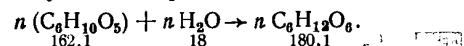
Выход спирта из дисахаридов (сахарозы, мальтозы и др.) увеличивается в соответствии с увеличением молекулярных масс по

уравнению



Коэффициент увеличения выхода в этом случае равен 1,0526, т. е. из 100 кг дисахаридов теоретически можно получить 68,2 л, а из 1 т соответственно 68,2 дал безводного спирта.

Для крахмала коэффициент увеличения выхода также определяется из уравнения реакции гидролиза



Коэффициент увеличения выхода равен 1,11104, с его учетом выход спирта из 1 т полисахаридов (крахмала, инулина и др.) составит 71,98 дал. Теоретический выход диоксида углерода по отношению к спирту составит $88 \cdot 100/92,1 = 95,5\%$.

Из стехиометрических соотношений известно, что для образования 342,2 г дисахаридов требуется 324,2 г крахмала, т. е. коэффициент перевода сахарозы в условный крахмал равен 0,95. Этим коэффициентом пользуются при пересчете сахара мелассы на крахмал.

Практический выход спирта меньше теоретического, так как часть сбраживаемых углеводов и образующегося при брожении спирта теряется. В зависимости от вида сырья и технологической схемы производства спирта практический выход достигает 81,5—93,0% от теоретически возможного.

Потери сбраживаемых углеводов и спирта подразделяются на механические и технологические. Механические (организационно-технические) потери происходят из-за неисправности оборудования, небрежности и недосмотра обслуживающего персонала. Эти потери не должны допускаться на заводах. Технический персонал обязан строго следить за состоянием оборудования, коммуникаций и вовремя исправлять повреждения.

Технологические потери имеют скрытый характер, они выявляются при поэтапном химико-технологическом контроле и учете производства. К этим потерям относятся следующие.

Потери при мойке картофеля. Эти потери обуславливаются уносом с промывной водой части растворимых веществ из картофеля, а также потерями из-за проскакивания нестандартных клубней через решетку. Потери при мойке не регламентируются и в среднем составляют 0,1% по массе картофеля.

Потери при обработке пленчатого зерна. При обработке (обрушивании) овса потери углеводов за счет распыла муки и сходящей шелухой не должны превышать 1,5% от количества сбраживаемых углеводов в сырье.

При дроблении проса и ячменя потери сбраживаемых углеводов на распыливание не должны превышать 0,3% от их содержания в исходном зерне.

Потери при солодоращении. Они подразделяются на потери при замачивании за счет частичного растворения веществ зерна в замочной воде, при дыхании зерна, при образовании корешков и ростков. Норма потерь крахмала при солодоращении принята 16% от всего количества крахмала солодового зерна. Учитывая, что расход зерна на солод по массе крахмала, содержащегося в переработанном производственном и солодовом зерне, не должен превышать

для картофеля 13,5; овса — 19; зерна всех прочих культур — 15,5%; общие потери крахмала при солодоращении составляют 1,0—1,4%.

Потери при производстве культур плесневых грибов. Плесневые грибы при культивировании поверхностным способом активно потребляют углеводы, количество которых в готовой культуре составляет в среднем 15% от их первоначального содержания в питательной среде. Нормативные потери углеводов составляют 85%. Эта величина принимается и при культивировании плесневых грибов глубинным способом.

При работе с культурой Глюкаваморин Гх-466 должен учитываться оставшийся в культуре крахмал. В этом случае с каждым 1 м³ культуры, поданным на осахаривание, к крахмалу, идущему на варку, прибавляется 40 кг крахмала, поступающего с культурой.

Потери при разваривании. При тепловой обработке крахмалистого сырья протекают сложные реакции (сахароаминная, оксиметил-фурфурольное и термическое разложение сахаров), способствующие образованию меланоидинов, карамелей, фурфурольных соединений и других веществ, не сбраживаемых дрожжами. Эти потери зависят от температуры и продолжительности разваривания, а также от состава и степени дефектности сырья. Потери при разваривании не регламентируются и входят в состав неопределяемых потерь.

Потери при брожении. При сбраживании сусле из зерно-картофельного сырья потери углеводов складываются из трат сахаров на развитие дрожжей и образование побочных продуктов брожения и из углеводов, остающихся несброженными в зрелой бражке. Траты сахаров на выращивание дрожжей и побочное брожение принимаются равными 4%. Предельно допустимая величина содержания остаточных растворимых углеводов (декстринов и олигосахаридов) в зерно-картофельных бражках 0,45 г на 100 мл. Содержание нерастворенного крахмала в них достигает 0,2% при использовании для осахаривания солода и 0,1% при применении культур плесневых грибов. При внедрении технических усовершенствований, точном соблюдении режимов переработки содержание несброженных углеводов может быть значительно снижено.

Таким образом, по содержанию несброженных углеводов в зрелых бражках можно в определенной степени судить об уровне работы на спиртовом заводе, так как любые технологические нарушения и отклонения от нормального хода процесса на каждом этапе производства в той или иной степени отражаются на конечном результате сбраживания. Поэтому величина несброженных углеводов в бражке в настоящее время стала основным показателем качества проведенного технологического процесса получения спирта, а видимая плотность (отброд), утратив свое значение, остается лишь показателем, оперативно характеризующим динамику брожения.

Потери углеводов от нарастания кислотности в процессе брожения. При нормальном технологическом процессе производства спирта из зерно-картофельного сырья нарастание кислотности в бражках не должно превышать 0,2°. Этот показатель определяется по разности между величиной кислотности бражки и сусле после смешивания его с дрожжами.

Если принять, что нарастание кислотности обуславливается образованием молочной кислоты, то по расчету при повышении кислотности на 1° в 100 мл бражки образуется 0,4504 г молочной кислоты. На образование 0,4504 г молочной кислоты расходуется

$180,1 \cdot 0,4504 / (2 \cdot 90,08) = 0,45$ г глюкозы, где 180,1 — молекулярная масса глюкозы; 2 — множитель, показывающий, что из 1 молекулы глюкозы образуются 2 молекулы молочной кислоты; 90,08 — молекулярная масса молочной кислоты.

При нарастании кислотности на 0,2° в 100 мл бражки потери сахаров (по глюкозе) составят $0,45 \cdot 0,2 = 0,09$ г. В пересчете на весь переработанный крахмал они будут равны $0,09 \cdot 100 \cdot 0,9 / 13 = 0,623\%$, где 0,9 — коэффициент, показывающий уменьшение объема бражки по отношению к объему сусле; 13 — содержание сбраживаемых углеводов в сусле, г на 100 мл. Эта величина может изменяться в зависимости от содержания углеводов в сусле.

Потери спирта с газами брожения. С диоксидом углерода из бродильного чана уносится до 0,6% спирта от всего количества, образовавшегося в бражке. На это количество затрачивается $0,6 \times 92,35 / 100 = 0,55\%$ сбраживаемых углеводов от всего их количества, введенного в производство (92,35 — количество углеводов в процентах от введенных в производство, которое превращается в спирт).

Если весь диоксид углерода из герметизированных бродильных чанов направлять в спиртоловушки, то с водно-спиртовой жидкостью будет возвращено примерно 93% об. спирта от общего количества, уходящего с газами. При 7% потерь неуловленного с газами брожения спирта будет потеряно $(0,6 - 0,56) \cdot 92,35 / 100 = 0,037\%$ сбраживаемых углеводов сырья.

Потери при перегонке и ректификации. Складываются из потерь спирта с бардой и отходящими через воздушники брагоректифика-

Таблица 54
ПОТЕРИ ПРИ НАРУШЕНИЯХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА

Отклонение от технологического режима, приводящее к потерям	Величина потерь	
	углеводов, в % к введенным в производство	спирта, в дал на 1 т крахмала всего переработанного сырья
Наращение кислотности при брожении на 0,1°	0,313	0,202
Повышение содержания несброженных углеводов в бражке на 0,1 г на 100 мл	0,769	0,450
Перерасход солода на 1% (увеличивает потери углеводов при солодоращении)	0,075	0,049
Перерасход поверхностной культуры на 10% (увеличивает потери при выращивании)	0,026	0,017
Не улавливается спирт из газов брожения в количестве 0,1%	0,092	0,060
Увеличение содержания спирта в барде на 0,005%	0,06	0,039

ционных аппаратов неконденсирующимися газами. Последние могут достигать 0,2% от всего получаемого спирта, поэтому спирт из газов улавливается спиртоловушками.

Потери спирта в лютерной воде не допускаются. В барде содержание спирта не должно превышать 0,015% или 0,195% ко всему образовавшемуся в процессе брожения спирту. Потери спирта в барде по отношению к введенным с сырьем сбраживаемым углеводам при этом составят $0,195 \cdot 92,35/100 = 0,18\%$.

Качество работы завода оценивается рядом показателей (табл. 55).

Таблица 55

ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ЗАВОДА

Оценка работы завода	Содержание несброженных углеводов в зрелой бражке, г на 100 мл	Потери углеводов по отношению к введенным в производство, %	Наращение кислотности, град	Потери углеводов по отношению к введенным в производство, %
Отличная	До 0,250	До 1,92	До 0,100	До 0,313
Хорошая	0,251—0,350	1,93—2,69	0,101—0,150	0,316—0,470
Удовлетворительная	0,351—0,450	2,70—3,46	0,151—0,200	0,473—0,626
Неудовлетворительная	>0,450	>0,346	>0,200	>0,626

УЧЕТ СПИРТА И ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ, НОРМЫ ПОТЕРЬ ПРИ РЕКТИФИКАЦИИ, ХРАНЕНИИ И ТРАНСПОРТИРОВКЕ, НОРМЫ РАСХОДА СПИРТА НА ЛАБОРАТОРНЫЕ ЦЕЛИ

Получаемый на установках спирт-сырец и ректифицированный спирт из холодильников поступают на контрольные снаряды, где учитываются объем проходящего спирта и концентрация в расчете на безводный спирт. Из контрольных снарядов спирт поступает в спиртоприемники спиртоприемного отделения или непосредственно в мерники. После измерения объема и концентрации в мерниках спирт передается в спиртохранилище. Передача спирта-сырца на ректификацию, всех сортов спирта, а также свишного масла и головной фракции из производства в спиртохранилище осуществляется только через мерники с обязательным заполнением всех форм учетной документации.

Учет этилового спирта, вырабатываемого на спиртовых заводах, производится в декалитрах (дал) безводного алкоголя. Так как при брагоректификации получается несколько продуктов, учет общего количества вырабатываемого спирта ведется в декалитрах условного спирта-сырца. При учете количества условного спирта-сырца на потери спирта, получающиеся при ректификации, суммируются с количеством безводного спирта в основном продукте и полупродук-

тах. Нормы потерь спирта на ректификационных и брагоректификационных установках при ректификации спирта из зерно-картофельного сырья (табл. 56) утверждены Минпищепромом СССР 18.XII 1978 г.

Таблица 56

НОРМЫ ПОТЕРЬ СПИРТА ПРИ РЕКТИФИКАЦИИ, %

Производительность установки, дал/сут	Октябрь—март			Апрель—сентябрь		
	2	3	4	2	3	4

При получении ректифицированного спирта высшей очистки

1000	0,62	0,65	0,67	0,79	0,82	0,84
1500	0,56	0,59	0,61	0,72	0,75	0,77
2000	0,53	0,56	0,58	0,69	0,72	0,74
2500	0,51	0,54	0,56	0,66	0,69	0,71
3000	0,50	0,53	0,55	0,65	0,68	0,70
3500	0,49	0,52	0,54	0,64	0,67	0,69
4000	0,49	0,52	0,54	0,63	0,66	0,68
4500	0,48	0,51	0,53	0,63	0,66	0,68
5000	0,48	0,51	0,53	0,62	0,65	0,67
5500	0,47	0,50	0,52	0,62	0,65	0,67
6000	0,47	0,50	0,52	0,62	0,65	0,67

При получении ректифицированного спирта I сорта

1000	0,60	0,63	0,65	0,76	0,79	0,81
1500	0,55	0,58	0,60	0,70	0,73	0,75
2000	0,52	0,55	0,57	0,67	0,70	0,72
2500	0,50	0,53	0,55	0,65	0,68	0,70
3000	0,49	0,52	0,54	0,64	0,67	0,69
3500	0,49	0,52	0,54	0,63	0,66	0,68
4000	0,48	0,51	0,53	0,62	0,65	0,67
4500	0,48	0,51	0,53	0,62	0,65	0,67
5000	0,47	0,50	0,52	0,62	0,65	0,67
5500	0,47	0,50	0,52	0,61	0,64	0,66
6000	0,47	0,50	0,52	0,61	0,64	0,66

Примечание. 2, 3, 4 — количество колонн в установке без учета бражной колонны.

Для установок, производительность которых отличается от указанной в таблице, но не превышает 6000 дал/сут, норма потерь определяется интерполяцией величин, соответствующих двум ближайшим значениям производительности. При этом полученная величина округляется до сотого знака.

Пример. Найти норму потерь спирта II для двухколонной установки производительностью $A=2180$ дал/сут, на которой получают спирт высшей очистки из зерно-картофельного сырья в октябре.

Для установки $A=2000$ дал $P=0,53\%$.
Для установки $A=2500$ дал $P=0,51\%$.

$$P = 0,53 - \frac{0,53 - 0,51}{2500 - 2000} \cdot 180 = 0,52\%.$$

Для установок, производительность которых не указана в таблице или количество колонн в которых превышает 4, нормы потерь спирта определяются по нижеприведенным уравнениям с округлением полученной величины до сотого знака:

при производстве спирта высшей очистки, выработанного в октябре—марте, $P=0,44+0,025(n-2)+180/A$,
в апреле—сентябре, $P=0,58+0,025(n-2)+210/A$,
при производстве спирта I сорта, выработанного в октябре—марте, $P=0,44+0,025(n-2)+160/A$,
в апреле—сентябре, $P=0,58+0,025(n-2)+175/A$,
где n — количество колонн в системе установки, в том числе эспирационные, ректификационные, сивушные и окончательной очистки, связанные в единую систему и работающие на один фонарь или тамер готового спирта.

Примечания: 1. За основную систему принята установка в составе эспирационной и ректификационной колонны. Установленные и включенные в работу с ними сивушная колонна и колонна окончательной очистки будут дополнительными. Количество колонн при этом $n=4$.

2. Система, включающая две ректификационные колонны, которые питаются от одной и той же эспирационной колонны, считается одной установкой, производительность которой соответствует суммарной производительности двух ректификационных колонн. При этом количество колонн $n=3$, при наличии сивушной колонны $n=4$ и колонны окончательной очистки $n=5$.

3. Система, в которой имеются две эспирационные и две ректификационные колонны, независимо от количества прочих дополнительных колонн, принимается как две установки. Производительность каждой из них исчисляется по фактической производительности ректификационных колонн. При этом количество колонн в обеих установках принимается равным 2.

4. Сивушная колонна и колонна окончательной очистки при подключении к такой системе числятся за одной установкой, и в данном случае одна установка будет иметь $n=4$, а другая $n=2$.

Если на заводе эксплуатируются две установки, норма потерь спирта исчисляется для каждой соответственно ее производительности.

5. В брагоректификационных установках n принимается по числу колонн в ректифицирующей части установки, т. е. без учета бражной колонны. В четырехколонной брагоректификационной установке $n=3$.

При определении нормы потерь спирта принимается среднесуточная производительность установки за отчетный период. Она определяется путем деления количества ректифицированного спирта, выработанного за этот период, на число суток фактической работы установки. Время работы установки исчисляется от начала загрузки ее спиртом до конца работы в отчетном периоде с точностью до 0,5 сут.

При получении ректифицированного спирта Экстра норма потерь, найденная по таблице или определенная расчетным путем для спирта высшей очистки, увеличивается на 0,05%.

Наладка вновь установленных или смонтированных после капитального ремонта непрерывнодействующих ректификационных и брагоректификационных установок производится в месячный срок. В случае, если потери спирта за этот период превышают предельно допустимые нормы, их списывают после утверждения вышестоящей инстанцией актов, составляемых в каждом отдельном случае.

При производстве ректифицированного спирта из отгонов, полученных от выпарки выжимок, трав и корней, подвергшихся настаиванию на спирте, грязного брака водки и других спиртовых жидкостей, обогатенных примесями, предельно допустимые потери устанавливаются для установок любой производительности независимо от числа колонн в размере 1,2% от количества спирта, взятого с ними на перегонку. Если фактические потери на непрерывнодействующих установках меньше установленных по нормам, списание потерь спирта производится по показателю, достигнутому на данной установке. При потерях, превышающих установленную норму, эксплуатация установок недопустима до выяснения и устранения причин, обуславливающих увеличенные нормы.

Заводам, имеющим кубовые ректификационные аппараты, для исчисления плановых потерь спирта при ректификации следует принимать в расчетах средние, фактически достигнутые нормы потерь за последние два года работы.

Нормы естественной убыли этилового спирта при хранении, перемещениях и транспортировке железнодорожным, речным и автомобильным транспортом (табл. 57) утверждены Госснабом СССР 31.XII 1975 г.

Примечания. 1. Нормы естественной убыли этилового спирта при перевозках в железнодорожных вагонах-цистернах грузоподъемностью 60 т (тип 25 и 53) устанавливаются временно.

2. К южной зоне относятся: Дагестанская АССР, Кабардино-Балкарская АССР, Северо-Осетинская АССР, Чечено-Ингушская АССР, Краснодарский и Ставропольский края, Приморский край (кроме Кировского, Иманского, Красноармейского, Пожарского, Тернейского районов, г. Имана и г. Лесозаводска), Астраханская и Ростовская области (РСФСР); Николаевская, Херсонская, Одесская и Крымская области (Украинской ССР); Джамбулская, Чимкентская, Алма-Атинская, Талды-Курганская, Кызыл-Ординская области (Казахской ССР); Молдавская ССР; Армянская ССР; Грузинская ССР; Азербайджанская ССР; Узбекская ССР; Туркменская ССР; Киргизская ССР; Таджикская ССР.

3. При перевозке спирта из одной климатической зоны в другую применяются нормы естественной убыли, установленные для зоны получателя, независимо от продолжительности пробега цистерны по территориям обеих климатических зон: при наливке железнодорожных цистерн — установленные для зоны отправителя; при сливе железнодорожных цистерн — установленные для зоны получателя спирта.

4. В случае прибытия спирта на станцию назначения в неисправной железнодорожной цистерне или в цистерне с нарушенными пломбами отправителя предельно допустимые естественные потери спирта исчисляются в соответствии с Правилами перевозок грузов

Таблица 57

НОРМЫ ЕСТЕСТВЕННОЙ УБЫЛИ СПИРТА ПРИ ХРАНЕНИИ,
ПЕРЕМЕЩЕНИЯХ И ТРАНСПОРТИРОВКЕ

Процесс	Южная зона		Вся остальная территория СССР, не вошедшая в южную зону	
	октябрь—март	апрель—сентябрь	октябрь—март	апрель—сентябрь

Внутрискладские операции

Хранение в стационарных цистернах, дал безводного спирта за каждый полный месяц на 1 м ² поверхности зеркала испарения спирта в закрытых спиртохранилищах	0,01	0,03	0,009	0,027
на открытых площадках	0,02	0,08	0,018	0,072
Хранение в железных бочках, % к количеству хранящегося безводного спирта за каждый полный месяц хранения (потери за каждые сутки исчисляются в размерах 1/30 месячной нормы)	0,12	0,15	0,11	0,12
Однократное перемещение на заводах и базах (мерник — цистерна, цистерна — мерник, цистерна — цистерна), % к количеству перемещенного безводного спирта	0,025	0,04	0,017	0,025
при перекачке центробежным насосом	0,015	0,025	0,01	0,02
при сливе самотеком				

Транспортные операции

Налив из мерника в вагоны-цистерны и автоцистерны, а также заполнение пристанционных емкостей из вагона-цистерны и автоцистерны, % к количеству наливаемого безводного спирта	0,045	0,07	0,032	0,053
насосом	0,03	0,05	0,025	0,04
самотеком				

Продолжение табл. 57

Процесс	Южная зона		Вся остальная территория СССР, не вошедшая в южную зону	
	октябрь—март	апрель—сентябрь	октябрь—март	апрель—сентябрь

Слив, % к количеству сливаемого безводного спирта

из вагона-цистерны и автоцистерны в мерник или иную емкость				
насосом	0,08	0,11	0,07	0,10
сифоном	0,05	0,07	0,04	0,06
из пристанционных емкостей и автоцистерны в вагоны-цистерны				
насосом	0,045	0,07	0,032	0,053
самотеком	0,03	0,05	0,025	0,04
Наполение из мерника железных бочек, слив из железных бочек в мерник, цистерну или иную емкость, % к количеству наливаемого и сливаемого безводного спирта	0,09	0,10	0,08	0,09
Перекачка в пути следования по железной дороге из вагона-цистерны в вагон-цистерну другой колеи, а также в аварийных случаях в пути в вагоны-цистерны или иную емкость, % к количеству перемещаемого безводного спирта	0,12	0,15	0,11	0,13
Транспортировка в автоцистернах и железных бочках, % к количеству безводного спирта, перевезенного на расстоянии, км				
от 0,5 до 50	0,03	0,04	0,02	0,03
от 51 до 200	0,0007	—	—	—
	на каждый последующий фактически пройденный километр			

Продолжение табл. 57

Процесс	Южная зона		Вся остальная территория СССР, не вошедшая в южную зону	
	октябрь—март	апрель—сентябрь	октябрь—март	апрель—сентябрь

Перевозка в железнодорожных вагонах-цистернах (день налива спирта в цистерну и слива из цистерны считается за 1 сут), дал безводного спирта за каждые сутки пребывания спирта в железнодорожной цистерне грузоподъемностью, т

20	0,135	0,175	0,125	0,14
50	0,27	0,31	0,24	0,28
60 (тип 25 и 53)	0,30	0,32	0,28	0,30

Транспортировка в железных бочках водным или железнодорожным транспортом, % за каждые сутки к количеству перевозимого безводного спирта

0,03	0,04	0,03	0,04
------	------	------	------

по железным дорогам (М., 1967 г.) в размере за каждый день перевозки для двухосных цистерн грузоподъемностью 20 т — 0,15 дал, для четырехосных цистерн грузоподъемностью 50 т — 0,28 дал, для четырехосных цистерн грузоподъемностью 60 т — 0,29 дал.

5. Этиловый спирт, прибывший в железнодорожных цистернах грузоподъемностью 60 т (тип 25 и 53), принимается путем замера его количества в мерниках. При этом безводный спирт считается поступившим в полном объеме, если разница между отгруженным и полученным спиртом не превышает установленных норм естественной убыли при перевозке железнодорожным транспортом и норм естественной убыли при наливке и сливке железнодорожных цистерн.

6. Указанные нормы являются предельно допустимыми и применяются только в случаях фактических недостач спирта. Списание спирта по этим нормам до установления фактических потерь не допускается.

Нормы расхода спирта ректификованного (в дал безводного спирта) на промывку тары (табл. 58) утверждены Минпищепромом СССР 22.VI 1972 г.

Примечания. 1. Данные нормы регламентируют расход спирта ректификованного на промывку железнодорожных и автомобильных цистерн, железных бочек, в которых до отгрузки спирта ректификованного перевозились спирт-сырец или другие спирт-продукты (эфироальдегидная фракция, сивушное масло).

2. При списании потерь спирта на промывку тары следует руководствоваться Инструкцией по приемке, хранению, отпуску, транспортировке и учету этилового спирта.

Нормы расхода спирт-продуктов (в мл) на анализы и лабораторные цели (табл. 59) утверждены Минпищепромом СССР 22.IX. 1977 г.

Данные нормы рассчитаны на одно определение. Количество безводного спирта должно учитываться по фактически найденной крепости. Число проводимых определений устанавливается по лабораторным журналам регистрации анализов.

Остаток от анализа и загрязненный в процессе анализов продукт, содержащий спирт, следует собирать в отдельные бутылки и сдавать в производство по акту по мере их накопления.

Таблица 58
НОРМЫ РАСХОДА СПИРТА НА ПРОМЫВКУ ТАРЫ

Тара	Октябрь—март	Апрель—сентябрь
Железнодорожные цистерны грузоподъемностью, т		
20	0,6	0,7
50	0,8	1,1
60	0,9	1,2
Бочки вместимостью, дал		
до 35	0,04	0,04
свыше 35	0,06	0,06
Автоцистерны	0,24	0,3

Таблица 59
НОРМЫ РАСХОДА СПИРТА НА ЛАБОРАТОРНЫЕ ЦЕЛИ

Объект расходования	Общий расход	Потери		Возврат остатка спирта
		безвозвратные	возвратные	
<i>Анализ спирта ректификованного</i>				
Определение крепости	500	20	—	480*
Ополаскивание цилиндра, термометра, спиртомера и др.	50	30	20	—
Определение цвета, прозрачности, запаха, вкуса	10	10	—	—
Проба на чистоту ¹	10	10	—	—
Проба на окисляемость	50	—	50	—
Определение содержания альдегидов	10	5	5	—
Определение содержания сивушного масла	5	5	—	—

Продолжение табл. 59

Объект расходования	Общий расход	Потери		Возврат остатка спирта
		безвозвратные	возвратные	

Определение содержания кислот и сложных эфиров	100	5	95	—
Проба на фурфурол	10	10	—	—
Проба на метиловый спирт	1	1	—	—
Итого на одно определение показателей спирта	246	76	176	—

Анализ спирта-сырца

Определение крепости	500	20	—	480*
Определение цвета, прозрачности, запаха, вкуса	10	10	—	—
Определение содержания альдегидов	10	5	5	—
Определение содержания сивушного масла	5	5	—	—
Определение содержания кислот и сложных эфиров	100	5	95	—
Проба на метиловый спирт	1	1	—	—
Ополаскивание лабораторной посуды	50	30	20	—
Итого на одно определение показателей спирта-сырца без определения крепости и повторных определений	176	56	120	—

Анализ головной фракции

Определение крепости	500	20	—	480*
Определение цвета, прозрачности, запаха	10	—	10	—
Определение содержания кислот и сложных эфиров ²	10	10	—	—
Определение содержания альдегидов	10	10	—	—
Определение содержания сивушного масла	25	25	—	—
Определение содержания метилового спирта	5	5	—	—
Ополаскивание лабораторной посуды	50	25	25	—
Итого на одно определение показателей головной фракции без определения кре-	110	75	35	—

Продолжение табл. 59

Объект расходования	Общий расход	Потери		Возврат остатка спирта
		безвозвратные	возвратные	

пости и повторных определений

Анализ сивушного масла

Определение крепости	500	20	—	480*
Определение плотности пикнометром вместимостью 50 мл	50	5	45	—
Определение цвета, прозрачности, запаха	50	5	45	—
Определение предела перегонки ³	100	50	50	—
Проба на чистоту с H ₂ SO ₄	1	1	—	—
Итого на одно определение показателей сивушного масла без определения крепости, повторных определений и определения плотности пикнометром	201	61	140	279
Определение крахмалистости ржи с экстрактором (расход ректифицированного спирта)	80	20	60	—
Разведение новой партии дрожжей или грибной культуры (расход головной фракции)	150	150	—	—
Приготовление реактивов (расход ректифицированного спирта)				
Фенолфталеина или метилового красного (индикаторы) на 100 мл	60	60	—	—
Бромтимолола синего (индикатора) на 100 мл основного раствора 70%-ного спирта	50	50	—	—
Раствор олеата калия (для определения жесткости воды) на 1 л	615	615	—	—

* При определении одной крепости подлежит возврату.

¹ Расход головной фракции на спиртовку составляет 20 мл.

² Расход ректифицированного спирта на разбавление составляет 95 мл, безвозвратные потери — 5 мл.

³ Расход головной фракции на спиртовку составляет 70 мл.

ПРОДУКТОВЫЙ РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВА СПИРТА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ СПИРТОВЫХ ЗАВОДОВ

Производственная мощность предприятий по производству спирта определяется максимально возможным выпуском продукции за принятый период времени работы в году на основании продуктового расчета производства.

Продуктовый расчет приводится применительно к схеме непрерывного производства спирта, разработанной во ВНИИПрБ (см. рис. 2). Он разбивается на два этапа: расчет продуктов до перегонки и расчет продуктов брагоректификации.

Расчет ведется на 100 дал спирта при следующих условиях. Производительность завода по спирту 1000 дал/сут. На разваривание поступает пшеница крахмалистостью 52% влажностью 14,5% со степенью измельчения, характеризуемой проходом через сито 1 мм не менее 85%. Выход спирта из 1 т условного крахмала пшеницы 65,6 дал.

Осахаривающий материал: смесь ячменного, овсяного и просяного солодов в соотношении 2:1:1. Норма расхода солода по исходному сырью составляет 15,5% к массе крахмала сырья, включая крахмал солода. Средняя крахмалистость солодового зерна 47%, в том числе ячменя 49, овса 42, проса 48%. Потери крахмала при солодоращении составляют 16%.

РАСЧЕТ ПРОДУКТОВ ДО ПЕРЕГОНКИ (ПОЛУЧЕНИЕ БРАЖКИ)

Расход крахмала. Для получения 100 дал спирта расходуется 100 : 65,6 = 1,524 т, или 1524 кг условного крахмала пшеницы.

На осахаривание этого количества крахмала будет израсходовано $1524 \times 0,155 = 236,2$ кг солодового зерна.

Всего с солодовым зерном (с учетом потерь на солодоращение) будет введено $236,2 \times 0,47 \times 0,84 = 93,25$ кг крахмала.

С пшеницей, поступающей на разваривание, вводится $1524 - 93,25 = 1430,75$ кг крахмала, из этого количества крахмала будет получено 93,9 дал спирта.

Расход пшеницы на разваривание. Для получения 93,9 дал спирта необходимо $1430,75 \times 100 : 52 = 2751$ кг зерна (52 — крахмалистость пшеницы, %).

В состав пшеницы входят (в % и кг на 93,9 дал спирта соответственно):

Сбраживаемые вещества	52	1430,75
Несбраживаемые вещества	33,5	921,7
Всего сухих веществ	85,5	2352,45
Вода	14,5	398,55
Итого	100	2751

Приготовление замеса. Расход теплой воды, поступающей на приготовление замеса в смеситель, составляет $2751 \times 2,72 = 7482,7$ кг. Общее количество замеса $2751 + 7482,7 = 10233,7$ кг.

Содержание сухих веществ в замесе составит $2352,45 \times 100 : 110233,7 = 23,0\%$.

Теплоемкость замеса $c_{зам} = c_{св} \times 0,230 + c_{воды} \times 0,77 = 1,5 \times 0,230 + 4,2 \times 0,77 = 0,345 + 3,23 = 3,58$ кДж/(кг·К).

Разваривание. Расход вторичного пара давлением 0,04 МПа на нагрев замеса в подогревателе от 44,5 до 80°С составит $10233,7 \times 3,58 (80 - 44,5) \times 1,04 / (2687,92 - 457,17) = 606,3$ кг, где 80 — температура замеса в подогревателе, °С; 44,5 — температура замеса в смесителе, °С; 1,04 — коэффициент, учитывающий потери тепла в подогревателе; 2687,92 — теплосодержание пара при давлении 0,04 МПа, кДж/кг; 457,17 — теплосодержание конденсата при давлении 0,04 МПа, кДж/кг.

Количество нагретого замеса, выходящего из подогревателя, $10233,7 + 606,3 = 10840$ кг.

Расход острого пара давлением 0,6 МПа на нагрев подваренного замеса в контактной головке составит $10840 \times 3,58 (135 - 80) \times 1,04 / (2762,9 - 568,2) = 1011,5$ кг, где 135 — температура замеса в контактной головке, °С; 2762,9 — теплосодержание пара при давлении 0,6 МПа, кДж/кг; 568,2 — теплосодержание конденсата при 135°С, кДж/кг.

Количество массы, выходящей из варочного аппарата, составит $10840 + 1011,5 = 11851,5$ кг.

Сепарация пара. Количество вторичного пара, выделяющегося в паросепараторе, составляет $11851,5 \times 3,58 (135 - 108,74) \times 1,04 / (2687,92 - 457,17) = 519$ кг, где 108,74 — температура вторичного пара при давлении 0,04 МПа, °С; 2687,92 — теплосодержание вторичного пара, кДж/кг; 457,17 — теплосодержание конденсата, кДж/кг.

Недостаток вторичного пара, направляемого в подогреватель (606,3 — 519,0 = 87,3 кг), восполняется циркуляционным паром, отводимым из уравнительной линии и варочной колонны I ступени.

С учетом расхода циркуляционного пара на нагрев замеса в подогревателе общий расход острого пара на разваривание составит $1011,5 + 87,3 = 1098,8$ кг.

Количество разваренной массы, выходящей из паросепаратора, составит $11851,5 - 519,0 = 11332,5$ кг.

Удельный расход острого пара на разваривание по массе очищенного сырья составит $1153,8 \times 100 : 2751 = 39,9\%$.

Двухступенчатое вакуум-охлаждение с промежуточным двухточечным осахариванием разваренной массы. Разваренная масса после сепаратора разделяется на два равных потока и поступает в два вакуум-испарителя I ступени. Количество разваренной массы, поступающей в каждый испаритель, составляет $11332,5 : 2 = 5666,25$ кг.

Количество вторичного пара, образующегося в одной вакуум-испарительной камере I ступени при понижении температуры с 108,74 до 62°С, составит $5666,25 \times 3,58 (108,74 - 62) / (2354,8 - 3,58 \times 62) = 444,5$ кг, где 108,74 и 62 — соответственно начальная и конечная температуры разваренной массы в испарительной камере, °С; 2354,8 — теплота парообразования при 62°С, кДж/кг. В двух испарительных камерах выделится вторичного пара 889 кг.

Объем пара, выделившегося в одной испарительной камере, составит $444,5 \times 7,1 = 3155,9$ м³ (где 7,1 — объем 1 кг вторичного пара при температуре 62°С, м³), в двух камерах — 6311,8 м³.

Расход воды на один барометрический конденсатор составляет $444,5 \times (2615 - 4,2 \times 45) / [4,2 \times (45 - 20)] = 10270$ кг, где 444,5 — коли-

чество пара, поступающего в один барометрический конденсатор, кг; 2615 — теплоемкость пара при 62° С, кДж/кг; 4,2 — удельная теплоемкость воды, кДж/(кг·К); 45 и 20 — температура уходящей и поступающей в конденсатор воды, °С. На два барометрических конденсатора расходуется $10270 \times 2 = 20540$ кг воды.

Количество массы, выходящей из одной испарительной камеры в осаживатель, составит $5666,25 - 444,50 = 5221,75$ кг. В два осаживателя поступит $10443,5$ кг охлажденной разваренной массы.

Расход солодового молока на осаживание разваренной массы. Из 236,2 кг солодового зерна с учетом увеличения его массы на 40% будет получено $236,2 \times 1,4 = 331$ кг солода, в том числе ячменного — 165,5, просяного — 82,75, овсяного — 82,75 кг.

Солодовое молоко приготавливается при соотношении смеси солодов и воды 1 : 4,5.

Всего солодового молока поступит в два осаживателя $331 + (331 \times 4,5) = 1820,5$ кг.

Объем солодового молока по отношению к разваренной массе, поступающей из испарительных камер, составит $1820,5 \times 100 / 10443,5 = 17,4\%$.

Определение концентрации сусла в осаживателях. Охлажденная разваренная масса, разделенная на два равных потока, поступает в 1-й и 2-й осаживатели, где смешивается с солодовым молоком в соотношениях соответственно 1 : $\frac{2}{3}$ и 1 : $\frac{1}{3}$.

Для приготовления дрожжей отбирается 11,1% об. сусла из осаживателей при нормальной дозировке солодового молока. С учетом этого количество полупродуктов при работе по режиму двухпоточного осаживания составит:

разваренной массы $10443,5 - (10443,5 \times 0,111) = 9284,3$ кг;

солодового молока $1820,5 - (1820,5 \times 0,111) = 1618,4$ кг.

Тогда в 1-й осаживатель поступит:

разваренной массы $9284,3 : 2 = 4642,15$ кг (50% от общего количества);

солодового молока $1618,4 \times 2 : 3 = 1078,9$ кг.

Всего в 1-й осаживатель поступит $4642,15 + 1078,9 = 5721,0$ кг полупродуктов.

В 1-й осаживатель вводится следующее количество крахмала (без учета отбора сусла на дрожжи):

с разваренной массой (с учетом потерь при разваривании 2% от введенного крахмала) — $1430,75 : 2 - (1430,75 : 2) \cdot 0,02 = 715,4 - 14,3 = 701,1$ кг;

с солодовым молоком (с учетом потерь крахмала на солодоращение) — $93,25 \cdot 2 : 3 = 62,17$ кг;

всего — $701,1 + 62,17 = 763,27$ кг.

Общие потери с нерастворенным крахмалом составляют 2,5% от введенного. Следовательно, количество нерастворенного крахмала составит $763,27 \times 0,025 = 19,08$ кг.

Количество крахмала, находящегося в растворенном состоянии в 1-м осаживателе, составит $763,27 - (19,08 + 14,3) = 729,9$ кг.

Соотношение мальтозы M и декстринов D в фильтрате сусла принимаем равным 2 : 1, тогда количество мальтозы составит $763,27 \times 0,66 \times 1,0555 = 531,7$ кг; декстринов — $763,27 \times 0,33 = 251,9$ кг, а $M + D = 531,7 + 251,9 = 783,6$ кг.

В сусле из 1-го осаживателя содержится несбраживаемых веществ, вносимых с пшеницей, $921,7 : 2 = 460,85$ кг, вносимых с соло-

дом — $331 \times 0,27 \times 2 : 3 = 59,6$ кг (где 0,27 — коэффициент, учитывающий содержание несбраживаемых веществ в солоде). Принимаем, что 30% от общего количества несбраживаемых веществ переходит в растворимое состояние при разваривании и осаживании. Тогда количество растворимых несбраживаемых веществ, поступающих с пшеницей, составит $460,85 \times 0,3 = 138,3$ кг, с солодом — $59,6 \times 0,3 = 17,9$ кг.

В сусле из 1-го осаживателя содержится несбраживаемых нерастворимых веществ, вносимых с пшеницей, $460,85 - 138,3 = 322,55$ кг, вносимых с солодом — $59,6 - 17,9 = 41,7$ кг. Общее количество несбраживаемых веществ в дробине сусла из 1-го осаживателя с учетом несбраживаемых веществ, образующихся при разваривании, составит $322,55 + 41,7 + 14,3 = 378,55$ кг.

Общее количество сухих веществ в фильтрате сусла из 1-го осаживателя $729,9 + 138,3 + 17,9 = 886,1$ кг, в дробине — $378,55 + 19,08 = 397,6$ кг. Всего в нефилтрованном сусле содержится $886,1 + 397,6 = 1283,7$ кг, или $1283,7 \times 100 / (10443,5 : 2 + 1820,5 \times 2 : 3) = 19,9\%$ сухих веществ. Из этого количества сбраживаемые вещества составляют $729,9 + 19,08 = 749$ кг, несбраживаемые — $138,3 + 17,9 + 378,55 = 534,75$ кг.

Общее содержание воды в сусле из 1-го осаживателя $6435,45 - 12,837 = 5151,7$ кг. На перевод крахмала в мальтозу тратится $531,7 - (729,9 \times 0,66) = 50$ кг воды. Следовательно, количество свободной воды в нефилтрованном сусле из 1-го осаживателя составит $5151,7 - 50 = 5101,7$ кг. Масса фильтрата сусла $886,1 + 5101,7 = 5987,8$ кг.

Концентрация сухих веществ (в процентах по сахарометру) в фильтрате сусла составит $886,1 \times 100 : 5987,8 = 14,8\%$.

Продуктовый расчет 2-го осаживателя ведется аналогично. Концентрация сухих веществ по сахарометру в фильтрате сусла составит 15,6%.

Вакуум-охлаждение сусла до температуры складки. В вакуум-испарителе II ступени из 1-го осаживателя поступает 5721 кг сусла, из 2-го осаживателя — 5181,6 кг.

При охлаждении сусла от температуры осаживания (58° С) до температуры складки (22° С) в 1-м вакуум-испарителе II ступени выделяется $5721 \times 3,58 (58 - 22) / (2449 - 3,58 \times 22) = 311,1$ кг вторичного пара [где 3,58 — удельная теплоемкость сусла, кДж/(кг·К); 2449 — теплота парообразования при 22° С, кДж/кг], во 2-м вакуум-испарителе II ступени — $5181,65 \times 3,58 (58 - 22) / (2449 - 3,58 \times 22) = 281,7$ кг, т.е. всего при охлаждении выделяется $311,1 + 281,7 = 592,8$ кг вторичного пара.

Объем вторичного пара, выделяющегося в 1-м вакуум-испарителе II ступени, составит $311,1 \times 49,5 = 15399,4$ м³, во 2-м — $281,7 \times 49,5 = 13944,1$ м³ (где 49,5 — объем 1 кг пара при 22° С, м³), а всего $15399,4 + 13944,1 = 29343,5$ м³.

На охлаждение массы в 1-м барометрическом конденсаторе II ступени расходуется $311,1 \times (2543,3 - 4,2 \times 20) / [4,2 \times (20 - 10)] = 18216,4$ кг воды [где 2543,3 — теплоемкость пара при 22° С, кДж/кг; 4,2 — удельная теплоемкость воды, кДж/(кг·К); 20 и 10 — температура уходящей и поступающей в конденсатор воды, °С], во 2-м барометрическом конденсаторе — $281,7 \times (2543,3 - 4,2 \times 20) / [4,2 \times (20 - 10)] = 16494,9$ кг.

Таблица 60

ПРОДУКТОВЫЙ РАСЧЕТ
СПИРТОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Поступление	Выход	Количество продуктов по расчету, кг		
		на 100 дал	на 1000 дал	на часовую производительность завода
Очищенная пшеница на разваривание		2751,0	27 510	1196,0
Солодовое зерно на осахаривание		236,2	2362	102,7
На замес в смеситель				
пшеницы		2751,0	27 510	1196,0
теплой воды		7482,7	74 827	3253,0
Замес на подогрев	Замес	10233,7	102 337	4449,4
Вторичный пар		10233,7	102 337	4449,4
		606,3	6063	263,6
Подваренный замес	Подваренный замес	10840,0	108 400	4713,0
Подваренный замес на разваривание		10840,0	108 400	4713,0
Острый пар (с учетом расхода на циркуляцию)		1098,8	10 988	477,8
	Разваренная масса из варочного аппарата	11851,5	118 515	5152,8
Разваренная масса в паросепаратор		11851,5	118 515	5152,8
Циркуляционный пар, покрывающий недостаток вторичного пара (606,3 кг на 100 дал)		87,3	873	37,9
	Разваренная масса из паросепаратора	11332,5	113 325	4927,2
Разваренная масса из паросепаратора в 1-й вакуум-испаритель I ступени (то же во 2-й)		5666,25	56662,5	2463,6
	Вторичный пар, выделяющийся в 1-м	444,5	4445	193,3

Продолжение табл. 60

Поступление	Выход	Количество продуктов по расчету, кг		
		на 100 дал	на 1000 дал	на часовую производительность завода
	вакуум-испарителе (то же во 2-м)			
Вода в 1-й барометрический конденсатор (то же во 2-й)		10270,0	102 700	4465,2
	Разваренная масса из 1-го вакуум-испарителя в 1-й осахариватель (то же из 2-го вакуум-испарителя во 2-й осахариватель)	5221,75	52217,5	2270,3
На приготовление дрожжевого сусла охлажденной разваренной массы солодового молока		1159,2	11 592	504,0
В 1-й осахариватель		202,1	2021	67,9
разваренной массы солодового молока		4642,15	46421,5	2018,3
	Сусло из 1-го осахаривателя	1078,90	10789,0	469,1
		5721,05	57210,5	2487,4
Во 2-й осахариватель		4642,15	46421,5	2018,3
разваренной массы солодового молока		539,5	5395,0	234,6
	Сусло из 2-го осахаривателя	5181,65	51816,5	2252,9
		5721,0	57 210	2487,4
Сусло из 1-го осахаривателя в 1-й вакуум-испаритель II ступени				

12*

179

Продолжение табл. 60

Поступление	Выход	Количество продуктов по расчету, кг		
		на 100 дал	на 1000 дал	на часовую производительность завода
	Вторичный пар, выделяющийся в 1-м вакуум-испарителе II ступени	311,1	3111	135,3
Вода на 1-й барометрический конденсатор II ступени		18216,4	182 164	7920,2
	Охлажденное сусло из 1-го вакуум-испарителя II ступени	5409,9	54 099	2352,1
Сусло из 2-го осаживателя во 2-й вакуум-испаритель II ступени		5181,65	51816,5	2252,9
	Вторичный пар, выделяющийся во 2-м вакуум-испарителе II ступени	281,7	2817	122,5
Вода на 2-й барометрический конденсатор II ступени		16494,9	164 949	7171,7
	Охлажденное сусло из 2-го вакуум-испарителя II ступени	4899,95	48999,5	2130,4
В бродильную батарею				
сусла (с учетом промывных вод)		10361,3	103 613	4504,9
дрожжей (с учетом промывных вод)		1395,3	13 953	606,6
	Сбраживаемая масса	11756,6	117 566	5111,6

Продолжение табл. 60

Поступление	Выход	Количество продуктов по расчету, кг		
		на 100 дал	на 1000 дал	на часовую производительность завода
	Зрелая бражка (с учетом водно-спиртовой жидкости со спиртоловушки)	11277,8	112 778	4903,4
	Спирт безводный в зрелой бражке	790,8	7908,0	343,8
	Диоксид углерода (теоретический выход)	753,75	7537,5	327,7
Бражка в браго-ректификационное отделение (с учетом разбавления ее водой, остающейся после мойки освобождающихся чанов)		11334,2	113 342	4927,9
		(11222,7л)	(112227 л)	(4879,4л)

В 1-м вакуум-испарителе II ступени получается $5721 - 311,1 = 5409,9$ кг охлажденного сусла, во 2-м — $5181,6 - 281,7 = 4899,95$ кг.

Концентрация сухих веществ в фильтрате сусла, охлажденного до температуры складки в 1-м вакуум-испарителе II ступени, составит $0,889 \times 886,1 \times 100 / [(0,889 \times 5987,8) - 311] = 15,7\%$, во 2-м вакуум-испарителе $0,889 \times 846,84 \times 100 / [(0,889 \times 5426,8) - 281,7] = 16,6\%$, где 0,889 — коэффициент, учитывающий отбор части сухих веществ в фильтрате сусла с дрожжевым суслом, 5987,8 и 5426,8 — количество фильтрата сусла без учета отбора его на дрожжи, кг; 311 и 281,7 — количество вторичного пара, выделяющегося в 1-м и 2-м вакуум-испарителях II ступени, кг.

Сбраживание сусла непрерывно-поточным способом. В бродильное отделение поступает 5409,9 кг сусла из 1-го осаживателя и 4899,95 кг из 2-го осаживателя. Зрелых дрожжей подается 1361,3 кг (в том числе $10443,5 \times 0,111 = 1159,2$ кг охлажденной разваренной массы и $1820,5 \times 0,111 = 202,1$ кг солодового молока). Всего в бродильное отделение поступит сусла и зрелых дрожжей с промывными водами $5409,9 + 4899,95 + 1361,3 + (5409,9 + 4899,9) \times 0,5 : 100 + 1361,3 \times 2,5 : 100 = 11756,6$ кг, где 0,5 — количество промывных вод для сусла, %; 2,5 — количество промывных вод для дрожжей, %.

При брожении суслу выделяется $789,27 \times 0,955 = 753,75$ кг диоксида углерода на 100 дал спирта (где 789,27 — масса 100 дал безводного спирта, кг; 0,955 — выход CO_2 по отношению к безводному спирту, кг/кг).

Масса зрелой бражки составит $11756,6 - 753,75 = 11002,8$ кг.

С учетом поступления водно-спиртовой жидкости из спиртоловушки количество зрелой бражки составит $(11002,8 + 11002,8 \times 2,5) : 100 = 11002,8 + 275 = 11277,8$ кг, где 2,5 — количество водно-спиртовой жидкости, % по объему бражки.

Объем зрелой бражки при плотности 1,00993 составит $11277,8 : 1,00993 = 11166,9$ л.

Принимаем, что потери спирта при перегонке составляют 0,2%.

С учетом этого на перегонку должно поступить 100,2 дал, или $100,2 \times 7,8927 = 790,8$ кг безводного спирта. Крепость спирта в зрелой бражке при этом составит: $100,2 \times 100 : 11169,9 = 8,58\%$ мас.

В брагоректификационное отделение поступает с учетом разбавления водой (0,5% об.), остающейся после мойки освобожденных чанов, $11277,8 + 11277,8 \times 0,05 = 11334,2$ кг, или $11166,9 + 11166,9 \times 0,0005 = 11222,7$ л бражки.

Результаты проведенного расчета сводятся в таблицу (табл. 60).

РАСЧЕТ ПРОДУКТОВ БРАГОРЕКТИФИКАЦИИ

Расчет выполнен с отнесением всех потоков к 100 дал безводного условного спирта-сырца при выработке на брагоректификационной установке ректифицированного спирта высшей очистки и обогрете бражной, элюационной, ректификационной и сивушной колонн острым паром через барботеры. Колонна окончательной очистки работает в режиме элюации спирта.

Для расчета принято, что среднее содержание спирта в зрелой бражке из крахмалистого сырья с применением для осахаривания массы солода составляет 8,5% об. (6,8% мас.). Начальная температура бражки 28°С. Температуру бражки на входе в бражную колонну принимаем равной 75°С.

Концентрация СВ в зрелой бражке составляет 10% мас. Концентрацию сухих веществ в барде принимаем равной 8% мас.

Теплоемкости бражки (c_m) и барды (c_b), вычисленные по уравнениям Знаменского, составляют: $c_m = (1,02 - 0,0095 \cdot 10) \cdot 4,187 = 3,85$ кДж/(кг·К); $c_b = (1,0 - 0,0038 \cdot 8) \cdot 4,187 = 4,06$ кДж/(кг·К). Давление греющего пара в коллекторе принимается равным 303 кПа.

Бражная колонна. В колонну поступает с бражкой $100 \cdot 10 \times 0,78927 = 789,3$ кг безводного спирта; масса бражки по спирту $789,3 \cdot 100 : 6,8 = 11606,9$ кг; масса бражки с учетом содержания в ней сухих веществ — $11606,9 \cdot 1,1 = 12767,6$ кг.

Температура кипения бражки при содержании в ней спирта 6,8% мас. равна 93,4°С. Для доведения 100 кг бражки до кипения потребуется $100 \cdot (93,4 - 75,0) \cdot 3,85 = 7094$ кДж тепла [где 3,85 — теплоемкость бражки, кДж/(кг·К)].

По диаграмме Четверякова данной величине недогрева бражки соответствует концентрация спирта на тарелке питания 8,3% мас. При крепости бражки на тарелке питания 8,3% мас. содержание спирта в паровом потоке, поступающем в подогреватель бражки, составляет 48,3% мас.

182

Таблица 61

ДАНИЕ ДЛЯ РАСЧЕТА ПРОЦЕССА РЕКТИФИКАЦИИ

Продукты и подпродукты ректификации спирта	Крепость		Температура кипения, °С	Теплоемкость, кДж/(кг·К)	Количество безводного спирта (б. с.)	Общее количество, кг на 100 дал условного спирта-сырца
	% об.	% мас.				
Спирт ректифицированный высшей очистки	96,2	94,15	78,2	3,44	964	761,1
Головная фракция	95,0	92,41	78,3	3,35	25	19,7
Сивушное масло	88,0	83,11	81,9	3,52	3	2,3
Потери	—	—	—	—	8	6,2
Неастиризованный спирт из ректификационной колонны	96,6	94,72	78,2	2,60*	15	11,8
из колонны окончательной очистки	96,6	94,72	78,2	2,60*	15	11,8
Сивушный спирт	82,0	75,81	79,1	4,11	15	11,8
Погон паров сивушного масла	50,0	42,43	—	—	30	23,6
Головной погон, отбираемый из делителя потока флегмы и конденсатора сивушной колонны	95,0	92,41	78,3	2,81	42	33,1
						808,4
						21,3
						2,7
						6,2
						12,2
						12,2
						14,4
						55,6
						34,8

* При температуре 20°С.

Принимаем, что бражная колонна работает с коэффициентом избытка пара 1,1. Количество водо-спиртовых паров, поступающих в подогреватель бражки, составляет $(789,3 \cdot 100/48,3) \cdot 1,1 = 1797,6$ кг. Фактическая концентрация спирта в водо-спиртовых парах 48,3 : 1,1 = 43,9% мас.

Примем, что потери спирта в бражной колонне составляют 0,5%. Тогда количество бражного дистиллята составит $1797,6 - 789,3 \cdot 0,5 : 100 = 1793,6$ кг.

Таблица 62

МАТЕРИАЛЬНЫЙ БАЛАНС БРАЖНОЙ КОЛОННЫ

Продукт	Количество, кг	В том числе	
		спирта	воды
<i>Приход</i>			
Бражка	12767,6	789,3	11978,3
Греющий пар	P_1	—	P_1
<i>Расход</i>			
Бражный дистиллят	1793,6	785,3	1008,3
Барда (за вычетом конденсата пара)	10970,0	—	10970,0
Конденсат пара	P_1	—	P_1
Потери	4,0	4,0	—
Итого	$12767,6 + P_1$	789,3	$11978,3 + P_1$

Эпюрационная колонна. Расход пара на эпюрацию спирта принимаем равным 10 кг/дал. В колонию поступают бражный дистиллят в количестве 1793,6 кг; непастеризованный спирт из ректификационной колонны (12,2 кг, в том числе 11,8 кг б. с.) и колонны окончательной очистки (12,2 кг, в том числе 11,8 кг б. с.); головной погон из сивушной колонны (34,8 кг, в том числе 33,1 кг б. с.).

Количество безводного спирта, поступившего в колонию, составляет $785,3 + 11,8 + 11,8 + 33,1 = 842,0$ кг, или $842,0 : 0,78927 = 1067$ л (106,7 дал).

Расход пара в колонне $106,7 \cdot 10 = 1067$ кг.

Из колонны отбирается головная фракция в количестве 21,3 кг. Количество эпюрата составляет $1793,6 + 12,2 + 12,2 + 34,8 + 1067 = 2898,5$ кг.

Количество спирта, перешедшего с эпюратом в ректификационную колонию, $842,0 - 19,7 = 822,3$ кг.

Крепость эпюрата $(822,3 : 2898,5) \cdot 100 = 28,4\%$ мас. (34,4% об.).

Ректификационная колонна. В колонию поступают 2898,5 кг эпюрата и P_2 кг греющего пара.

Из колонны отбирают спирт ректифицированный в смеси с головным погоном из колонны окончательной очистки (808,4 + 12,2 кг на 100 дал условного спирта-сырца), непастеризованный спирт (12,2 кг), сивушный спирт (14,4 кг), погон паров сивушного масла (55,6 кг).

Потери спирта в ректификационной колонне составляют 0,3%, или $6,2 - 4,0 = 2,2$ кг.

Таблица 63

МАТЕРИАЛЬНЫЙ БАЛАНС ЭПЮРАЦИОННОЙ КОЛОННЫ

Продукт	Количество, кг	В том числе	
		спирта	воды
<i>Приход</i>			
Бражный дистиллят	1793,6	785,3	1008,3
Непастеризованный спирт	24,4	23,6	0,8
Погон из сивушной колонны	34,8	33,1	1,7
Греющий пар	1067,0	—	1067,0
<i>Расход</i>			
Головная фракция	21,3	19,7	1,6
Эпюрат	2898,5	822,3	2076,2
Итого	2919,8	842,0	2077,8

Количество лютерной воды (без конденсатора пара) $2898,5 - (820,6 + 12,2 + 14,4 + 55,6 + 2,2) = 1993,5$ кг.

Таблица 64

МАТЕРИАЛЬНЫЙ БАЛАНС РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ

Продукт	Количество, кг	В том числе	
		спирта	воды
<i>Приход</i>			
Эпюрат	2898,5	822,3	2076,2
Греющий пар	P_2	—	P_2
<i>Расход</i>			
Спирт ректифицированный	820,6	772,9	47,7
Непастеризованный спирт	12,2	11,8	0,4
Сивушный спирт	14,4	11,8	2,6
Погон паров сивушного масла	55,6	23,6	32,0
Лютерная вода (без конденсата пара)	1993,5	—	1993,5
Конденсат пара	P_2	—	P_2
Потери	2,2	2,2	—
Итого	$2898,5 + P_2$	822,3	$2076,2 + P_2$

Колонна окончательной очистки. В колонию поступает 820,6 кг ректифицированного спирта. Из колонны отбираются ректифицированный спирт высшей очистки (808,4 кг) и непастеризованный спирт (12,2 кг).

Сивушная колонна. В колонию поступает сивушный спирт (14,4 кг), погон конденсата паров сивушного масла (55,6 кг), греющий пар

Таблица 65
МАТЕРИАЛЬНЫЙ БАЛАНС КОЛОННЫ ОКОНЧАТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ

Продукт	Количество, кг	В том числе	
		спирта	воды
<i>Приход</i>			
Спирт ректификованный	820,6	772,9	47,7
<i>Расход</i>			
Спирт ректификованный высшей очистки	808,4	761,1	47,3
Непастеризованный спирт	12,2	11,8	0,4
Итого	820,6	772,9	47,7

(P_3 , кг) и лютерная вода для внутрисклонной обработки сивушного масла.

Из колонны отводятся головной погон, отбираемый из делителя потока флегмы и конденсатора сивушной колонны (34,8 кг), сивушное масло (2,7 кг) и лютерная вода.

Количество лютерной воды, направляемой в колонну, принимаем равным двойному количеству введенного в колонну алкоголя, т.е. $(11,8 + 23,6) \cdot 2 = 70,8$ кг.

На выходе из колонны получается $(14,4 + 55,6 + 70,8) - (34,8 + 2,7) = 103,3$ кг лютерной воды (без учета конденсата пара).

Таблица 66
МАТЕРИАЛЬНЫЙ БАЛАНС СИВУШНОЙ КОЛОННЫ

Продукт	Количество, кг	В том числе	
		спирта	воды
<i>Приход</i>			
Сивушный спирт	14,4	11,8	2,6
Погон конденсата паров сивушного масла	55,6	23,6	32,0
Лютерная вода	70,8	—	70,8
Греющий пар	P_3	—	P_3
<i>Расход</i>			
Сивушное масло	2,7	2,3	0,4
Головной погон из делителя потока флегмы и конденсатора сивушной колонны	34,8	33,1	1,7
Лютерная вода (без конденсата пара)	103,3	—	103,3
Конденсат пара	P_3	—	P_3
Итого	$140,8 + P_3$	35,4	$105,4 + P_3$

ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ БРАГОРЕКТИФИКАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ

Для расчета необходимо знать температуру кипения и теплоемкость водно-спиртовых растворов, теплосодержание водяного и водно-спиртового паров.

Бражная колонна. В колонну вносится тепло с бражкой Q_M и с греющим паром Q_{P_1} ; отводится тепло из колонны с водно-спиртовыми парами Q_{G_1} и бардой Q_B . Давление в выварной камере колонны принимаем равным 119 кПа. Теплотери Q_n для изолированной колонны, по данным П. С. Цыганкова, составляют 420—837 кДж на 100 кг бражки. Величину теплотери в расчете принимаем равной 837 кДж на 100 кг бражки.

Количество тепла, вносимого в колонну с бражкой, $Q_M = M c_M t_M = 12767,6 \cdot 3,85 \cdot 75 = 3691197$ кДж, где M — количество бражки, кг; c_M — теплоемкость бражки, кДж/(кг·К); t_M — температура бражки на входе в колонну, °С.

Количество тепла, отводимого с водно-спиртовыми парами $Q_{G_1} = G_1 i'_{G_1} = 1797,6 \cdot 20250 = 3640184$ кДж, где G_1 — количество водно-спиртовых паров, кг; i'_{G_1} — теплосодержание водно-спиртовых паров, кДж/кг.

Количество тепла, отводимого с бардой (без учета конденсата пара), $Q_B = B c_B t_B = 10970,0 \cdot 4,06 \cdot 103 = 4592294$ кДж, где B — количество барды (без учета конденсата пара), кг; c_B — теплоемкость барды, кДж/(кг·К); t_B — температура барды при рабочем давлении в выварной камере колонны, °С.

Теплотери в бражной колонне составляют $Q_{n1} = 837 \cdot 12767,6 : 100 = 106992$ кДж.

Количество тепла, вносимого в колонну с греющим паром при давлении 303 кПа, $Q_{P_1} = P_1 i'_{P_1} = P_1 \cdot 2724,8$ кДж.

Количество тепла, отводимого из колонны с конденсатом греющего пара, $Q_{P_{к1}} = P_1 \cdot 431,6$ кДж.

Уравнение теплового баланса колонны $Q_M + Q_{P_1} = Q_{G_1} + Q_{B_1} + Q_{P_{к1}} + Q_{n1}$.

Расход пара в колонне $P_1 = 4648273 : (2724,8 - 431,6) = 2027$ кг, или 20,3 кг/дал.

Количество отходящей из колонны барды составляет $10970,0 + 2027 = 12997$ кг.

Тепло, отводимое с бардой, $Q_B = Q_{B_1} + Q_{P_{к1}} = 4592294 + 2027 \times 431,6 = 5467103$ кДж.

Количество тепла $Q_{к1}$, выделяющегося при конденсации водно-спиртовых паров в дефлегматоре бражной колонны, определяется по уравнению $Q_{к1} = Q_{G_1} - Q_{д1} = G_1 (i'_{G_1} - i_{G_1})$, где $Q_{д1}$ — количество тепла, отводимого из дефлегматора, кДж; i_{G_1} — теплосодержание конденсата водно-спиртовых паров, кДж/кг.

$Q_{к1} = 1797,6 \cdot (2025,0 - 385,9) = 2946496$ кДж.

Количество тепла, расходуемого на подогрев бражки с 28 до 75° С, $Q'_m = 12767,6 \cdot 3,85 (75 - 28) = 2313596$ кДж. Остальное количество тепла ($Q_{к1} - Q'_m$) отводится охлаждающей водой.

При начальной температуре воды $t_{в.н} = 20^\circ$ С и температуре ее на выходе из водяной секции дефлегматора-подогревателя бражки $t_{в.к} = 60^\circ$ С расход воды W_1 составляет $(2946496 - 2313596) / [(60 - 20) \times 4,19] = 3780$ кг, или $0,038$ м³/дал.

Эпюрационная колонна. В колонну вводится тепло с бражным дистиллятом Q_d , с неастиризованным спиртом $Q_{н.с}$, с головным погоном из сивушной колонны $Q_{г.н}$, с флегмой из дефлегматора $Q_{ф2}$ и с греющим паром Q_{P2} ; отводится тепло из колонны со спиртовыми парами в дефлегматор Q_{G2} , с эпоратором Q_a , с потерями в окружающую среду $Q_{п2}$.

Теплосодержание бражного дистиллята принимаем при температуре, на 2° С меньшей температуры кипения.

Количество тепла, вносимого в колонну с дистиллятом, $Q_d = D_{д1} = 1797,6 \cdot 388,8 = 698964$ кДж.

Количество тепла, вносимого в колонну с греющим паром, $Q_{P2} = P_2 i_2 = 1067 \cdot 2724,8 = 2907315$ кДж.

Количество тепла, вносимого с неастиризованным спиртом, $Q_{н.с} = 24,4 \cdot 20 \cdot 2,60 = 1270$ кДж.

Количество тепла, вносимого с головным погоном из сивушной колонны (при $t = 50^\circ$ С), $Q_{г.н} = 34,8 \cdot 50 \cdot 2,80 = 4886$ кДж.

Давление в выварной камере колонны p принимаем равным 119 кПа. При этом давлении температура эпората t_a определяется с учетом эбулиметрической поправки: $\Delta t_a = 2,5p = 0,038 \cdot 119 = 4,5^\circ$ С.

При крепости эпората 28,4% мас. и давлении 119 кПа температура эпората на выходе из колонны $t_a = t_{к.э} + \Delta t = 84,8 + 4,5 = 89,3^\circ$ С.

Количество тепла, выводимого с эпоратором, $Q_a = \varepsilon c_a t_a = 2898,5 \times 4,53 \cdot 89,3 = 1176539$ кДж, где ε — количество эпората, кг; c_a — теплоемкость эпората, кДж/(кг·К).

Теплопотери в колонне принимаем из расчета 2,5% от количества тепла, внесенного с греющим паром, бражным дистиллятом и другими продуктами: $Q_{п2} = (2907315 + 1270 + 4886 + 698964) \cdot 2,5 : 100 = 90312$ кДж.

Тепловая нагрузка q на дефлегматор и конденсатор колонны составляет $q = G_2 i_{G2} - G_{ф2} c_{ф2} t_{ф2} = (Q_d + Q_{P2} + Q_{н.с} + Q_{г.н}) - (Q_a - Q_{п2}) = 698964 + 2907315 + 1270 + 4886 - (1176539 + 90312) = 2345584$ кДж, где G_2 — количество паров, поступающих в дефлегматор, кг; $G_{ф2}$ — количество возвращаемой в колонну флегмы, кг; i_{G2} , $c_{ф2}$, $t_{ф2}$ — соответственно теплосодержание паров (в кДж/кг), теплоемкость [в кДж/(кг·К)] и температура (в °С) флегмы. При крепости головной фракции $X = 92,41\%$ мас.

$i_{G2} = 1194$ кДж/кг; $c_{ф2} = 3,44$ кДж/(кг·К); $t_{ф2} = 78^\circ$ С.

Количество флегмы определяется по разности между паровым потоком, поступающим в дефлегматор, и величиной отобранной из конденсатора головной фракции $G_{ф2} = (G_2 - 21,3)$ кг.

Решая уравнение баланса относительно $G_{п2}$, находим количество паров, поступающих в дефлегматор, $G_2 = (3612434 - 1266850 - 21,3 \times 3,44 \cdot 78) / (1194 - 3,44 \cdot 78) = 2527$ кг, или $25,3$ кг/дал.

Количество тепла, уносимого с парами в дефлегматор, $Q_{G2} = 2527 \cdot 1194 = 3017617$ кДж.

Количество тепла, отводимого при конденсации водой, находим по разности $Q_{конд2} = Q_{G2} - (G_{п2} - 2,13) c_{ф2} t_{ф2} = 21,3 \cdot 2,60 \cdot 20 = 2344478$ кДж.

Для отвода данного количества тепла при $t_{в.н} = 20^\circ$ С и $t_{в.к} = 75^\circ$ С необходимо $W_2 = Q_{конд2} / [(t_{в.к} - t_{в.н}) c_{в2}] = 2344478 / [(75 - 20) \times 4,19] = 10170$ кг воды, или $0,102$ м³/дал.

Количество тепла, поступающего в колонну с флегмой, $Q_{ф1} = 3017617 - 2344478 - 1106 = 672033$ кДж.

Ректификационная колонна. В колонну вводится тепло с эпоратором Q_a , с греющим паром Q_{P3} , с флегмой $Q_{ф3}$, отводится тепло из колонны со спиртовыми парами в дефлегматор Q_{G3} , с ректифицированным спиртом $Q_{с.с}$, с погоном паров сивушного масла $Q_{с.м}$, с сивушным спиртом $Q_{с.с}$, с лютерной водой $Q'_{л1}$, с потерями в окружающую среду $Q_{п3}$. Флегмовое число колонны принимаем равным $V = 4,5$.

Количество дистиллята, отбираемого из ректификационной колонны, равно сумме ректифицированного спирта D_3 , направляемого в колонну окончательной очистки, и неастиризованного спирта $D_3 = D_3 + C_{н.с} = 820,6 + 12,2 = 832,8$ кг.

Количество спиртовых паров, поступающих в дефлегматор, $G_3 = D_3 (V + 1) = 832,8 \cdot 5,5 = 4580,4$ кг.

Количество флегмы, возвращаемой в колонну, $\Phi_3 = G_3 - c_{н3} = 4580,4 - 12,2 = 4568,2$ кг.

Количество тепла, поступающего со спиртовыми парами в дефлегматор, $Q_{G3} = G_3 i'' = 4580,4 \cdot 1140 = 5220191$ кДж,

где i'' — теплосодержание спиртовых паров при крепости 94,72% мас.

Количество тепла, возвращаемого в колонну с флегмой, $Q_{ф3} = \Phi_3 c_{ф3} t_{ф3} = 4568,2 \cdot 3,35 \cdot 78,2 = 1197443$ кДж, где $c_{ф3}$ и $t_{ф3}$ — соответственно теплоемкость [в кДж/(кг·К)] и температура кипения флегмы при крепости 94,72% мас.

Количество тепла, отводимого с ректифицированным спиртом, $Q_{с.с} = D_3 c_{д3} t_{д3} = 820,6 \cdot 3,44 \cdot 78,2 = 217042$ кДж, где $c_{д3}$ и $t_{д3}$ — соответственно теплоемкость [в кДж/(кг·К)] и температура кипения (в °С) ректифицированного спирта при крепости 94,2% мас.

Тепло, отводимое с сивушным спиртом, определяется с учетом эбулиметрической поправки на давление (Δt). Давление в выварной камере колонны принимаем равным 124 кПа, давление в зоне отбора сивушного спирта при этом условии составляет 119 кПа.

Фактическая температура сивушного спирта на выходе из колонны $t_{с.с} = t_{к.с.с} + \Delta t = 79,1 + 119 \cdot 0,038 = 83,6$, где $t_{к.с.с}$ — температура кипения жидкости с концентрацией в ней спирта 75,81% мас. $Q_{с.с} = 14,4 \cdot 4,15 \cdot 83,6 = 4994$ кДж, где 4,15 — теплоемкость сивушного спирта при $t = 83,6^\circ$ С.

Количество тепла, отводимого с погоном паров сивушного масла, $Q_{с.м} = 55,6 \cdot 1965 = 109258$ кДж, где 1965 — теплосодержание паров сивушного масла при крепости спирта 42,43% мас.

Температура лютерной воды с учетом эбулиметрической поправки на давление $t_{л1} = 100 + 124 \cdot 0,047 = 105,8^\circ \text{C}$.

Количество тепла, отводимое с лютерной водой (без конденсата пара), $Q_{л1} = 1993,5 \cdot 4,27 \cdot 105,8 = 900850$ кДж.

Теплопотери принимаем равными 5% от количества тепла, отводимого с продуктами.

Расход греющего пара определяем из уравнения теплового баланса

$$P_3 i'' + Q_3 + Q_{\phi_3} = Q_{G_3} + Q_{д_3} + Q_{с.с} + Q_{с.м} + Q_{л1} + Q_{кP_3} + Q_{п_3},$$

$$\text{откуда } Q_{п_3} = (Q_{G_3} + Q_{д_3} + Q_{с.с} + Q_{с.м} + Q_{л1} + P_3 i'') \cdot 0,05.$$

Подставляя значение $Q_{п_3}$ в уравнение баланса и решая его относительно P_3 , получаем $P_3 (i'' - 1,05 i') = 4\,400\,971$ кДж; $i' = 4,27 \times 105,8 = 452,1$ кДж.

Расход пара в колонне $P_3 = 4\,400\,971 : (2724,8 - 1,05 \cdot 452,1) = 1956$ кг, или 19,6 кг/дал.

Количество лютерной воды (с учетом конденсата пара) $L_1' = L_1 + P_3 = 1993,5 + 1956 = 3949,5$ кг.

Величина теплопотерь $Q_{п_3} = (5220191 + 217042 + 4994 + 109258 + 900850 + 1956 \cdot 452,1) \times 0,05 = 366763$ кДж.

Количество тепла, отводимое с лютерной водой, $Q_{л1} = L_1' i' = 3949,5 \cdot 452,1 = 1785359$ кДж.

Количество тепла, вносимое в колонну с греющим паром $Q_{P_3} = P_3 i' = 1956 \cdot 2724,8 = 5329626$ кДж.

Теплота неастиризованного спирта составляет $Q_{н.с} = 1270 : 2 = 635$ кДж.

Количество тепла, отводимое водой при конденсации паров, $Q_{конд_3} = Q_{G_3} - (Q_{\phi_3} + Q_{н.с}) = 5220191 - (1197443 + 635) = 4022093$ кДж.

При температуре воды на выходе из дефлегматора колонны 75°C и начальной ее температуре 20°C расход воды составляет $W_3 = Q_{конд_3} / [(t_{в.к} - t_{в.н}) c] = 4022093 / [(75 - 20) \cdot 4,19] = 17455$ кг, или $0,175 \text{ м}^3/\text{дал}$.

Колонна окончательной очистки. В колонну вводится тепло с ректификованным спиртом $Q_{д_3}$, с флегмой Q_{ϕ_1} и с греющим паром Q_{P_1} , отводится тепло с ректификованным спиртом $Q_{д_1}$, со спиртовыми парами в дефлегматор Q_{G_1} , с потерями в окружающую среду $Q_{п_1}$.

Флегмовое число колонны V_2 принимаем равным 1,0; теплопотери — 5% от уходящего с продуктами тепла.

Количество дистиллята, отбираемого из колонны, равно сумме ректификованного спирта высшей очистки и неастиризованного спирта: $D_4 = D_4 + c_n = 808,4 + 12,2 = 820,6$ кг.

Количество спиртовых паров, поступающих в дефлегматор, $G_4 = D_4 (V_2 + 1) = 820,6 \cdot 2,0 = 1641,2$ кг.

Количество флегмы, возвращаемой в колонну, $\Phi_4 = G_4 - c_n = 1641,2 - 12,2 = 1629,0$ кг.

Количество тепла, поступающего в колонну с ректификованным спиртом, $Q_{д_3} = 217042$ кДж.

Количество тепла, поступающее со спиртовыми парами в дефлегматор, $Q_{G_1} = G_4 i'' = 1641,2 \cdot 1140 = 1870441$ кДж,

где i'' — теплосодержание спиртовых паров при крепости 94,72% мас.

Тепло, возвращаемое в колонну с флегмой, $Q_{\phi_1} = \Phi_4 c_{\phi_1} t_{\phi_1} = 1629,0 \cdot 3,44 \cdot 78,2 = 437679$ кДж, где c_{ϕ_1} , t_{ϕ_1} — соответственно теплоемкость [в кДж/(кг·К)] и температура (в $^\circ \text{C}$) флегмы.

Давление в колонне принимаем равным 107 кПа. При данном давлении эбулиметрическая поправка к температуре кипения спирта составляет $\Delta t_4 = 0,014 \cdot 107 = 1,5^\circ \text{C}$.

Температура спирта на выходе из колонны $t_{д_1} = t_{н.р.с} + \Delta t_4 = 78,2 + 1,5 = 79,7^\circ \text{C}$.

Тепло, отводимое из колонны с ректификованным спиртом, $Q_{д_1} = D_4 c_{д_1} t_{д_1} = 808,4 \cdot 3,48 \cdot 79,7 = 224064$ кДж, где $c_{д_1}$, $t_{д_1}$ — соответственно теплоемкость [в кДж/(кг·К)] и температура (в $^\circ \text{C}$) спирта при крепости 94,15% мас.

$Q_{п_1} = (Q_{G_1} + Q_{д_1}) \cdot 0,05 = (1870441 + 224064) \cdot 0,05 = 104725$ кДж.

Расход греющего пара определяем из уравнения теплового баланса

$$Q_{д_3} + Q_{\phi_1} + P_4 i'' = Q_{G_1} + Q_{д_1} + P_4 i' + Q_{п_1},$$

$$P_4 (i'' - i') = 1544509 \text{ кДж},$$

где i'' и i' — соответственно теплосодержание (в кДж/кг) греющего пара и конденсата пара.

При давлении пара 303 кПа $i'' = 2724,8$ кДж/кг. Давление на выходе конденсата из теплообменника (змеевика) принимаем равным 202 кПа.

$i' = 502,3$ кДж/кг, $P_4 = 1\,544\,509 : 2222,5 = 685$ кг, или 6,8 кг/дал. Тепло, передаваемое в колонну с греющим паром через змеевик, $Q_{P_4} = P_4 (i'' - i') = 1544509$ кДж.

Тепло конденсации спиртовых паров, отводимое водой, находим, вычитая из Q_{G_1} тепло флегмы и неастиризованного спирта, $Q_{конд_1} = Q_{G_1} - (Q_{\phi_1} + Q_{н.с}) = 1870441 - (437679 + 635) = 1432108$ кДж.

При температуре воды на выходе из дефлегматора колонны 75°C и начальной температуре 20°C расход воды составляет $W_4 = Q_{конд_1} / [(t_{в.к} - t_{в.н}) c] = 1432108 / [(75 - 20) \cdot 4,19] = 6214$ кг, или $0,06 \text{ м}^3/\text{дал}$.

Сивушная колонна. В колонну вводится тепло с сивушным спиртом $Q_{с.с}$, с конденсатом паров сивушного масла $Q_{с.м}$, с лютерной водой для внутриколонной обработки сивушного масла $Q_{л.в}$, с флегмой Q_{ϕ_5} , с греющим паром Q_{P_5} ; отводится тепло из колонны со спиртовыми парами в дефлегматор Q_{G_5} , с сивушным концентратом $Q_{с.к}$, с лютерной водой $Q_{л_2}$, с потерями в окружающую среду $Q_{п_5}$.

Теплопотери принимаем равным 5% от количества тепла, выводимого из колонны.

Количество тепла, вводимое в колонну с сивушным спиртом, $Q_{с.с} = 4994$ кДж.

Температуру дистиллята паров сивушного масла принимаем равной 50°C . При данной температуре и крепости 42,43% мас. теплоемкость дистиллята составляет 4,15 кДж/(кг·К).

Количество тепла, вводимое в колонну с дистиллятом паров сивушного масла, $Q_{с.м} = 55,6 \cdot 4,15 \cdot 50 = 11405$ кДж.

Температуру лютерной воды на входе в колонну принимаем равной 90°C . Теплоемкость лютерной воды $Q_{л.в} = 70,8 \cdot 4,19 \cdot 90 = 26699$ кДж.

Флегмовое число колонны принимаем равным 30.

Количество паров, поступающих в дефлегматор, $G_5 = 34,8(30 + 1) = 1078,8$ кг.

При крепости паров 92,41% мас. теплоемкость i'' составляет 1193 кДж/кг.

Количество тепла, отводимое с парами в дефлегматор, $Q_{G_5} = 1078,8 \cdot 1193 = 1287344$ кДж.

Количество флегмы, возвращаемой в колонну, $\Phi_5 = G_5 - c_{г.п} = 1078,8 - 34,8 = 1044$ кг.

Температура конденсации и теплоемкость флегмы соответственно составляют $78,3^\circ\text{C}$ и 2,80 кДж/(кг·К).

Количество тепла, поступающее в колонну с флегмой, $Q_{\Phi_5} = 1044 \cdot 2,80 \cdot 78,3 = 229478$ кДж.

Количество тепла, отводимое с сивушным концентратом, $Q_{с.к} = 2,7 \cdot 3,52 \cdot 81,9 = 779$ кДж.

Температуру лютерной воды на выходе из колонны принимаем равной 103°C . Количество тепла, отводимое с лютерной водой (без конденсата пара); $Q_{л_2} = L_2 \cdot c_{л_2} \cdot t_{л_2} = 103,3 \cdot 4,27 \cdot 103 = 45474$ кДж, где 4,27 — теплоемкость лютерной воды [в кДж/(кг·К)] при температуре 103°C .

Расход греющего пара определяем из уравнения теплового баланса

$$P_5 i'' + Q_{с.с} + Q_{с.м} + Q_{л.в} + Q_{\Phi_5} = Q_{G_5} + Q_{с.к} + Q_{л_2} + Q_{кр_5} + Q_{п_5};$$

$$Q_{п_5} = (Q_{G_5} + Q_{с.к} + Q_{л_2} + P_5 i'') \cdot 0,05.$$

Подставляя значения $Q_{п_5}$ в уравнение баланса и решая его в отношении P_5 , получаем

$$P_5 (i'' - 1,05i') = 1127709 \text{ кДж};$$

$$i' = 4,27 \cdot 103 = 440 \text{ кДж/кг};$$

$$P_5 = 1127709 / (2724,8 - 1,05 \cdot 440) = 489 \text{ кг, или } 5 \text{ кг/дал.}$$

Количество лютерной воды (с учетом конденсата пара)

$$L'_2 = L_2 + P_5 = 103,3 + 489 = 601,3 \text{ кг.}$$

192

Количество тепла, отводимое с лютерной водой,

$$Q'_{л_2} = L'_2 i' = 601,3 \cdot 440 = 264795 \text{ кДж.}$$

$$\text{Величина теплопотерь } Q_{п_5} = (1287344 + 779 + 264795) \cdot 0,05 = 77637 \text{ кДж.}$$

$$\text{Количество тепла, вносимое в колонну с греющим паром, } Q_{P_5} = P_5 i'' = 489 \cdot 2724,8 = 1357979 \text{ кДж.}$$

$$\text{Количество тепла, отводимое водой при конденсации паров, } Q_{кond_5} = Q_{G_5} - (Q_{\Phi_5} + Q_{г.п}) = 1287344 - (229478 + 4886) = 1052980 \text{ кДж.}$$

При температуре воды на выходе из дефлегматора 70°C и начальной ее температуре 20°C расход воды составляет:

$$W_5 = Q_{кond_5} / [(t_{в.к} - t_{в.н}) c_{в}] = 1052980 / [(70 - 20) \cdot 4,19] = 5026 \text{ кг, или } 0,05 \text{ м}^3/\text{дал.}$$

Результаты расчета расхода продуктов брагоректификации по колоннам установки в зависимости от производительности приведены в табл. 67.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ СПИРТОВЫХ ЗАВОДОВ

Под производственной мощностью спиртового предприятия и отдельных его цехов понимается максимально возможный суточный выпуск продукции на протяжении принятого времени работы в году при полном использовании установленного оборудования, производственных площадей, при ведении технологических режимов в оптимальных параметрах и обеспечении качества выпускаемой продукции в соответствии с ГОСТами и ТУ.

Производственная мощность предприятия и отдельных его цехов, участков определяется независимо от обеспеченности сырьем, топливом, возможности реализации продукции и других условий работы.

Суточная производственная мощность спиртового предприятия и отдельных его цехов, участков определяется:

по выработке условного спирта-сырца — в тысячах декалитров безводного спирта;

по выработке ректифицированного спирта — в тысячах декалитров безводного спирта высшей очистки;

по выработке ферментных препаратов — в условных тоннах.

Определение суточной производственной мощности спиртового предприятия производится на основе достигнутой производительности в среднем за предыдущий год, но не ниже установленных нормативов, приведенных в этом разделе.

Годовая производственная мощность спиртового предприятия определяется произведением суточной мощности на число полных рабо-

БАЛАНС ПРОДУКТОВ БРАГОРЕКТИФИКАЦИИ ПО КОЛОННАМ УСТАНОВКИ

Продукты	На 100 дал условно-го спирта-сырца	Производительность установок по условному спирту-сырцу, дал/сут									
		1000		1500		2000		3000		6000	
		в час	за сутки	в час	за сутки	в час	за сутки	в час	за сутки	в час	за сутки
<i>Бражная колонна</i>											
Бражка (крепостью 6,8% мас.), м ³	11,8	4,9	118	7,4	177	9,8	236	14,7	354	29,5	708
Бражный дистиллят, м ³	1,9	0,8	19	1,2	29	1,6	38	2,4	58	4,8	116
Барда, м ³	12,3	5,1	123	7,7	184	10,3	246	15,4	369	30,8	738
Греющий пар, кг	2027	845	20270	1267	30405	1690	40540	2535	60810	5070	121620
Охлаждающая вода, м ³	3,8	1,6	38	2,4	57	3,2	76	4,8	114	9,6	228
<i>Эпюрационная колонна</i>											
Эпюрат, дал	303	126	3030	189	4545	252	6060	378	9090	756	18180
Головная фракция, дал	2,6	1,1	26	1,6	39	2,2	52	3,3	78	6,5	156
Греющий пар, кг	1067	445	10670	668	16005	887	21340	1334	32010	2675	64020
Охлаждающая вода, м ³	10,2	4,3	102	6,4	153	8,6	204	12,9	306	25,8	612
<i>Ректификационная колонна</i>											
Спирт ректификованный, дал	101,8	42,4	1018	63,6	1527	84,7	2036	127,2	3054	254,3	6108
Спирт непастеризованный, дал	1,6	0,7	16	1,0	24	1,3	32	2,0	48	4,0	96
Сивушный спирт, дал	1,8	0,8	18	1,1	27	1,5	36	2,3	54	4,5	108
Сивушное масло, дал	0,4	0,2	4,0	0,25	6,0	0,3	8,0	0,5	12	1,0	24
Лютерная вода, м ³	3,9	1,6	39	2,4	58	3,2	78	4,8	116	9,6	232
Греющий пар, кг	1956	815	19560	1222	29340	1630	39120	2444	58680	4888	117360
Охлаждающая вода, м ³	17,5	7,3	175	11,0	263	14,6	350	21,8	525	43,8	1050
<i>Колонна окончательной очистки</i>											
Спирт ректификованный высшей очистки, дал	100,2	42	1002	63	1503	84	2004	125	3006	250	6012
Спирт непастеризованный, дал	1,6	0,7	16	1,0	24	1,3	32	2,0	48	4,0	96
Греющий пар, кг	685	286	6850	428	10275	572	13700	855	20550	1710	41100
Охлаждающая вода, м ³	6,2	2,6	62	3,9	93	5,2	124	7,8	186	15,5	372
<i>Сивушная колонна</i>											
Масло сивушное (концентрат), дал	0,4	—	—	—	—	—	—	0,5	12	1,0	24
Головной погон из конденсатора и дефлегматора, дал	4,4	—	—	—	—	—	—	5,5	132	11	264
Вода на внутриколонную обработку сивушного масла, дал	7,1	—	—	—	—	—	—	8,9	213	17,8	426
Лютерная вода, м ³	0,6	—	—	—	—	—	—	0,8	18	1,5	36
Греющий пар, кг	498	—	—	—	—	—	—	623	14940	1246	29880
Охлаждающая вода, м ³	5,0	—	—	—	—	—	—	6,3	150	12,5	300

чих дней в году: для спиртовых предприятий, перерабатывающих зерно-картофельное сырье, обеспеченных холодной водой¹, пневматической солодовней либо цехом осаживающих ферментных препаратов, имеющих сушильные установки для барды или откормочные пункты, обеспечивающие полное использование барды на протяжении всего периода производства, — 305 дней; для остальных спиртовых заводов, перерабатывающих зерно-картофельное сырье, — 270 дней.

Примечания: 1. Обеспеченными холодной водой считаются предприятия, перерабатывающие зерно-картофельное сырье, имеющие не менее 350 м³ артезианской воды на 1000 дал спирта (учитывается вода, используемая на технологические нужды).

2. Для определения числа календарных дней работы предприятия в течение года к указанному выше количеству дней работы добавляется время, необходимое для выращивания солода, приготовления дрожжей и бражки, но не более 15 дней, и по 2 дня на каждый месяц для планово-предупредительного ремонта (ППР), включая чистку паровых котлов для заводов, работающих на твердых видах топлива, и по одному дню для заводов, работающих на жидком топливе и газе. Для заводов, оборудованных цехами ферментных препаратов или заменяющих полностью солод привозными препаратами, упомянутое выше добавочное время сокращается на 5 дней.

Установленная на начало года величина производственной мощности не остается постоянной, может изменяться в течение года в результате реконструкции или других мероприятий. В этой связи планирование производства и определение уровня использования мощности осуществляются по среднегодовой мощности.

Среднегодовая мощность определяется суммированием наличной мощности на начало года и среднегодового ввода мощности, за вычетом среднегодового выбытия мощности.

Среднегодовой ввод или выбытие мощности исчисляются путем умножения вводимой или выбывающей мощности на число месяцев, остающихся от момента ввода или выбытия мощности до конца года, и деления полученного произведения на 12.

Уровень использования производственной мощности выражается коэффициентом, который определяется как отношение годового выпуска продукции к среднегодовой мощности предприятия, полученной расчетным путем. Порядок расчета мощности изложен в Инструкции по определению производственных мощностей спиртовых заводов, работающих на пищевых видах сырья, утвержденной Минпищепромом СССР 25.X 1977 г.

Суточная производственная мощность спиртового предприятия определяется по технической мощности следующих основных отделений (участков) завода: солодовенного, варочного, бродильного, брагоперегонного или брагоректификационного и котельной.

Техническая мощность отделений (участков) спиртоцеха определяется по следующим нормативам производительности основного оборудования (в дал спирта в сутки):

Солодовенное отделение
(на 1 м² общей площади)
солодовенный ток
сита пневматической солодовни

1,4
10,0

Варочное отделение

(на 1 м³ общего геометрического объема варочной аппаратуры) при схеме производства периодической

разварник № 2, шт.	116
1	101
2	91
3	
разварник № 3, шт.	109
1	97
2	85
3	
полу непрерывной разварник № 2	150
разварник № 3	138
непрерывной	
с аппаратами колонного типа, трубчатыми с выносной контактной головкой или с использованием конических разварников в качестве держателя	150
трубчатая система	1200
Бродильное отделение (на 1 м ³ общего геометрического объема бродильных аппаратов, включая объем передаточного резервуара, при переработке крахмалистого сырья) при схеме	
периодической с трехсуточным брожением	2,0
циклической	2,3
непрерывно-поточной	2,5
непрерывной с двухпоточным осахариванием	3,0

Примечания: 1. Оборудование участка осахаривания и охлаждения развариваемой массы в расчетах не учитывается, но производится проверочный расчет соответствия площади поверхности сусового теплообменника нормативной, равной 48 м² на 1000 дал мощности завода в сутки.

2. Производительность бродильных чанов при переработке крахмалистого сырья исчислена с учетом заполнения их на 90% от общей вместимости, содержания алкоголя в зрелой бражке 7,7% об., оборота бродильного чана при трехсуточном брожении 82 ч.

Аппаратное отделение. Мощность брагоректификационных установок по спирту высшей очистки M (в дал/сут), не подвергшихся переоборудованию или модернизации, кроме установок паспортной производительностью 6000 дал/сут, определяется по уравнению: $M=55D^2(26,6-D^2)$, где D — диаметр ректификационной колонны, м. Мощность установок по спирту высшей очистки, претерпевших изменения в результате переоборудования или модернизации, определяется по уравнению: $M=380D^2(4,92-D)$.

При выработке ректифицированного спирта I сорта производительность установок увеличивается на 15%, а при переходе на производство спирта Экстра снижается на 15% по отношению к производительности при выпуске ректифицированного спирта высшей очистки. Мощность, вычисленная по уравнениям, определяется с точностью до 10 дал (например, вычисленная мощность составляет 1516 дал; принимается — 1510 дал).

Стадия процесса	Скорость подачи перерабатываемого материала в т/ч, м ³ /ч, при суточной производительности завода, дал				Характеристика стадии процесса			Примечание
	1000	1500	2000	3000	температура, °С	давление, МПа	продолжительность, мин	
Дробление зерна	1,196	1,79	2,39	3,58	—	—	—	Степень измельчения зерна, характеризующаяся проходом через сито 1 мм, должна быть не менее 85—86%
Смешивание измельченного зерна с водой (приготовление замеса)	4,42	6,63	8,84	13,26	40—45	—	5—6	Соотношение зерно : вода = 1 : (2,7—2,8)
Нагрев замеса вторичным паром (подваривание)	4,68	7,0	9,36	14,0	80—85	—	Мгновенный	Нагрев осуществляется вторичным паром в подогревателе
Нагрев подваренного замеса острым паром в контактной головке и его разваривание	5,12	7,68	10,24	15,4	134—136	До 0,3	Мгновенный, выдержка 40—50	
Отделение от разваренной массы вторичного пара в паросепараторе	4,93	7,4	9,85	14,8	107—108	До 0,04	20—30	
Вакуум-охлаждение разваренной массы до температуры осахаривания и подача ее в 1-й или 2-й осахариватель I ступени	2,27	3,4	4,54	6,8	60—61	Разрежение 0,08—0,081	Мгновенное	Охлаждение осуществляется в 1-м или 2-м вакуум-испарителе I ступени
Подача солодового молока в производство	0,792	1,18	1,58	2,37	40—45	—	—	Расход солодового молока составляет 16—18% от объема разваренной массы
В том числе в 1-й осахариватель	0,528	0,792	1,05	1,58	40—45	—	—	
во 2-й осахариватель	0,264	0,396	0,528	0,79	40—45	—	—	
Подача солода на приготовление солодового молока	0,144	0,216	0,288	0,43	—	—	—	
В том числе ячменного	0,072	0,108	0,144	0,216	—	—	—	
овсяного	0,036	0,050	0,072	0,108	—	—	—	
просяного	0,036	0,050	0,072	0,080	—	—	—	
Подача солодового зерна на выращивание солода	0,100	0,150	0,200	0,300	—	—	—	
В том числе ячменя	0,050	0,075	0,10	0,150	—	—	—	
овса	0,025	0,037	0,05	0,075	—	—	—	
проса	0,025	0,037	0,05	0,075	—	—	—	
Охлаждение суслу (с учетом объема на дрожжи) до температуры складки в 1-м вакуум-испарителе II ступени	2,48	3,72	4,92	7,44	58—59	Разрежение 0,0991—0,09975	Мгновенное	Расход зерна на солод по массе крахмала, включая крахмал солода, составляет 15,5% Концентрация СВ суслу 15% по сахарометру

Стадия процесса	Скорость подачи перерабатываемого материала в т/ч, м ³ /ч, при суточной производительности завода, дал				Характеристика стадии процесса			Примечание
	1000	1500	2000	3000	температура, °С	давление, МПа	продолжительность, мин	
Подача охлажденного сусла из 1-го вакуум-испарителя II ступени через промежуточный сборник в бродильную батарею	2,35	3,5	4,7	7,05	22—24	Разрежение 0,0991— 0,09975	Мгновенное	Концентрация СВ сусла 16% по сахарометру
Охлаждение сусла (с учетом отъема на дрожжи) во 2-м вакуум-испарителе II ступени	2,25	3,37	4,5	6,75	58—59	То же	То же	Концентрация СВ сусла 15,5% по сахарометру
Подача охлажденного сусла из 2-го вакуум-испарителя II ступени через промежуточный сборник в бродильную батарею	2,13	3,2	4,26	6,39	22—24			Концентрация СВ сусла 16,5—17% по сахарометру
Подача дрожжей в маточник и дрожжанку и получение засевных дрожжей	Поступают периодически				18—30	—		Количество засевных дрожжей составляет до 50% от полезной емкости возбраживателя. Дрожжи готовят на пастеризованном подкисленном сусле
Получение производственных дрожжей в возбраживателе	Поступают периодически				18—30	—		Дрожжи готовят на подкисленном сусле, количество дрожжей составляет 50% от полезной емкости головного чана. В батарею подаются каждые 36 ч. Концентрация сухих веществ в зрелых дрожжах 5—6% по сахарометру
Сбраживание сусла и получение зрелой бражки	4,9	7,35	9,8	14,7	18—30	—		Способ сбраживания непрерывно-поточный. Головные чаны освобождаются на стерилизацию через каждые 36 ч, остальные чаны через 72 ч. При сбраживании выделяется диоксид углерода

Для приведения мощности установки, рассчитанной по тому или иному сорту спирта, к мощности по условному спирту-сырцу результат, полученный по данным уравнениям, умножают на коэффициент 1,05, учитывающий выход ректификованного спирта и спирта, содержащегося в головной фракции, сивушном масле и потерях при ректификации.

В целях соответствия поверхностей конденсации ректификационных колонн производительностям установок, вычисленным по уравнениям, производится расчет мощности дефлегматора каждой ректификационной колонны (в дал ректификованного спирта высшей очистки в сутки): при горизонтальном дефлегматоре $M_r = 36F$, при вертикальном дефлегматоре $M_v = 25F$, где F — поверхность дефлегматора ректификационной колонны, м². В случае малой мощности дефлегматора принимаются меры к увеличению поверхности конденсации.

В этих же целях производится поверочный расчет бражной колонны, согласно которому на каждую 1/10 м² площади поперечного сечения колонны принимается следующая производительность (в дал/сут):

для колонн с тарелками двойной выварки диаметром 1000—1200 мм — 150;

для колонн с тарелками двойной выварки диаметром более 1200 мм — 135;

для колонн с ситчатыми тарелками диаметром 2000 мм — 200.

Обеспеченность емкостями для хранения спирта определяется в тысячах декалитров единовременного хранения в пересчете на абсолютный спирт. При работе и определении количества спирта единовременного хранения принимается коэффициент заполнения цистерн 0,95.

Производственную мощность предприятия определяют также по теплопроизводительности котельной установки. Потребность предприятия в тепловой энергии определяется путем умножения суточной мощности по спирту и другим видам выпускаемой продукции, исчисленной в соответствии с приведенными в Инструкции нормативами, на действующие плановые нормы расхода тепловой энергии на единицу по каждому виду продукции. К полученному значению добавляются ненормируемые потребности предприятия в тепловой энергии и отпуск ее сторонним потребителям.

Коэффициент обеспечения тепловой энергией предприятия $K_{т.э}$ определяется из уравнения $K_{т.э} = (Q_{от} - Q_{ст}) / (10^{-3} \sum A_i q_i)$, где $Q_{от}$ — тепловая энергия, отпущенная котельной, ГДж/сут; $Q_{ст}$ — тепловая энергия, отпущенная на ненормируемое потребление и сторонним организациям, ГДж/сут; A_i — суточная мощность предприятия по различным видам продукции; q_i — плановые удельные нормы расхода тепла на каждый вид продукции, утвержденные предприятию, ГДж. $Q_{от}$ определяется по технической (нормативной) характеристике котельной установки при работе всех установленных котлоагрегатов с нагрузкой 80% от разрешенной максимальной.

В случае, если техническая (нормативная) характеристика котельной установки еще не разработана, временно можно пользоваться упрощенной методикой и определять $Q_{от}$ по формуле $Q_{от} = 0,8D \times 0,55$ ГДж/сут, где 0,55 — экспериментально установленный коэффициент; D — паропроизводительность котельной установки при работе всех установленных котлов с разрешенной максимальной нагрузкой, т/сут.

По найденному коэффициенту обеспеченности тепловой энергией $K_{т.э}$ определяют мощность предприятия по теплопроизводительности котельной. Если $K_{т.э} \geq 1$, т. е. потребности предприятия удовлетворяются полностью, рассчитанная производственная мощность по спирту, кормовым, хлебопекарным дрожжам и др. продукции, связанной с потреблением тепла, не корректируется. Если $K_{т.э} < 1$, рассчитанные мощности цехов корректируются, т. е. умножаются на найденный коэффициент $K_{т.э}$. Одновременно принимаются меры к увеличению мощности котельной.

В зависимости от производственной мощности предприятия изменяются технологические параметры производства. При переработке пшеницы с применением в качестве осаживающего материала смеси солодов при непрерывном способе производства спирта, разработанном во ВНИИПрБ, составлены следующие нормы технологического режима (табл. 68).

Раздел III
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ
И ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ СПИРТОВОГО
ПРОИЗВОДСТВА. ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ
ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ
СРЕДУ

Глава I
ХАРАКТЕРИСТИКА ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ
И ОТХОДОВ СПИРТОВОГО ПРОИЗВОДСТВА
И ПУТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В производстве спирта из зерно-картофельного сырья отходами производства являются барда, диоксид углерода, водно-спиртовая жидкость из спиртоловушек, отходы в виде мучки, пыли, шелухи, удаляемые при размоле и рассеве проса и ячменя, крахмал и шелуха — при обрушивании овса; вторичный пар, выделяющийся при разваривании сырья, и лютерная вода — при брагоректификации спирта. При брагоректификации образуются такие побочные продукты, как сивушное масло и спирт этиловый (головная фракция), которые в качестве товарных продуктов должны удовлетворять соответствующим ГОСТам.

ЗЕРНО-КАРТОФЕЛЬНАЯ БАРДА

Барда представляет собой сложную полидисперсную систему, сухие вещества в которой находятся в виде взвесей или в растворенном состоянии. При переработке на спирт крахмалистого сырья в барду переходят сухие вещества бражки, за исключением углеводов, из которых образуются спирт, диоксид углерода и другие летучие продукты. Зерно-картофельная барда содержит до 92% воды и до 8% сухих веществ и имеет кислую реакцию (рН 4,2—4,6).

Сухие вещества барды состоят из белков, гемицеллюлоз, целлюлозы, сахаров, декстринов, жира, минеральных и других веществ. Наличие в ней значительного количества легкоусвояемых белковых и безазотистых веществ, витаминов делает зерно-картофельную барду ценным кормовым продуктом.

Сухие вещества барды состоят на 35—45% из взвешенных веществ и на 55—65% — из растворимых. Относительная плотность барды колеблется от 1,02 до 1,08 и в среднем составляет 1,04.

Выход барды зависит от содержания спирта в бражке, например при содержании его 8—9% об. выход барды составляет 120—125 л на 1 дал спирта.

В зависимости от местных условий и мощности спиртовых заводов барда непосредственно направляется в свежем виде на корм скоту, перерабатывается в сухую обогащенную барду или используется при выращивании кормовых дрожжей.

Таблица 69

Вещества	ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ БАРДЫ, %					
	Зерновая барда		Картофельная барда		Свекловичная барда	
	в барде	в сухом веществе барды	в барде	в сухом веществе барды	в барде	в сухом веществе барды
Вода	92,0—93,3	—	96,8—95,9	—	93,7—94,5	—
Сухие вещества	6,7—8,0	—	3,2—4,1	—	5,5—6,3	—
В том числе:						
сырой протеин (NX × 6,25)	1,8—2,2	26,8—27,5	0,6—0,8	18,7—19,5	1,0—1,2	18,1
безазотистые экстрактивные вещества	2,8—3,2	40,0—41,8	1,8—2,4	56,2—58,5	2,76—2,86	45,2
жир	0,4—0,6	5,97—7,5	0,1—0,2	3,1—3,2	0,03—0,08	0,54
клетчатка	0,9—1,7	13,4—21,2	0,3—0,4	9,4—9,7	1,21—1,37	21,7
минеральные вещества (зола)	0,5—0,7	7,6—8,7	0,4—0,5	12,1—12,5	0,5—0,8	9,1

ДИОКСИД УГЛЕРОДА

В газе, выделяющемся при спиртовом брожении, содержится до 98—99,8% CO_2 , 0,3—1,0 воздуха, 0,5—0,9 влаги, 0,4—0,8 спирта, 0,05—0,1 летучих кислот, 0,01—0,05 эфиров и до 0,02% альдегидов. Теоретический выход диоксида углерода составляет 95,5% к массе спирта, или 7,53 кг на 1 дал выработанного спирта.

Газы из бродильных чанов поступают в спиртоловушку, а затем выбрасываются в атмосферу или направляются в углекислотный цех, где диоксид углерода после очистки и сжатия разливается под высоким давлением в баллоны (жидкий CO_2) или перерабатывается в твердый CO_2 (сухой лед). Сжиженный диоксид углерода должен соответствовать ГОСТ 8050—76. Он используется в пищевой промышленности, применяется при электросварке в качестве инертного газа и для других технических целей.

Твердый диоксид (сухой лед) обладает большей, чем обычный лед, охлаждающей способностью, применяется как хладагент для охлаждения различных продуктов.

Водно-спиртовая жидкость из спиртоловушки, содержащая до 3,0—3,5% спирта, отводится в бражный резервуар и повторно направляется вместе со зрелой бражкой на перегонку и брагоректификацию.

ОТХОДЫ, ОБРАЗУЮЩИЕСЯ ПРИ ОБРУШЕНИИ И ИЗМЕЛЬЧЕНИИ ЗЕРНА

При размалывании и расसेве ячменя и проса, а также при обрушивании овса частично теряется крахмал в шелухе и мучке, которые могут улавливаться в аспирационной системе и использоваться на корм сельскохозяйственным животным.

ВТОРИЧНЫЙ ПАР

Вторичный пар, выделяющийся в паросепараторе, направляется на предварительный нагрев замеса в предразварник, избыток его используется для подогрева технологической воды в специальных сборниках.

ЛЮТЕРНАЯ ВОДА

Лютерная вода выделяется при выварке и концентрировании спирта в ректификационной и сивушной колоннах, используется для промывки и обработки сивушного масла в процессе брагоректификации. Основное количество лютерной воды не используется и отводится со сточными водами. Лютерная вода содержит в своем составе высококипящие сложные эфиры и кислоты. Количество лютерной воды на 1 дал спирта составляет при открытом обогреве 35—45 л из ректификационной колонны и 6—8 л из сивушной, при закрытом обогреве соответственно 15—25 и 1,0—1,5 л.

ГОЛОВНАЯ ФРАКЦИЯ ЭТИЛОВОГО СПИРТА

Головная фракция в соответствии с ОСТ 18-121-73 представляет собой водно-спиртовую жидкость с легколетучими примесями: альдегидами, эфирами, кислотами, метанолом и др. Крепость ее не менее

92% об. Продукт отбирается из конденсатора эспирационной колонны. Выход продукта составляет 2—6% от условного спирта-сырца. Головная фракция используется для получения ректифицированного спирта по ГОСТ 5962—67, а также для получения технического и денатурированного спиртов.

СИВУШНОЕ МАСЛО

Сивушное масло (ГОСТ 17071—71) является продуктом, получаемым при промывке в маслопромывателе концентрата из ректификационной или сивушной колонны. Выход его составляет 0,3—0,4% от условного спирта-сырца. Содержит в своем составе 5—12% об. этанола, 7—15% *n*-пропанола, 10—20—изобутанола, 50—60—изоаманола и 5—10% воды. Используется для получения технических этилового, *n*-пропилового, изобутилового и изоамилового спиртов, при флотации руд и в буровой технике.

ВЫБРОСЫ В АТМОСФЕРУ

С помощью естественной и приточно-вытяжной вентиляции воздух из всех цехов спиртового завода выбрасывается в атмосферу. В подработочных цехах для очистки выбросов воздуха от пыли используется аспирационная система, подведенная ко всем пылевыведящим механизмам.

Диоксид углерода, образующийся в процессе брожения и не используемый для выработки жидкого или газообразного CO_2 , а также газ, выделяющийся в процессе дрожжегенерации и из сборников барды, также выбрасываются в атмосферу с помощью естественной и приточно-вытяжной вентиляции.

ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ФЕРМЕНТОВ ГЛУБИННЫМ СПОСОБОМ

При глубинном культивировании продуцентов ферментов *Asp. awamori-466*, *End. bispora*, *Asp. batatae-61*, *Vac. mesentericus-467* в цехах при спиртовых заводах отходов производства в виде биомассы не имеется, так как на осаживание поступает культура вместе с мицелием. Отходом является только воздух, который содержит споры культивируемого микроорганизма. При выращивании глубинных культур микроорганизмов в ферментаторах количество воздуха, выходящего из ферментатора в 1 ч, колеблется от 20 до 60 м³ на 1 м³ среды.

Отработавший воздух с относительной влажностью 90—95% и температурой 35—36°С необходимо обезвреживать в скрубберах с антисептиком. Очистка производится до концентрации спор, определенной СН 245—71.

Возможен вариант обезвреживания воздуха путем использования его в топке парового котла.

СТОЧНЫЕ ВОДЫ В ЦЕХАХ ПО ПРОИЗВОДСТВУ СПИРТА, ДРОЖЖЕЙ И ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

Сточные воды образуются в цехах по производству спирта, дрожжей и диоксида углерода в результате нагрева или охлаждения полупродуктов с помощью теплообменных аппаратов, мойки и дезинфекции оборудования. Эти воды в зависимости от загрязненности подвергают механической или биологической очистке и затем снова используют в производстве.

ИСТОЧНИКИ ОБРАЗОВАНИЯ И КАТЕГОРИИ СТОЧНЫХ ВОД

Вода от теплообменных аппаратов в условиях нормальной их эксплуатации не подвергается загрязнению посторонними примесями органического характера; она имеет повышенную температуру по сравнению с источниками водоснабжения.

Горячая вода температурой 60—65° С, поступающая из дефлегматоров, используется повторно: для разваривания зерна и картофеля, для мойки технологического оборудования и полов помещений, питания паровых котлов, в душевых, прачечных и т. п.

Транспортерно-мочная вода, поступающая от гидротранспорта картофеля, загрязнена в основном минеральными примесями (земля, песок и т. п.), а также растворимыми составляющими почвы и в небольшом количестве органическими веществами клубней картофеля. Эти сточные воды неоднородны по характеру и концентрации загрязнений.

Сточные воды, поступающие от мойки, дезинфекции и стерилизации технологического оборудования и продуктовых трубопроводов в цехах по производству спирта, дрожжей и диоксида углерода, а также воды от замачивания зерна на солод, гидротранспорта солода, от ректификации спирта (лютерная вода), загрязнены органическими и минеральными примесями. Эти примеси находятся в твердом, растворенном и коллоидном состояниях. Они легко окисляются, начинают бродить и загнивают.

Сточные воды, поступающие от мойки, рыхления и регенерации фильтров химводоочистки, от продувки паровых котлов, загрязнены в основном минеральными примесями; они характеризуются повышенным содержанием солей и отклонением рН среды от оптимального.

Сточные воды от санузлов, душевых, прачечных и т. п. по составу не отличаются от хозяйственно-бытовых сточных вод, образующихся в населенных пунктах.

В основу разделения сточных вод по категориям положены их состав и биохимическая характеристика, расход и температура, возможность повторного использования и необходимость локальной очистки.

По характеру загрязнений сточные воды спиртовых заводов, перерабатывающих картофель и зерновые культуры, делятся на три категории:

- I — охлаждающие (отработавшие);
- II — транспортерно-мочные;
- III — производственно-загрязненные.

На спиртовых заводах, перерабатывающих только зерновое сырье, сточные воды делятся на охлаждающие (отработавшие) и производственно-загрязненные.

К отработавшим относятся все воды, выходящие из теплообменных аппаратов технологического оборудования и машины, включая барометрическую воду от вакуум-охлаждения разваренной массы и воду от наружного охлаждения дрожжерастильных чанов.

КОЛИЧЕСТВО СТОЧНЫХ ВОД

Количество сточных вод зависит от мощностей действующих на спиртовом заводе цехов, технологического режима работы завода и его цехов, источников и схем водоснабжения, температуры и жесткости воды, используемой в теплообменных аппаратах, от состояния оборудования, организации учета и контроля за расходом и многими другими причинами.

Количество отработавшей воды зависит от схемы производства спирта и хладагента, применяемого на той или другой технологической операции. В спиртовом производстве образуется больше отработавшей воды при охлаждении разваренной массы в осаживателе, чем при вакуум-охлаждении. В производстве кормовых дрожжей образуется меньше отработавшей воды при охлаждении барды последрожжевым фугатом, чем при охлаждении водой.

Водопотребление и количество сточных вод (в м³ на 1000 дал спирта, на 1 т дрожжей и 1 т жидкого диоксида углерода соответственно) с делением их по категориям в спиртовом производстве приведены в табл. 70. Водопотребление принято как среднегодовое (температура артезианской воды 10° С, речной или прудовой 20° С). При пересчете на зимний и летний периоды работы следует пользоваться коэффициентами: при переработке на спирт зерна $K_{зим}=0,77$, $K_{лет}=1,39$; при переработке картофеля $K_{зим}=0,85$, $K_{лет}=1,29$; в производстве сухих кормовых дрожжей $K_{зим}=0,75$, $K_{лет}=1,41$; в производстве жидкого диоксида углерода $K_{зим}=0,91$, $K_{лет}=1,16$.

Отработавшая вода после охлаждения и стабилизации используется повторно. Охлаждается вода в градирнях различного типа, брызгальных бассейнах, прудах-охладителях и специальных холодильных установках. Тип и размер охладителя принимают в зависимости от местных условий. Расчет охладителей и выбор режима стабилизации оборотной воды проводят в соответствии со СНиП II—31—74.

Количество транспортерно-мочной воды зависит от степени загрязнения картофеля и состояния его клубней. Расход воды больше в том случае, если перерабатывается картофель с высокой сорностью или клубни сильно подморожены. В практике работы заводов расход воды на 1000 дал спирта колеблется от 550 до 700 м³. Транспортерно-мочные воды используют многократно после отстаивания и дезинфекции. Осветление транспортерно-мочных вод осуществляют на специальных сооружениях.

Количество производственно-загрязненных вод зависит от вида перерабатываемого на спирт сырья, способа брожения, способа подачи солода к солододробилкам.

В целях снижения количества сточных вод в спиртовом производстве в технологических процессах «гидротранспорт солода» и «увлажнение солода в пневмосолодовне» предусмотрено использова-

ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И КОЛИЧЕСТВО СТОЧНЫХ ВОД

Технологический процесс или операция	Потребление воды				Количество сточных вод по категориям		Место использования воды			Периодичность сброса
	всего	в том числе			I	III	в водоем или в оборотную систему	на очистные сооружения	в продукт и безвозвратные расходы	
		артезианской	речной или прудовой	отработавшей						
<i>Спиртовой завод, перерабатывающий картофель</i>										
Гидротранспорт картофеля	700,0									Непрерывно
Мойка картофеля	70,0					70,0		70,0		То же
Замачивание зерна на солод	9,6	9,6				8,9			0,7	2—3 раза в сутки
Дезинфекция и мойка солододробилок, сборника и расходного чана солодового молока	6,0	6,0				6,0		6,0		3 раза в сутки
Гидротранспорт солода	13,0	13,0				13,0		13,0		3—4 раза в сутки
Приготовление солодового молока	15,0	15,0							15,0	Непрерывно
Мойка сит, солодовенных ящиков и подситового пространства	1,0	1,0				1,0		1,0		1—2 раза в сутки
Увлажнение солода	2,0	2,0							2,0	3—6 раз в сутки
14* Увлажнение воздуха в пневмосолодовне	13,0	13,0				13,0				То же
Разваривание картофеля	30,0			30,0					30,0	Непрерывно
Вакуум-охлаждение разваренной массы	150,0		150,0		158,0		154,9			То же
Охлаждение осахаренной массы	150,0	150,0			150,0		150,0			То же
Охлаждение массы при приготовлении дрожжей	100,0	30,0	70,0		100,0		100,0			2—3 раза в сутки по 1,5—2,0 ч
Охлаждение массы в бро-дильных чанах	487,0		487,0		487,0		487,0			3—8 раз в сутки
Охлаждение спиртовых паров при брагоректификации	526,0	224,0	302,0		526,0		347,5			Непрерывно
Промывка и регенерация фильтров ХВО	35,0			35,0	35,0					1—2 раза в сутки 1,5—2,0 ч
Парообразование и продувка паровых котлов	110,0			110,0	10,0				56,0	Питание паровых котлов непрерывно. Продувка 3—6 раз в сутки по 7—10 мин
Мойка, дезинфекция и стерилизация оборудования и трубопроводов цеха тепловой обработки сырья	12,0			12,0	12,0		12,0			1 раз в 10 дней в течение 6—7 ч
Мойка и стерилизация дрожжанок	4,5			4,5	4,5		4,5			2—3 раза в сутки
Мойка и стерилизация дрожжегенераторов	3,0			3,0	3,0		3,0			1 раз в сутки
Мойка и стерилизация бро-дильных чанов	12,0			12,0	12,0		12,0			3—6 раз в сут-ки

Технологический процесс или операция	Потребление воды				Количество сточных вод по категориям		Место использования воды			Периодичность сброса
	всего	в том числе			I	III	в водоем или в оборотную систему	на очистные сооружения	в продукт и безвозвратные расходы	
		артезианской	речной или прудовой	отработавшей						
Ректификация спирта (отход — лютерная вода)						36,0		36,0		Непрерывно
Мойка полов	2,0			2,0		2,0		2,0		3 раза в сутки
Хозяйственно-бытовые нужды	7,0	7,0				7,0		7,0		Непрерывно

Всего 2458,1 470,6 1009,0 278,5 1421 233,4 1239,4 166,5 103,7

Спиртовой завод, перерабатывающий зерно

Замачивание зерна на солод	11,0	11,0				10,0		10,0	1,0	2—3 раза в сутки
Дезинфекция и мойка солододробилок, сборника и расходного чана солодового молока	7,0	7,0				7,0		7,0		3 раза в сутки
Гидротранспорт солода	15,0	15,0				15,0		15,0		3—4 раза в сутки
Приготовление солодового молока	17,0	17,0							17,0	Непрерывно
Мойка сит, солодовенных ящиков и подситового пространства	1,0	1,0				1,0		1,0		1—2 раза в сутки
Увлажнение солода	2,0	2,0							2,0	3—6 раз в сутки
Увлажнение воздуха в пневмосолодовне	15,0	15,0				14,0		14,0	1,0	1—2 раза в сутки
Разваривание зерновых культур	90,0			90,0					90,0	Непрерывно
Вакуум-охлаждение разваренной массы	150,0	150,0	150,0		158,0		158,0			То же
Охлаждение осахаренной массы	150,0				150,0		150,0			»
Охлаждение массы при приготовлении дрожжей	100,0	30,0	70,0		100,0		100,0			2—3 раза в сутки по 1,5—2,0 ч
Охлаждение массы в бродильных чанах	487,0		487,0		487,0		453,5			3—6 раз в сутки
Охлаждение спиртовых паров при брагоректификации	526,0	224,0	302,0		526,0		291,0			Непрерывно
Промывка и регенерация фильтров ХВО	35,0			35,0		35,0		35,0		1—2 раза в сутки
Парообразование и продувка паровых котлов	110,0			110,0		10,0		10,0	56,0	Питание паровых котлов непрерывно. Продувка 3—6 раз в сутки по 7—10 мин
Мойка, дезинфекция и стерилизация оборудования и трубопроводов цеха тепловой обработки сырья	12,0			12,0		12,0		12,0		Один раз в 10 дней в течение 6—7 ч

Технологический процесс или операция	Потребление воды				Количество сточных вод по категориям		Место использования воды			Периодичность сброса
	всего	в том числе			I	III	в водоем или в оборотную систему	на очистные сооружения	в продукт и безвозвратные расходы	
		артезианской	речной или прудовой	отработанной						
Мойка и стерилизация дрожжанок	4,5			4,5	4,5		4,5		1 раз в сутки	
Мойка и стерилизация дрожжегенераторов	3,0			3,0	3,0		3,0		3—6 раз в сутки	
Мойка и стерилизация бродильных чанов	12,0			12,0	12,0		12,0		Непрерывно	
Ректификация спирта (отход — лютерная вода)					36,0		36,0		3 раза в сутки	
Мойка полов	2,0			2,0	2,0		2,0		Непрерывно	
Хозяйственно-бытовые нужды	7,0	7,0			7,0		7,0		То же	
Всего	1756,0	479,0	1009,0	268,5	1421,0	168,5	1152,5	168,5	167,0	
<i>Цехи по производству кормовых дрожжей</i>										
Охлаждение грубого фильтра барды	66,0		66,0		66,0		63,55		Непрерывно	
Охлаждение массы в дрожжерастильном чане (внутреннее и поверхностное)	35,0		35,0		35,0		35,0		То же	
Охлаждение массы в аппаратах чистой культуры	9,0	9,0			9,0		9,0		1—2 раза в сутки	
Охлаждение подшипников воздуходувки	23,0		23,0		23,0		23,0		Непрерывно	
Охлаждение распылительного механизма	14,0		14,0		14,0		14,0		То же	
Мойка дрожжерастильного чана	1,0			1,0	1,0		1,0		1 раз в 3—6 мес	
Мойка сборника грубого фильтра и барабанного сита	0,15			0,15	0,15		0,15		3 раза в сутки	
Мойка дезмульгатора	0,25			0,25	0,25		0,25		1 раз в сутки	
Мойка сборника дрожжевого концентрата	0,15			0,15	0,15		0,15		То же	
Мойка большого аппарата чистой культуры	0,40			0,40	0,40		0,40		1—2 раза в сутки	
Мойка малого аппарата чистой культуры	0,15			0,15	0,15		0,15		То же	
Мойка барабана и тарелок дрожжевого сепаратора	0,05			0,05	0,05		0,05		1 раз в сутки	
Мойка сборника вторичной барды	0,15			0,15	0,15		0,15		1 раз в 4 сут.	
Мойка полов	0,20			0,20	0,20		0,20		3 раза в сутки	
Хозяйственно-бытовые нужды	0,40	0,40			0,40		0,40		Непрерывно	
Всего	150,05	9,4	138,0	2,65	147,0	3,05	144,55	3,05		
<i>Цехи по производству жидкого диоксида углерода</i>										
Охлаждение компрессоров	12,0		12,0		12,0		11,7		Непрерывно	
Охлаждение конденсаторов	20,0		20,0		20,0		20,0		То же	
Охлаждение подшипников газодувки	1,0		1,0		1,0		1,0		»	

Технологический процесс или операция	Потребление воды			Количество сточных вод по категориям		Место использования воды			Периодичность сброса
	всего	в том числе		I	III	в водоем или в оборотную систему	на очистные сооружения	в пруды и озера	
		артезианской	речной или прудовой						
Мойка баллонов	1,0	1,0		1,0		1,0	1,0		Непрерывно
Гидравлическое испытание баллонов	1,0	1,0		1,0		1,0			»
Газгольдер	0,5	0,5		0,5		0,5			»
Скруббер	1,55	1,55		1,55		1,35		0,2	»
Мойка и регенерация фильтров	0,5	0,5		0,5		0,5			1 раз в 4 сут
Мойка полов	0,3		0,3			0,3			3 раза в смену
Хозяйственно-бытовые нужды	0,95	0,95		0,95		0,95			Непрерывно
Всего	38,8	3,45	35,05	0,3	36,05	2,75	35,55	2,75	0,2

Примечания: 1. На гидротранспорт каргофеля используется вода II категории, поступающая на отстойник, в количестве 700 м³ на 1000 дал спирта.
 2. На мойку каргофеля используется 8,9 м³ (в расчете на 1000 дал спирта) воды, образующейся при замачивании зерна на солод; 13 м³ — при увлажнении солода в пневмосилохоне, 3,1 м³ — при вакуум-охлаждении разваренной массы; 35 м³ — при промывке и регенерации фильтров ХВО и 10 м³ — при продувке паровых котлов.
 3. На вакуум-охлаждение разваренной массы помимо речной или артезианской воды используется 8 м³ конденсата пара от вакуум-осаждения.
 4. При жидкостным вакуум-охлаждением разваренной массы каргофеля расход артезианской воды составляет 400 м³ (при жидкостным вакуум-охлаждением зерновой массы — 234 м³), одновременно исключается водопотребление на вакуум-охлаждение разваренной массы и на охлаждение осаживаемой массы.
 5. Часть горячей воды, образующейся при брагоректификации, а также в процессе охлаждения массы в броильных чанах, используется повторно, на технологические нужды завода.
 6. При расчете сооружений для биологической очистки сточных вод вода от мойки, дезинфекции, стерилизации оборудования и трубопроводов чеха тепловой обработки сырья не учитывается, так как компенсируется часовой неравномерностью поступления.
 7. При охлаждении барды водой увеличиваются водопотребление и водоотвод на технологические операции: охлаждение грубого фильтрата — с 66 до 100 м³, охлаждение массы в дрожжеватильном чане — с 36 до 46 м³ на 1 т дрожжей. Количество охлаждающей воды, спускаемой в процессе омаживания грубого фильтрата барды за счет использования ее на мойку технологического оборудования (дрожжеватильного чана) и полов.
 8. Сточные воды от охлаждения компрессоров используются повторно, для мойки полов.

ние воды по замкнутым циклам со сбросом части воды в канализацию производственно-загрязненных сточных вод, для продувки системы.

Количество хозяйственно-бытовых сточных вод принято в соответствии со СНиП II-32-74, пункт 3.1, исходя из среднемесячной численности работающих на заводе с коэффициентом неравномерности поступления сточных вод 2,5 при норме сброса 150 л/сут на одного работающего.

Производственно-загрязненные сточные воды в смеси с хозяйственно-бытовыми подвергаются биологической очистке. При проектировании очистных сооружений количество сточных вод подлежит уточнению для каждого завода.

ХАРАКТЕРИСТИКА СТОЧНЫХ ВОД II И III КАТЕГОРИИ

Сточные воды, образующиеся на спиртовых заводах, загрязнены теми или иными веществами, концентрация которых в воде зависит от количества и качества технической воды, поступающей в производство, вида и качества перерабатываемого на спирт сырья, наличия других видов производства, кроме спиртового, технологического режима работы, состояния технологического оборудования, культуры производства и многих других факторов.

При оценке качества сточных вод и выборе способа их очистки в первую очередь принимаются во внимание величина биохимического потребления кислорода и окисляемость. Биохимическое потребление кислорода (БПК) — это количество кислорода, израсходованного микроорганизмами в определенный промежуток времени на аэроб-

ное биохимическое окисление органических веществ, содержащихся в исходной воде; оно выражается в миллиграммах O_2 на 1 л или в граммах O_2 на 1 м³.

Полная стабилизация сточных вод, или минерализация органических загрязнений, требует много времени: для отдельных видов сточных вод 20 сут и более. Поэтому на практике для сокращения времени анализа определяют пятисуточную потребность в кислороде и обозначают ее символом БПК₅.

Окисляемостью называют величину, характеризующую содержание в воде восстановителей органического и неорганического характера, реагирующих с сильными окислителями. Ее обозначают ХПК (химическое потребление кислорода) и выражают в миллиграммах кислорода, расходуемого на окисление 1 л, или в граммах O_2 на 1 м³.

Характеристика сточных вод II и III категорий по наиболее важным показателям загрязнения (усредненные показатели) приведена в табл. 71, вод III категории по источникам их образования — в табл. 72 (показаны усредненные показатели концентрации загрязнений).

Таблица 71

ХАРАКТЕРИСТИКА СТОЧНЫХ ВОД II И III КАТЕГОРИИ

Показатели	Схема использования воды		Производство			
	прямочная	оборотная при установившемся режиме	спирта при переработке		кормовых дрожжей	диоксида углерода
			картофеля	зерна		
	Воды II категории		Воды III категории			
Температура, °C	10	7	30	37	19	18
Реакция среды (рН)	6,9	9,0	6,5	5,7	5,9	5,7
Содержание взвешенных веществ, мг/л	11 430	6000	515	443	517	160
ХПК, мг O_2 /л	480	1800	1330	602	1625	506
БПК ₅ , мг O_2 /л	160	810	430	290	625	245
БПК _{полн.} , мг O_2 /л	300	1200	700	500	800	358

Таблица 72
ХАРАКТЕРИСТИКА СТОЧНЫХ ВОД III КАТЕГОРИИ
ПО ИСТОЧНИКАМ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ

Источники образования сточных вод	Температура, °C	рН	Содержание взвешенных веществ, мг/л	ХПК, мг O_2 /л	БПК ₅ , мг O_2 /л	БПК _{полн.} , мг O_2 /л
<i>Спиртовой завод, перерабатывающий зерно-картофельное сырье</i>						
Замачивание зерна на солод и его транспортирование	20	6,1	610	1000	450	620
Гидротранспорт солода	18	6,1	2350	3400	523	1300
Мойка и дезинфекция чана солодового молока и дробилки	18	6,1	560	2740	950	1850
Мойка, дезинфекция и стерилизация оборудования цеха тепловой обработки сырья	60	6,5	510	2100	700	1150
Мойка, дезинфекция и стерилизация дрожжанки	20	6,8	50	630	160	350
Мойка сит и солодовых ящиков	18	6,5	150	1200	450	700
Мойка, дезинфекция и стерилизация дрожжегенератора	20	6,8	590	1060	601	870
Мойка, дезинфекция и стерилизация бродильного чана	20	5,8	410	1000	600	870
Ректификация спирта (лютерная вода)	98	4,8*	80	400	260	300
Продувка паровых котлов	90	11,0	570	40	6	10
Рыхление фильтров химводоочистки	21	7,4	170	375	53	134
Мойка полов производственных помещений	25	6,5	280	350	250	300
Хозяйственно-бытовые нужды	25	7,0	250	350	250	300
<i>Цех по производству кормовых дрожжей</i>						
Мойка дрожжерастильного чана	20	5,1	750	4000	900	3200
Мойка сборника грубого фильтрата и барабанного сита	25	5,5	470	3100	730	1200
Мойка деэмульгатора	20	5,3	383	2900	640	980
Мойка сборника дрожжевой суспензии	20	5,3	390	2700	600	730

Продолжение табл. 72

Источники образования сточных вод	Температура, °С	pH	Содержание взвешенных веществ, мг/л	XПК, мг O ₂ /л	БПК, мг O ₂ /л	БПК _{полн} , мг O ₂ /л
Мойка большого аппарата чистой культуры дрожжей	22	6,5	560	2500	700	1120
Мойка малого аппарата чистой культуры дрожжей	20	6,1	104	1040	540	820
Мойка барабана и тарелок дрожжевого сепаратора	29	7,0	2354	2650	1650	2070
Мойка сборника дрожжевого концентрата	20	6,8	1357	1160	830	990
Мойка сборника вторичной барды	25	6,0	1162	1360	850	1100
Мойка полов	25	6,1	280	470	350	400
Хозяйственно-бытовые нужды	25	7,0	250	350	250	300
<i>Цех по производству жидкого диоксида углерода</i>						
Мойка баллонов	18	5,3	45	660	270	490
Промывка и регенерация фильтров	12	4,0	180	700	300	500
Мойка полов	20	6,2	280	100	50	70
Хозяйственно-бытовые нужды	20	6,8	230	350	250	300

* Лютерная вода в зависимости от способа и схемы ректификации может иметь pH 8,3—8,5.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД II И III КАТЕГОРИИ

Аппаратурно-технологическая схема механической очистки транспортно-мочечных вод

Так как в состав загрязнений сточных вод II категории входят растворимые и нерастворимые (взвешенные) вещества, эти воды подвергаются только механической очистке, т. е. отстаиванию в специальных отстойниках. Для ускорения процесса осветления воды, осаждения взвешенных веществ и корректировки реакции среды в транспортно-мочечную воду добавляют известь. После осветления сточная вода многократно возвращается в гидротранспортер и используется для транспортировки клубней картофеля и сахарной свеклы к мойке. Принципиальная аппаратурно-технологическая схема сооружений механической очистки сточных вод II категории представлена на рис. 15.

В начале сезона переработки картофеля на спирт в гидротранспортер подают отработавшую, речную или прудовую воду в количе-

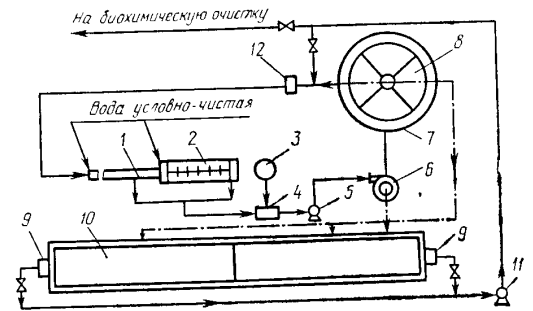


Рис. 15. Принципиальная схема сооружений механической очистки транспортно-мочечных вод:

1 — гидротранспортер; 2 — мойка; 3 — сборник известкового молока; 4 — смеситель; 5, 11 — насос; 6 — песколовушка; 7 — отстойник; 8 — скребковый механизм; 9 — колодец; 10 — шламонакопитель; 12 — измерительный лоток.

стве, обеспечивающем транспортирование клубней картофеля к мойке. В мойку всегда подается вода из системы повторного использования сточных вод. Для лучшего качества мойки клубней картофеля и их транспортирования к элеватору мойка снабжена билами.

Сточная вода из гидротранспортера и мойки по специальной лотку поступает в смеситель, где смешивается с известковым молоком. Из смесителя жидкость непрерывно перекачивается в песколовушку, где от нее отделяется песок. Песок удаляется в шламонакопитель, а вода самотеком направляется в отстойник транспортно-мочечных вод.

Известкование воды проводится периодически. При известковании вода подается в отстойники, минуя песколовушку.

Осветленная вода из отстойника самотеком или насосом подается в гидротранспортер на повторное использование. Расход воды, подаваемой в гидротранспортер, контролируется измерительным лотком с треугольным водосливом.

Осадок из отстойника периодически удаляется в шламонакопитель гидростатическим напором или насосом, в зависимости от местных условий. Для лучшего сгребания осадка с дна отстойника транспортно-мочечных вод предусмотрена установка скребкового механизма.

В процессе уплотнения осадка в шламонакопителе отделяется сточная вода, которая собирается в специальных колодцах. Часть ее (10%) подают на сооружения биологической очистки, избыток — в гидротранспортер (избыток воды возможен особенно в период ливневых дождей и обильного снеготаяния). Один раз в сезон, в летний период, шламонакопители освобождают от земли и готовят для приема осадка в новом сезоне. Уплотненный осадок используется в качестве удобрения.

Принципиальная аппаратурно-технологическая схема биологической очистки сточных вод

Сточные воды III категории подвергаются биологической очистке в естественных или искусственных условиях. В естественных условиях сточные воды очищают на полях фильтрации или орошения, в искусственных — в аэротенках, биокоагуляторах, в аэрационных каналах с помощью микроорганизмов активного ила. Принципиальная аппаратурно-технологическая схема биологической очистки сточных вод III категории представлена на рис. 16.

Производственно-загрязненные и хозяйственно-бытовые сточные воды самотеком двумя самостоятельными потоками поступают в насосную станцию, в здании которой расположены решетка для отделения крупных механических примесей и группа насосов. Из сборника, расположенного в насосной станции, сточная вода насосом подается непрерывно и равномерно в биокоагулятор. Одновременно туда же по раздельным коммуникациям подаются осветленная транспортно-мочевая вода из колодцев шламонакопителя и активный ил из вторичных отстойников, количество которых замеряется измерительным лотком с треугольным водосливом.

Биокоагулятор выполняет две роли: песколоушки и аппарата, в котором происходит окисление легкоокисляемых органических соединений сточных вод под действием микроорганизмов активного ила. Песок из биокоагулятора периодически удаляется самотеком или под гидростатическим напором в песковый бункер. По мере заполнения бункера песком последний вывозится с территории завода в отвал.

Из биокоагулятора смесь сточной воды с активным илом непрерывно поступает в первичный отстойник. Рекомендуется

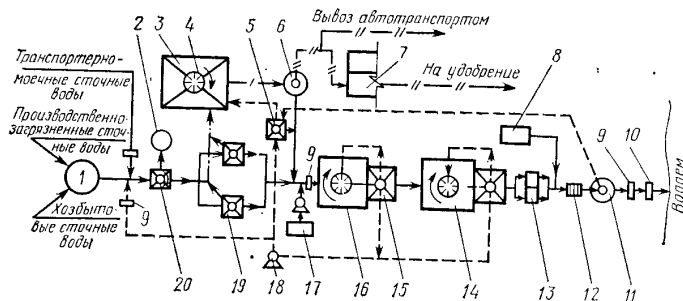


Рис. 16. Принципиальная схема биологической очистки сточных вод: 1 — насосная станция; 2 — песчаный бункер; 3 — аэробный минерализатор-уплотнитель; 4 — механический аэратор поверхностного типа; 5 — илоуплотнитель; 6 — дегельминтизатор; 7 — шламонакопитель; 8 — станция приготовления обеззараживающих реагентов; 9 — измерительный лоток с треугольным водосливом; 10 — порог; 11 — контактный резервуар; 12 — ершовый смеситель; 13 — гравийно-песчаный фильтр; 14, 16 — аэротенки соответственно второй и первой ступени; 15, 19 — соответственно вторичный и первичный вертикальные отстойники; 20 — биокоагулятор.

устанавливать два отстойника, что обеспечит бесперебойную работу сооружений в случае ремонта одного из них.

Осадок из первичного отстойника с содержанием сухих веществ около 5% отводится периодически в аэробный минерализатор (стабилизатор) - уплотнитель 1—2 раза в смену в зависимости от содержания взвешенных веществ, поступающих со сточной водой в первичный отстойник.

Осветленная вода с содержанием взвешенных веществ 100—120 мг/л из сборных лотков первичного отстойника по специальному лотку непрерывно поступает в аэротенк-смеситель первой ступени. По пути движения сточной воды в лоток непрерывно подается раствор биогенных веществ, который готовят и хранят на станции биогенных веществ.

Для предотвращения вспухания ила, возникающего в результате активного развития нитчатых форм микроорганизмов, обладающих большой скоростью окисления органических веществ, а также для уменьшения выноса взвешенных веществ из аэрационных сооружений и адаптации микроорганизмов активного ила к данному виду загрязнений принята работа аэрационных сооружений по двухступенчатой схеме. По этой схеме очистки с аэротенком-смесителем в качестве первой и второй ступеней избыточный активный ил циркулирует только в пределах своей ступени, не смешиваясь с активным илом другой ступени. Благодаря этому образуется специфическая микрофлора ила, организмы которой хорошо приспособляются к окислению загрязнений, поступающих на эту ступень.

Избыточный активный ил отводится раздельно с каждой ступени аэрации.

Иловая смесь с содержанием активного ила 3—4 г/л из аэротенка-смесителя непрерывно отводится во вторичный отстойник первой ступени. В процессе биологической очистки активный ил непрерывно циркулирует по илопроводу из зоны отстаивания вторичного отстойника в зону аэрации аэротенка-смесителя, из которого, как указывалось выше, иловая смесь поступает во вторичный отстойник.

Осветленная сточная жидкость из вторичного отстойника первой ступени по специальному трубопроводу поступает в аэротенк-смеситель второй ступени. Иловая смесь с содержанием активного ила 0,8—1,5 г/л поступает непрерывно в вертикальный вторичный отстойник второй ступени, из которого ил подается в зону аэротенка-смесителя.

Осветленная сточная вода из вторичного отстойника второй ступени при необходимости поступает на доочистку в гравийно-песчаный фильтр. После фильтрования концентрация загрязнений в сточной воде снижается по взвешенным веществам, БПК, ХПК и др.

Из фильтров сточная вода самотеком поступает в ершовый смеситель, в котором перемешивается с дезинфицирующим реагентом, поступающим со станции дезинфицирующих средств, а оттуда подается в контактный резервуар, где выдерживается в течение 30 мин.

Количество сточных вод, сбрасываемых в водоем, замеряется измерительным лотком с треугольным водосливом. Перед выпуском сточных вод в водоем они насыщаются кислородом воздуха, перелываясь через систему водосливов (порог).

Избыточный активный ил из вторичных отстойников первой и второй ступеней, а также осадок из контактного резервуара насосом подаются в илоуплотнитель. Около 50% избыточного активного ила из вторичного отстойника первой ступени непрерывно поступает в биоагулятор.

Вода после отстаивания активного ила самотеком поступает в лоток перед аэротенком. Уплотненный активный ил периодически, один раз в смену, из илоуплотнителя самотеком поступает в аэробный минерализатор (стабилизатор)-уплотнитель. Окисление органических веществ осуществляется микроорганизмами в присутствии кислорода воздуха, подаваемого в массу механическим аэратором дискового типа с вертикальной осью вращения. Механические поверхностные аэраторы установлены в биоагуляторе, аэротенках первой и второй ступеней аэрационных сооружений и в аэробном минерализаторе-уплотнителе. Один раз в смену на 30—45 мин прекращается аэрация массы в аэробном минерализаторе-уплотнителе для осаждения взвешенных веществ содержащего минерализатора. Уплотненная минерализованная смесь активного ила и осадков из первичных отстойников подается в дегельминтизатор. Затем в минерализатор добавляется ил из илоуплотнителя и осадки из первичных отстойников. В работу пускается аэратор, и снова продолжается минерализация смеси.

В дегельминтизаторе осадки в процессе отстаивания обезвреживаются термическим способом. Вода из дегельминтизатора самотеком отводится в лоток перед аэротенком, а уплотненный обезвреженный осадок вывозится ассенизационной машиной за пределы сооружений или направляется в отвал-накопитель.

Обезвреженный осадок используется в качестве удобрения.

Общие требования к набору оборудования для очистки сточных вод в зависимости от качества воды, выпускаемой в водоемы

Условия выпуска сточных вод в водоемы регламентированы Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами, Правилами санитарной охраны прибрежных районов морей Министерства здравоохранения СССР и Санитарными правилами для речных и озерных судов СССР, имеющими целью предупреждение и устранение существующего загрязнения сточными водами водоемов: рек, озер, искусственных каналов, водохранилищ и морей. Сточные воды, выпускаемые в водоем, должны быть очищены до такой степени, чтобы они не оказывали на него вредного воздействия.

Расчеты по определению необходимой степени очистки сточных вод, выпускаемых в водоемы, производят по содержанию взвешенных веществ, потреблению сточными водами растворенного кислорода, допустимой величине БПК в смеси воды водоема со сточными водами, по изменению рН воды водоема, окраске, запаху, солевому составу и температуре воды, а также по предельно допустимым концентрациям токсичных примесей и других вредных веществ. Набор оборудования сооружений биологической очистки сточных вод (табл. 73) регламентируется степенью очистки, требуемой органами надзора, в соответствии с характером данного водоема. Чем меньше

Таблица 73
НАБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Оборудование	Степень очистки по БПК _{полн.} , мг О ₂ /л				
	7—5	10—7	15—10	20—15	менее 20
Биоагулятор	+	+	+	+	+
Первичный отстойник	+	+	+	+	+
Аэрационные сооружения					
двухступенчатые	+	—	+	—	+
одноступенчатые	—	+	—	+	—
Вторичные отстойники	+	+	+	+	+
Гравийно-песчаный	+	+	—	—	+
фильтр					
Станция приготовления дезинфицирующего хлор-агента	+	+	+	+	—
Станция озонирования	—	—	—	—	+
Ершовый смеситель	+	+	+	+	+
Контактный резервуар	+	+	+	+	+
Измерительные лотки	+	+	+	+	+
Илоуплотнитель	+	+	+	+	+
Аэробный минерализатор (стабилизатор)-уплотнитель осадков	+	+	+	+	+
Дегельминтизатор	+	+	+	+	+
Накопитель обезвреженных осадков	+	+	+	+	+

дебит водоема, тем выше должна быть степень очистки сточных вод, выпускаемых в этот водоем.

При концентрации загрязнений сточных вод, поступающих на сооружения биологической очистки, более 700 мг О₂/л по БПК к проектированию принимаются двухступенчатые аэрационные сооружения независимо от требуемой степени очистки.

Целесообразность аэробной стабилизации активного ила решается отдельно в зависимости от мощности сооружений и наличия на заводе цеха по производству кормовых дрожжей. При образовании сухой биомассы избыточного активного ила около 10% от выработки кормовых дрожжей ставится вопрос об экономической целесообразности выработки кормовых дрожжей.

Переработка активного ила в кормовые добавки производится на оборудовании цеха кормовых дрожжей.

Рекомендации по расчету оборудования сооружений очистки сточных вод II категории

Расчет оборудования ведется в соответствии с технологической схемой (см. рис. 15).

Решетки, предназначенные для отделения от сточной жидкости крупных механических примесей: тряпок, бечевки и т. п., проек-

тируются в соответствии со СНиП II-32-74 пункты 5.13—5.17. Устанавливают две решетки с расстоянием между прутьями 16—20 мм. Решетки неподвижные, с ручной очисткой.

Расчет песколоушки, предназначенной для выделения песка из сточных вод, ведется в соответствии со СНиП II-32-74, пункт 7.35 «в». Длительность пребывания сточной жидкости в песколоушке 30 с.

Отстойник транспортно-моечных вод, служащий для выделения грубодисперсных примесей из сточной жидкости, в зависимости от местных условий может быть радиальным с периферийным впуском жидкости, горизонтальным секционным или вертикальным. В расчете принимают: длительность отстаивания сточной жидкости в отстойнике 2,0 ч; расход картофеля — 100 т на 1000 дал спирта; расход воды 700% по массе перерабатываемого картофеля; сорность картофеля 8%.

В отстойнике следует предусмотреть приспособление для улавливания плавающих примесей: соломы, ботвы и т. д., и устройство для сгребания осадка — скребковый механизм.

Сборник раствора извести проектируется из расчета равномерного его ввода один раз в два дня в течение 2,5 ч. Количество извести принимают равным 0,2% по массе перерабатываемого картофеля за время известкования.

Для лучшего контакта извести со сточной водой последняя в период известкования не пропускается через песколоушки, а непосредственно подается в отстойник.

Шламоулавнитель, служащий для накопления осадка транспортно-моечных вод и его подсушивания, рассчитывается исходя из условия сезонного накопления осадков 50%-ной влажности при эффекте осветления транспортно-моечных вод 90%. Продолжительность и количество перерабатываемого на спирт картофеля принимаются по данным завода, для которого проектируются очистные сооружения.

Избыток транспортно-моечных вод вместе с ливневыми водами из сборника-шламоуловителя направляется в гидротранспортер; 10% от объема транспортно-моечных вод подают на биологическую очистку.

Рекомендации по расчету оборудования сооружений биологической очистки сточных вод III категории

Расчет ведется в соответствии со схемой, приведенной на рис. 16.

Насосные станции, предназначенные для перекачивания производственных сточных вод, строятся отдельно или в блоке с производственными зданиями. Не предусматривается отвод сточных вод на очистные сооружения и в канализацию из спиртосливного помещения и спиртохранилища. Проектирование насосных станций ведется в соответствии со СНиП II-32-74, пункты 5.35—5.55.

Биокоагуляторы, применяемые для улучшения подготовки сточных вод к последующей их биологической очистке (в процессе биокоагуляции происходят не только физико-химические процессы коагуляции, флокуляции и сорбции, благодаря которым взвешенные вещества легче и быстрее выпадают в осадок, но и биохимическое

окисление легкоокисляющихся органических веществ сточных вод), рассчитываются с учетом следующего: длительность аэрации 20 мин; количество подаваемого активного ила — 50% от избыточного; аэрация осуществляется с помощью механического поверхностного аэратора дискового типа с вертикальной осью вращения; угол наклона конической части 50°; частота выпуска осадка — 3 раза в сутки; отношение диаметра аэратора к длине биокоагулятора — не более 1:5; снижение концентрации загрязнений в биокоагуляторе по взвешенным веществам — 10%, по БПК_{полн} — 30%.

Коэффициент часовой неравномерности поступления сточных вод на сооружения принимается в зависимости от мощности спиртовых заводов (в дал спирта в сутки): 1000—1,35; 2000—1,20; 3000—1,15.

Первичные отстойники, предназначенные для удаления из сточной жидкости грубодисперсных минеральных примесей и части органических загрязнений, находящихся во взвешенном состоянии и способных осаждаться под действием силы тяжести, могут быть вертикальными с центральным впуском воды или горизонтальными, в зависимости от местных условий. При расчете отстойника принимается: длительность отстаивания 1,5 ч, вертикальная скорость подъема сточной жидкости — не более 0,6 мм/с, угол наклона конической части — не менее 50°, максимальная температура поступающей сточной жидкости — не выше 36°С; удаление осадка из отстойника производится при высоте напора 2 м вод. ст.; влажность осадка 95—97%, количество взвешенных веществ в осветленной воде — не более 150 мг/л.

Аэротенки, аэротенки-смесители, аэротенки-вытеснители, предназначенные для биохимического аэробного окисления растворенных и коллоидных органических веществ сточных вод, представляют собой резервуары, в которых медленно протекает смесь активного ила с очищаемой сточной водой. Для очистки сточных вод спиртовых заводов, перерабатывающих крахмалосодержащее сырье, могут применяться аэротенки без специальной камеры регенерации активного ила и со специальной камерой регенерации: одно-, двух- и многоступенчатые; аэротенки с отдельным вторичным отстойником и в блоке с ним; с пневматической, механической и комбинированной пневмомеханической аэрацией.

Рекомендуется использовать аэротенки-смесители конструкции кафедры канализации МИСИ им. В. В. Куйбышева. Подача воздуха в них осуществляется механическим поверхностным аэратором дискового типа с вертикальной осью вращения. Аэратор приводится во вращение от электродвигателя через редуктор. Аэратор используется не только для насыщения сточной воды кислородом воздуха, но и для перемешивания обрабатываемой воды с активным илом и возврата активного ила из вторичного отстойника в аэротенк. Аэротенки-смесители рекомендуемой конструкции несложны в изготовлении, экономичны в эксплуатации и просты в обслуживании.

Аэротенки, работающие на полную биологическую очистку сточных вод, устанавливаются по двухступенчатой схеме.

Расчет аэротенков с пневматической аэрацией следует выполнять в соответствии со СНиП II-32-74, глава 7 «Очистные сооружения», пункт 7.98—7.118 «Аэротенки».

При расчете аэротенков с механическими поверхностными аэраторами дискового типа с вертикальной осью вращения, работающих по двухступенчатой схеме, принимается: окислительная мощность

аэрационных сооружений — 800 г O₂/м³ в сутки; снижение концентрации загрязнений по БПК в первой ступени аэрационных сооружений — на 2/3 и во второй ступени — на 1/3 от концентрации загрязнений, поступающих в аэротенки; объем зоны аэрации на первой ступени — 1/3, на второй — 2/3 от расчетного объема аэротенков; концентрация (доза) активного ила в аэрационных сооружениях первой ступени — 3—4, второй ступени — 0,8—1,5 г/л (по сухой массе); зольность активного ила 25—30%.

Продолжительность аэрации t (в ч) в аэрационных сооружениях первой и второй ступени определяется по формуле $t = (L_a - L_t) / [\alpha \times \times (1 - S) \rho]$, где L_a — БПК_{полн} поступающей в аэротенки сточной воды, г O₂/м³; L_t — БПК_{полн} очищенной сточной воды, г O₂/м³; α — доза ила, г/л; S — зольность ила (принимается для аэрационных сооружений, работающих на полную и неполную биологическую очистку, равной 0,3); ρ — средняя скорость окисления загрязнений, мг O₂ БПК_{полн} на 1 г беззольного вещества ила за 1 ч (принимается в аэротенке первой ступени — 42,14; второй ступени — 21,80).

Подбор аэраторов производится по методикам МИСИ им. В. В. Куйбышева по количеству кислорода, которое он может подать в зону аэрации. Потребная окислительная способность всех аэраторов V (в кг O₂/сут) определяется по формуле $V = n(L_a - L_t) \times \times Q / (z \cdot d \cdot 1000)$, где n — коэффициент, учитывающий степень очистки (для первой ступени — 0,9, для второй — 1,3, для биоагрегатора — 0,9); Q — расход сточных вод, м³/сут; z — коэффициент, учитывающий качество очищенной сточной воды (принимается равным 0,7—0,8); d — дефицит кислорода в первой (0,7—0,8) и второй (0,7) ступени аэрационных сооружений; 1000 — коэффициент перевода граммов в килограммы.

Диаметр и количество аэраторов подбирают в зависимости от окислительной мощности сооружений первой и второй ступеней по табл. 74. Мощность электродвигателя определяется из потребной мощности аэратора с учетом коэффициента полезного действия редуктора. Отношение диаметра ротора к ширине или диаметру аэро-

Таблица 74

ДАННЫЕ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ПОДБОРА АЭРАТОРОВ

Диаметр аэратора, м	Частота вращения, мин ⁻¹	Скорость вращения, м/с	Количество лопастей, шт.	Высота лопастей, см	Длина лопастей, см	Мощность (нетто) потребляемая аэратором, кВт	Окислительная способность, кг O ₂ /сут
0,5	133	3,5	6	14	17	1,2	80
0,7	95	3,5	8	14	20	2,4	170
1,0	67	3,5	12	13	21	3,4	230
1,8	48	3,75	16	14	25	7,5	550
2,0	38	3,95	18	15	30	11,8	800
2,5	32	4,25	18	18	37	18,1	1250
3,0	27	4,5	24	18	35	26,5	1860
3,5	24	4,6	24	18	40	38,5	2600
4,0	22	4,76	24	20	47	52,5	3500
4,5	21	4,95	24	22	52	75,0	4900

тенка принимается равным 1:5. Глубина погружения аэратора 8—10 см.

Форма аэротенка в плане определяет ширину или диаметр аэратора. В зависимости от габаритных размеров аэротенка допускается установка от 2 до 5 аэраторов в одном аэротенке. Расстояние между осями аэраторов следует принимать в размере пяти диаметров ротора (аэратора). При проектировании аэрационных сооружений глубина рабочей части аэротенка принимается равной 3,0—4,5 м при наличии стабилизатора.

Для поддержания концентрации ила на заданном уровне осуществляют его циркуляцию. Диаметр трубы илопровода, через которую циркулирует активный ил из вторичного отстойника в аэротенк, рассчитывается на максимальный расход, равный 100—120% (возможны сезонные колебания до 150%, когда активный ил всплывает) от расхода поступающей в аэротенк сточной воды. Количество активного ила, поступающего из зоны отстаивания вторичного отстойника в аэротенк, регулируется задвижкой, установленной на илопроводе.

Расчет стабилизатора потока аэротенка выполняется по рекомендациям кафедры канализации МИСИ им. В. В. Куйбышева.

При совместной биологической очистке производственно-загрязненных сточных вод с бытовыми, когда количество последних велико (более 2/3 по отношению к первым), в условиях работы сооружений на Севере возможно снижение температуры иловой смеси в аэротенках до 10—12° С. В этом случае следует предусмотреть возможность подачи барометрической горячей воды от вакуум-охладителя разваренной массы в стоки III категории с целью их подогрева.

В том случае, когда количество хозяйственно-бытовых сточных вод, поступающих на сооружения биологической очистки, меньше 25—30% от объема производственно-загрязненных, в сточные воды III категории добавляют биогенные вещества. Дозировка азота и фосфора осуществляется в соответствии со СНиП II—32—74, глава 7, пункт 7.2, табл. 25. Расчет недостающего количества азота устанавливается, исходя из его содержания 10 мг/л в производственно-загрязненных сточных водах при переработке на спирт зерновых культур и 17 мг/л — при переработке картофеля. Количество фосфора принимается равным соответственно 3 и 5 мг/л.

Вторичные отстойники служат для осветления иловой смеси, из которой активный ил выпадает в осадок и накапливается в конической части отстойника. Расчет вторичных отстойников ведется по максимальному часовому расходу поступающих сточных вод. Учитывая специфику активного ила, образующегося в процессе биологической очистки сточных вод спиртовых заводов, перерабатывающих крахмалсодержащее сырье, его способность к всплыванию, при проектировании вторичных отстойников следует принимать:

Длительность отстаивания, ч 2,5
 Вертикальная скорость подъема воды в отстойниках после первой и второй ступеней аэрационных сооружений, мм/с 0,3
 Вынос взвешенных веществ из вторичного отстойника после первой ступени, мг/л, не более 100

Вынос взвешенных веществ после второй ступени аэрационных сооружений, мг/л, не более 15
 Угол наклона конической части вторичного отстойника, град 50

Концентрация загрязнений в сточной воде, выпускаемой из вторичного отстойника второй ступени аэрационных сооружений, по БПК_{полн} и взвешенным веществам должна быть соответственно в пределах 10—20 мг О₂/л и 10—20 мг/л.

Аэрационные сооружения устанавливаются, как правило, на открытом воздухе, независимо от климатических условий. Если аппараты сооружений заглублены, то для них не требуется специального утепления, если не заглублены — требуется теплоизоляция сооружений. Обычно аппараты устанавливаются в полувыемки и в полуобваловки; при углублении соблюдается принцип самотека очищаемой сточной воды.

Если аэротенки и вторичные отстойники изготавливаются из железобетона, их следует делать квадратной или прямоугольной формы в плане, так как в них лучше осуществляются гидробиологические процессы. Однако успешно эксплуатируются и сооружения круглой формы. На рис. 17 показана схема аэротенка с поверхностным механическим аэратором дискового типа с вертикальной осью вращения с вторичным отстойником.

Доочистка биологически очищенных сточных вод с концентрацией загрязнений по БПК_{полн} от 20—10 до 7—5 мг О₂/л осуществляется на гравийно-песчаных фильтрах или в биологических прудах доочистки. Рекомендации по доочистке сточных вод в биологических прудах изложены в СНиП II—32—74, глава 7, раздел «Биологические пруды», пункты 7.141—7.148. Биологические пруды доочистки можно проектировать для всех климатических зон, за исключением северных районов, где допускается их применение только в летнее время. При доочистке сточных вод в биологических прудах следует предусматривать: естественную или искусственную (аэрируемые биологические пруды) аэрацию в зависимости от наличия свободной территории и технико-экономических показателей работы сооружений; устройство отстойных секций перед прудами доочистки; любое число окислительных секций (ступеней) прудов, но не менее двух; очистку прудов.

При отсутствии свободных площадей для размещения биологических прудов следует проектировать гравийно-песчаные фильтры для водонепроницаемых и слабофильтрую-

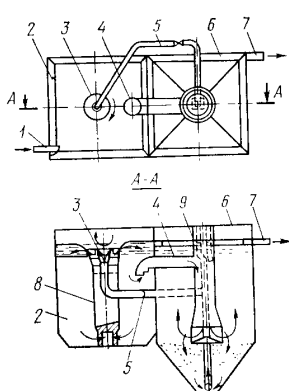


Рис. 17. Аэротенк со вторичным отстойником:

1, 7 — лоток; 2 — аэротенк; 3 — аэратор; 4 — переточная труба; 5 — циркуляционный илопровод; 6 — вторичный отстойник; 8 — стабилизатор потока; 9 — дегазатор.

щих грунтов при наивысшем уровне грунтовых вод на 1 м ниже отводящего лотка. Расчет гравийно-песчаных фильтров следует вести в соответствии со СНиП II—32—74 и II—31—74. При расчете гравийно-песчаных фильтров принимается: фильтры работают в одну ступень; промывка фильтров воздушно-водяная; загрузка — щебенка и кварцевый песок различной крупности; для промывки фильтров в целях дезинфекции используется хлорированная вода из контактного резервуара; устанавливается не менее двух фильтров; фильтрация при форсированном режиме 5 м³/ч; фильтр работает в исходящем потоке, в зависимости от местных условий может работать и в восходящем потоке.

Высоту загрузки фильтра следует принять равной 1400 мм, в том числе фильтрующий слой (песок с размером частиц 1,2—2,0 мм) — 800 мм; гравий с размером частиц 2—5, 5—10 и 10—20 мм — 150; поддерживающий слой (щебенка крупностью 20—40 мм) — 150 мм.

При проектировании дренажно-распределительной системы следует принимать максимальный расход промывной воды 7,0 л/с. Площадь отверстий в водяной распределительной системе 2,5% от площади фильтра. Расположение труб строго горизонтальное. Высота от дна фильтра 100 мм.

При проектировании воздушной распределительной системы следует принимать: расход воздуха 20 л/с, диаметр отверстий в воздушных трубах 3 мм, размещение отверстий в шахматном порядке под углом к вертикали 45°.

Воздушно-водяная промывка фильтра проводится в соответствии со СНиП II—31—74, пункт 6.119. Рабочий цикл фильтра между двумя промывками — 12 ч.

ДЕЗИНФЕКЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ ОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Производственно-загрязненные сточные воды в смеси с хозяйственно-бытовыми после их биологической очистки дезинфицируют для уничтожения патогенных (болезнетворных) микроорганизмов, которые полностью не уничтожаются ни при отстаивании, ни при искусственной биологической очистке. Сточные воды, направляемые для очистки на поля фильтрации и в биологические пруды, не дезинфицируют.

По согласованию с местными органами санитарного надзора и исходя из особенностей местных условий выпуска биологически очищенных стоков дезинфекция их может производиться периодически.

Дезинфицируются сточные воды различными способами, но наибольшее распространение получил способ хлорирования, т. е. введения в сточную воду определенного количества хлора, хлорной известки или гипохлорита натрия.

Весьма перспективным является способ обеззараживания и доочистки биологически очищенных сточных вод озонированием. Обеззараживающее действие озона основано на его высокой окислительной способности, обусловленной легкостью отдачи им активного атома кислорода. Озон действует на бактерии быстрее хлора и применяется в дозах 0,5—5,0 мг/л в зависимости от содержания в воде веществ, способных окисляться.

Расход хлора q_{Cl} (в кг/ч) подсчитывается по формуле $q_{Cl} = D_{Cl} Q : 1000$, где D_{Cl} — доза хлора, установленная в зависимости

от метода очистки, $г/м^3$; Q — количество воды, подлежащей дезинфекции, $м^3/ч$; 1000 — коэффициент пересчета граммов в килограммы. При проектировании установки для хлорирования учитывается возможность увеличения расчетной дозы хлора в 1,5 раза. Дозой хлора называется количество хлора, необходимое для обеззараживания 1 л или $1 м^3$ сточной воды, выраженное соответственно в $мг/л$ или $г/м^3$. Доза активного хлора принимается по СНиП II—32—74, глава 7, пункт 7.253 «Обеззараживание сточных вод». Расчетную дозу хлора следует принимать в зависимости от степени очистки (в $г/м^3$):

После полной искусственной биологической очистки	3
После неполной искусственной биологической очистки	5
После механической очистки для отстаенных сточных вод	10

Доза активного хлора уточняется в процессе эксплуатации сооружений, при этом количество оставшегося в обеззараженной воде после контактного резервуара хлора должно составлять не менее $1,5 мг/л$.

Метод обеззараживания воды следует выбирать с учетом качества воды, эффективности ее очистки, надежности обеззараживания, технико-экономического обоснования, возможности автоматизации процесса, механизации трудоемких работ и условий хранения реагентов.

Для хлорирования рекомендуется использовать гипохлорит натрия. НИИ коммунального водоснабжения и очистки воды академии коммунального хозяйства (АКХ) им. К. Д. Памфилова совместно с ПКБ АКХ разработали электролизные установки для получения гипохлорита натрия из обычной технической поваренной соли на месте потребления. Для спиртовых заводов рекомендуется этой установкой установка марки ЭН-5. Хлорирование с помощью этой установки, монтируемой в отдельном помещении, имеет по сравнению с применением жидкого хлора ряд преимуществ: гипохлорит натрия можно получать на месте из недефицитного сырья; он легко дозируется; процесс его получения и применения легко поддается автоматизации; раствор реагента можно перевозить на очистные станции, расположенные недалеко от завода; продукты электролиза способствуют коагуляции и осаждению взвешенных веществ. Применение гипохлорита натрия в 1,5—2,0 раза дешевле, чем применение хлорной извести.

На спиртовых заводах малой суточной мощности (1000 дал спирта и менее) для дезинфекции сточных вод возможно использование хлорной извести. Расход ее $q_{изв}$ (в $г/ч$) для дезинфекции биологически очищенной сточной воды определяется по формуле: $q_{изв} = 1000dQ_{макс} : P$, где d — доза активного хлора, $г/м^3$; $Q_{макс}$ — максимальный расход воды, $м^3/ч$; P — содержание активного хлора в хлорной извести, принимается обычно равным 30%. При дезинфекции хлорной известью хлор вводится в воду в виде хлорного раствора.

Для смешивания сточной воды с хлором или раствором гипохлорита натрия применяется ершовый смеситель, представляющий собой лоток с пятью вертикальными перегородками, поставленными

перпендикулярно или под углом 45° . Перегородки суживают сечение и создают веерообразное движение, в результате чего хлорная вода хорошо перемешивается со сточной. Скорость движения воды через суженное сечение смесителя следует принимать равной не менее $0,8 м/с$. Дно лотка смесителя устраивается с уклоном. Потеря напора в ершовом смесителе — $0,465 м$. Ершовый смеситель может быть изготовлен из железобетона или стали. Ориентировочные размеры: длина — $1,5—2,0 м$; ширина — $200—300 мм$; высота — $300—500 мм$. Для подачи хлорной воды в ершовый смеситель следует применять полиэтиленовые или винилпластовые трубопроводы.

Контактный резервуар, предназначенный для обеспечения необходимой длительности контактирования хлорреагента со сточной водой, следует проектировать как первичный вертикальный или горизонтальный отстойник, число резервуаров — два. Продолжительность контакта хлорреагента со сточной водой следует принимать равной 30 мин при максимальном расчетном ее притоке. При этом учитывается время, в течение которого вода контактирует с хлором, находясь в трубах и каналах, отводящих ее в водоем. Скорость движения воды в контактных резервуарах следует принимать такой же, как и скорость подъема воды во вторичных отстойниках.

Количество осадка, выпадающего в контактных резервуарах, следует принимать равным $95—100 л$ на $1000 дал$ спирта при дезинфекции сточных вод гипохлоритом натрия или жидким хлором, при дезинфекции хлорной известью количество осадка увеличивается в 2 раза. Выгрузку осадка из контактных резервуаров следует проводить периодически, один раз в $5—7$ дней.

НАСЫЩЕНИЕ ОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД КИСЛОРОДОМ ВОЗДУХА ПЕРЕД ВЫПУСКОМ ИХ В ВОДОЕМ

Для насыщения сточных вод кислородом перед выпуском их в водоем следует предусмотреть водослив-аэратор. Водослив выполняется в виде тонкой зубчатой стенки с зубчатым щитом над ней (зубья стенки и щита обращены друг к другу остриями); высота зубьев — $50 мм$, угол при вершине — 90° , высота отверстия между остриями зубьев — $50 мм$; глубина колодца — $0,6—0,8 м$. Удельный расход воды на водосливе $q = 120 + 160 л$ на $1 пог. м$ водослива. Напор воды на водосливе $h_{отв}$ (отсчитывается от середины зубчатого отверстия) определяется по формуле $h_{отв} = (q : 225)^2$, м.

Требуемая степень насыщения очищенных сточных вод кислородом принимается с учетом кислородного режима водоема, но не более $6 мг/л$ для летних и $8 мг/л$ для зимних условий.

Илоуплотнитель служит для повышения концентрации (уплотнения) сухих веществ в активном иле. Уплотнение (прирост) активного ила следует определять по СНиП II—32—74, пункт 7.105, по формуле $Pr = 0,8B + 0,3L_a$, где Pr — прирост активного ила, $мг/л$; B — разница между содержанием взвешенных веществ в воде, поступающей в аэротенк, и воде после биологической очистки, $мг/л$; L_a — БПК_{полн} — разница между БПК, поступающей в аэротенк и выходящей из вторичных отстойников сточной воды, $мг O_2/л$. Расчет илоуплотнителя следует проводить в соответствии со СНиП II—32—74, глава 7, пункты 7.70—7.72. В расчете следует принимать: концентрация ила по сухому веществу — $3,0 г/д$, поступление ила в ап-

парат — периодическое, не менее 3 раз в сутки; прирост активного ила принимается с коэффициентом 1,3 с учетом сезонной неравномерности; 50% ила из вторичных отстойников направляется в биокоагулятор; активный ил уплотняется в илоуплотнителе до влажности 98%; продолжительность отстаивания 7 ч; форма илоуплотнителя в плане прямоугольная, квадратная или круглая; угол наклона днища 50°. Следует устанавливать 2 илоуплотнителя, с тем чтобы хотя бы один из них постоянно находился в работе.

В илоуплотнитель, как правило, подают ил из вторичных отстойников, но в качестве исключения можно подавать и иловую смесь из аэротенка-смесителя первой ступени.

Для лучшего уплотнения осадка и снижения степени загрязнения воздушного бассейна продуктами разложения органических веществ активный ил в смеси с осадком из первичных отстойников подвергают минерализации. Минерализация осуществляется двумя способами: аэробным в аэробном минерализаторе и анаэробным в метантенках.

Аэробная минерализация (или стабилизация) осуществляется в обычных аэротенках с пневматической или механической аэрацией или в аэротенках, совмещенных с отстойниками. Для аэрации в минерализаторе рекомендуется использовать механический поверхностный аэратор дискового типа с вертикальной осью вращения. Потребное для окисления органических веществ количество кислорода B (в кг) рассчитывается по формуле $B = n \cdot 0,3C / (zd)$, где n — количество кислорода, расходуемого на окисление 1 кг смеси активного ила и осадков, кг (обычно 2,3 кг/кг); 0,3 — доля окисляемого осадка; C — количество смеси осадков и ила, кг; z — коэффициент, учитывающий качество очищаемой сточной воды (обычно 0,7); d — дефицит кислорода (принимается равным 0,8). Расчет минерализатора следует вести в соответствии со СНиП II—32—74, глава 7, пункты 7.191—7.192. В расчете минерализатора следует принимать:

Влажность уплотненного ила, %	98,0
Влажность осадка из первичного отстойника, %	95,0
Зольность, %	
осадков и активного ила	20—25
минерализованной смеси	60—70
Поступление осадков и ила в минерализатор, число раз в сутки	3
Выгрузка осадка из минерализатора, число раз в сутки	3

Конструкция и принцип действия аэробного минерализатора такие же, как и аэротенка-смесителя. В аэробном минерализаторе-уплотнителе следует предусмотреть камеру для осадков. Продолжительность отстаивания следует принимать равной 40—60 мин. В период отстаивания осадков аэрация содержимого минерализатора прекращается. Выгружается осадок под гидростатическим напором. В зимний период следует предусмотреть теплоизоляцию верха минерализатора, например деревянный настил с утеплением.

Аэробная минерализация (стабилизация) осадков обеспечивает гибель бактерий коли более чем на 95%, но яйца гельминтов при

этом не погибают. Для термической обработки минерализованных осадков с целью инактивации яиц гельминтов рекомендуется проектировать специальный аппарат (камеру) — дегельминтизатор. В качестве теплоносителя следует использовать вторичное тепло: лютерную воду или пар. Аппарат работает периодически с загрузкой и выгрузкой осадка 3 раза в сутки. При расчете дегельминтизатора следует принимать:

Температура поступающих в дегельминтизатор осадков, °С	10
Температура инактивации яиц гельминтов, °С	75
Экспозиция при температуре 75°С, мин	60
Влажность поступающего в дегельминтизатор осадка, %	83—90

Форма дегельминтизатора в плане круглая, угол наклона конической части 50°. Следует предусмотреть автоматическое поддержание уровня заполнения аппарата и контроль уровня осадка после уплотнения.

Для подсушки осадков следует запроектировать на открытой площадке накопитель обезвреженных осадков в соответствии со СНиП II—32—74, глава 7, пункт 7.228.

При расположении очистных сооружений на территории завода обезвреженные осадки следует вывозить на сельскохозяйственные поля ассенизационными машинами.

СТОЧНЫЕ ВОДЫ ЦЕХОВ ГЛУБИННОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ПРОДУЦЕНТОВ ФЕРМЕНТОВ И ИХ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ

Сточные воды при производстве глубинной культуры делятся на две категории: отработавшая вода из теплообменников, из рубашек маточников ферментаторов и т. д. и производственно-загрязненные воды.

Вода от мойки технологического оборудования (посевных аппаратов, ферментаторов и продуктовых коммуникаций) собирается в сборнике и перед подачей на биологическую очистку подвергается стерилизации. Центробежным насосом вода подается на контактную головку, где нагревается до 126—130°С, и выдерживается в течение 1 ч в трубчатом выдерживателе, затем охлаждается до 30°С в теплообменнике и через усреднитель направляется на биологическую очистку.

Сточные воды от мойки варочного аппарата, расходных чанков, осаживателя, смесителя, стерилизатора, теплообменника, мойки полов непосредственно через усреднитель поступают на биологическую очистку. Стоки от санузлов и душевых направляются в канализационную сеть.

Инфицированная культура гриба, количество которой не должно превышать 5% от общего количества ферментаций или 0,05 м³ на 1 м³ культуры, подвергается стерилизации при давлении 0,18—0,20 МПа в течение 2 ч непосредственно в ферментаторе, после чего через усреднитель подается на биологическую очистку. Количество загрязненной воды составляет около 22—35 м³ на 1 м³ культуры.

Глава 3

ПОЛУЧЕНИЕ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ ОТХОДОВ СПИРТОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Барда и диоксид углерода, образующиеся в процессе производства спирта из крахмалсодержащего сырья и являющиеся отходами этого производства, используются в дальнейшем для получения соответственно кормовых дрожжей, жидкого и газообразного диоксида углерода.

ПРОИЗВОДСТВО КОРМОВЫХ ДРОЖЖЕЙ

Характеристика изготавливаемой продукции

Кормовые дрожжи, выпускаемые дрожжевыми цехами при спиртовых заводах, перерабатывающих крахмалистое сырье, должны удовлетворять техническим требованиям и соответствовать ГОСТ 20083—74.

Кормовые дрожжи производят в гранулированном или порошкообразном виде. В зависимости от показателей качества они подразделяются на четыре группы: высшую, первую, вторую и третью. По органолептическим и физико-химическим показателям кормовые дрожжи должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 75.

Таблица 75

ХАРАКТЕРИСТИКА КОРМОВЫХ ДРОЖЖЕЙ

Показатели	Группа			
	высшая	первая	вторая	третья
Внешний вид	Порошок, чешуйки или гранулы			
Цвет	От темно-желтого до коричневого			
Запах	Свойственный дрожжам, без постороннего запаха			
Содержание влаги, %, не более	10,0	10,0	10,0	10,0
Содержание сырого протеина (в пересчете на абсолютно сухое вещество), %, не менее	56,0	51,0	46,0	43,0
Содержание золы (в пересчете на абсолютно сухое вещество), %, не более	12,0	12,0	12,0	12,0
Содержание металломагнитных примесей с размерами частиц до 2 мм включительно, мг на 1 кг кормовых дрожжей, не более	20,0	20,0	30,0	30,0

Примечание. По согласованию с потребителем допускается содержание влаги в дрожжах всех групп не более 12,0% при условии использования их в течение 3 мес со дня изготовления.

Кормовые дрожжи используют при производстве комбикормов, а также в качестве добавки в корма сельскохозяйственным животным, птице, пушным зверям и рыбе. В состав белка дрожжей входят все жизненно необходимые аминокислоты. Белок дрожжей усваивается животным организмом полнее, чем белок растительного происхождения. По питательности кормовые дрожжи приравниваются к кормам животного происхождения, мясокостной и рыбной муке. По содержанию витаминов группы В кормовые дрожжи, полученные из зерно-картофельной барды, превосходят рыбную и мясокостную муку. На комбикормовых заводах сухие кормовые дрожжи используют как источник витаминов и полноценного белка. Для удовлетворения полной потребности животных в витаминах достаточно в рационы кормов вводить 3—5% сухих дрожжей.

В состав золы дрожжей входят необходимые для организма микроэлементы: фосфор, кальций, магний и др., отсутствие которых в организме животных приводит к искривлению позвоночника и другим костным заболеваниям. Эффективность применения кормовых дрожжей в рационе домашних животных, птицы, зверей и рыб подтверждена данными исследований и практикой скармливания как в СССР, так и за рубежом.

Добавление дрожжей в корма повышает продуктивность животных и птицы, снижает падеж молодняка, при этом одновременно снижается расход корма на 10—15%, а в отдельных случаях значительно больше. Исключительно большое значение имеют дрожжи в рационах птиц, особенно при их клеточном содержании.

Сухие кормовые дрожжи — гигроскопичный продукт. Насыпная масса сухих кормовых дрожжей зависит от типа сушилки, на которой высушивался дрожжевой концентрат. Дрожжи, высушенные на распылительной сушилке, имеют насыпную массу 778 кг/м³, на вальцовой сушилке — 330 кг/м³.

Основные и вспомогательные материалы для производства кормовых дрожжей

Сырьем для производства кормовых дрожжей служит барда — отход спиртового производства при переработке крахмалсодержащего сырья на спирт. Состав ее приведен в главе 1 раздела III.

Выращивание кормовых дрожжей ведут на грубом фильтрате зерновой и смешанной (зерно-картофельной, зерно-мелассной, зерно-свекольной и картофеле-мелассной) барды, который получают, пропуская барду через сито с диаметром отверстий 1—2 мм. Отделяемая при этом дробина представляет собой густую слабоподвижную массу.

Грубый фильтрат зерновой и смешанной барды при отстаивании расслаивается, причем расслоение идет лучше при повышенной температуре. Грубый фильтрат картофельной барды совершенно не расслаивается.

Барда и отдельные ее фракции имеют слабокислую реакцию (рН 4,2—4,9). Относительная плотность грубого фильтрата 1,03—1,04, а растворимой части барды — 1,01. Выход грубого фильтрата в зависимости от вида перерабатываемой барды находится в пределах 65—80% (при отделении дробины от чисто свекловичной барды выход грубого фильтрата ниже).

Таблица 76

СОСТАВ ГРУБОГО ФИЛЬТРАТА И ДРОБИНЫ БАРДЫ, %

Показатели	Грубый фильтрат	Сухое вещество грубого фильтрата	Дробина	Сухое вещество дробины
Сухие вещества	4,0—6,0	—	14—16	—
В том числе				
сырой протеин	1,4—1,6	32,0—40,4	0,9—1,0	6,3—7,1
жир	0,045—0,05	0,9—1,4	0,3—0,9	2,1—7,0
безазотистые экстрактив- ные вещества	1,60—1,69	32,8—40,5	4,9—7,7	48,0—35,6
клетчатка	0,13—0,23	2,7—5,8	4,8—6,1	30,3—43,5
зола	0,32—0,35	6,57—9,1	1,1—1,2	7,0—8,45

Растворенная часть грубого фильтрата барды имеет следующий состав:

Сухие вещества грубого фильтрата, находя- щиеся в растворенном состоянии, %	3,5—5,0
PВ (гидролизоспособные 2%-ной HCl), г на 100 мл	0,7—1,2
в том числе пентозы, г на 100 мл	0,4—0,6
Азот общий, г на 100 мл	0,08—0,16
в том числе азот белковый, г на 100 мл	0,04—0,08
Зола, %	0,3—0,5
в том числе P ₂ O ₅ , %	0,02—0,08
Карбоновые кислоты, %	0,8—1,3
Летучие кислоты (в пересчете на уксус- ную), %	0,03—0,08
Кислотность, °	0,2—0,3
pH	4,3—4,8

В барде также содержатся витамины и другие факторы роста, необходимые для размножения дрожжей.

Учитывая, что для синтеза дрожжей в качестве источника углерода используются не только сахара (гексозы, пентозы), но и карбоновые кислоты, в том числе летучие кислоты, спирты, глицерин и др., фильтрат барды является хорошей средой для выращивания кормовых дрожжей.

В процессе выращивания кормовых дрожжей на грубом фильтрате барды в среду вносится минеральное питание. В случае выращивания дрожжей на грубом фильтрате зерновой или зерно-картофельной барды добавляют только азотное питание.

При выращивании кормовых дрожжей на грубом фильтрате кукурузной, картофельной, свекловичной или смешанной барды в среду вносится как азотное, так и фосфорное питание.

В качестве азотного питания используется сульфат аммония очищенный (NH₄)₂SO₄, ГОСТ 10873—73. Сульфат аммония капролактамового производства или медицинский представляет

собой порошок белого или светло-серо-зеленого цвета. Не допускается использование сульфата аммония коксохимических производств.

Сульфат аммония очень гигроскопичен, представляет собой белые или светло-желтые кристаллы. Содержание азота в нем составляет не менее 21%, роданидов — не более 0,005%. Сульфат аммония хорошо растворим в холодной воде, раствор имеет кислую реакцию.

Аммиачная вода (аммиак водный технический) NH₄OH, ГОСТ 9—77. Для производства дрожжей применяются марка А (сорт высший и I, содержание аммиака не менее 25% мас.) и марка Б. Транспортируется и хранится в железных цистернах аммиаковозах, стальных бочках, стеклянных бутылках. Аммиачная вода также используется в качестве азотного питания дрожжей и для поддержания pH в оптимальных пределах.

Карбамид (мочевина) используется в качестве азотного питания и является более предпочтительным по сравнению с сульфатом аммония источником азота (характеристику см. в главе 2 раздела I).

Диаммонийфосфат технический (NH₄)₂HPO₄—кристаллический порошок белого цвета, допускается желтоватый или серый оттенок, ГОСТ 8515—75; выпускается промышленностью двух марок — А и Б (табл. 77). Используется в качестве азотного и фосфорного питания. Транспортируется и хранится в крафт-мешках.

Таблица 77

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИАММОНИЙФОСФАТА

Показатели	Марка А	Марка Б	
		сорт I	сорт II
Содержание общего P ₂ O ₅ , %, не менее	52	51,0	50,0
Содержание аммиака (NH ₃), %, не менее	23,5	23,0	22,5
Содержание влаги, %, не более	4,0	5,0	5,0
Содержание мышьяка, %, не более	0,002	Не нормируется	
Содержание фтора, %, не более	0,01	0,05	Не нормируется

Ортофосфорная кислота термическая, ГОСТ 10678—76, марок А — пищевая и Б — техническая используется в качестве фосфорного питания при выращивании дрожжей. Термическая ортофосфорная кислота марки А — прозрачная, бесцветная жидкость, марки Б — бесцветная, со светло-желтым (I сорт) или коричневым (II сорт) оттенком, с небольшим количеством взвешенных веществ. Содержание H₃PO₄ во всех марках — не менее 73% мас., мышьяка — 0,0003% мас. (марка А), 0,006 и 0,008% мас. в I и II сортах марки Б соответственно. Транспортируется и хранится ортофосфорная кислота в стеклянных бутылках, полиэтиленовых канистрах или в специальных стальных железнодорожных цистернах.

При отсутствии ортофосфорной кислоты или диаммонийфосфата в качестве источника фосфорного питания может быть использована вытяжка из суперфосфата, содержащая водорастворимые соли фосфорной кислоты.

Суперфосфат, ГОСТ 8382—57, представляет собой белый порошок или гранулы; влажность не более 15%, содержание P_2O_5 — не менее 19% мас. Суперфосфат должен легко рассыпаться, не слеживаться в плотные или мажущиеся комки. Суперфосфат отгружают навалом или фасуют в пятислойные мешки, хранят в закрытых сухих помещениях.

Серная кислота аккумуляторная (ГОСТ 667—73), или контактная техническая (ГОСТ 2184—77), — бесцветная, светло- или темно-желтого цвета маслянистая жидкость. Может применяться и кислота, содержащая в небольшом количестве взвешенные вещества. Содержание моногидрата серной кислоты составляет 92—94% мас., мышьяка — не более 0,0001 и оксидов азота (N_2O_3) — не более 0,0001% мас. Серная кислота используется для поддержания рН среды в оптимальных пределах в процессе дрожжегенерации. Расход ее учитывают по моногидрату. Транспортируется и хранится в специальных цистернах и емкостях из спецстали.

Олеиновая кислота техническая, ГОСТ 7580—55, — маслянистая жидкость, при температуре ниже 10°С застывает, превращаясь в белую или желтоватую пастообразную массу. Транспортируется и хранится в бочках, барабанах. Используется для пеногашения.

Таблица 78

ХАРАКТЕРИСТИКА ОЛЕИНОВОЙ КИСЛОТЫ

Показатели	Марка А	Марка Б
Содержание в безводном продукте, % жирных кислот	Не нормируется	95
влаги	≤ 0,5	≤ 0,5
Температура застывания, °С	≤ 10	≤ 16
Иодное число, мг J_2	80—90	90—105
Число омыления, мг HCl	185—200	185—200
Кислотное число, мг KOH	185—200	185—200

Кашалотовый жир, ГОСТ 8714—72, также используется для пеногашения. Кислотное число жира — не более 4,0 мг KOH , содержание примесей нежирного характера — не более 0,5%.

Несульфированные соединения — отходы производства алкилсульфитов неомыленных парафинов — используются для пеногашения. Несульфированные соединения не должны содержать 3,4-бензпирена и других канцерогенных веществ. Транспортируются и хранятся в железных бочках.

Для гашения пены также могут быть использованы soapсток и фуза — отходы растительных жиров, но они менее активные пеногасители, чем олеиновая кислота и кашалотовый жир.

Характеристика хлорной извести и формалина, применяемых для дезинфекции продуктовых трубопроводов, аппаратов, продуктовых сборников, приведена в главе 2 раздела I.

Щелочь — гидроксид натрия (натр едкий технический, каустическая сода, ГОСТ 2263—71) или гидроксид калия (калия гидрат

оксида технического, ГОСТ 9285—69) — кристаллическое вещество в виде больших кусков, используется для мойки тарелок и барабана дрожжевого сепаратора, применяется в виде 0,5—1,0%-ного раствора. Может применяться кальцинированная сода по ГОСТ 5106—77. Транспортируется в железнодорожных цистернах, стальных контейнерах для перевозки едких жидкостей и в стальных бочках. В твердом виде транспортируется в металлических барабанах.

Нормативы расхода сырья и вспомогательных материалов

Источниками азотного питания при выращивании кормовых дрожжей на зерно-картофельной барде являются сульфат аммония и карбамид, а фосфорного питания — ортофосфорная кислота и диаммонийфосфат. При наличии на заводе других химикатов они могут применяться в смеси с учетом содержания азота и фосфора в каждом варианте.

Таблица 79

РАСХОД СЫРЬЯ, ХИМИКАТОВ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПОЛУЧЕНИЕ 1 т ДРОЖЖЕЙ

Вещество	Барда				
	зерновая	картофельная	свекловичная	меласная	из сахара-сырца
Барда, м ³	54	68	68	72	227
Меласса, кг	15	15	20	20	20
<i>I вариант</i>					
Сульфат аммония (20%), кг	180	300	200	160	100
Аммиачная вода (20%), кг	—	—	190	—	100
Фосфорная кислота (70%), кг	—	2,3	65,0	65,0	36,0
<i>II вариант</i>					
Карбамид (46%), кг	78	130	130	66	65
Аммиачная вода (20%), кг	—	—	90	—	50
Фосфорная кислота (70%), кг	—	2,3	65,0	65,0	36
<i>III вариант</i>					
Сульфат аммония (20%), кг	180	300	200	160	100
Аммиачная вода (20%), кг	—	—	190	—	100
Суперфосфат (18%), кг	—	20	250	250	140

16—702

Продолжение табл. 79

Вещество	Барда				
	зерновая	картофельная	свекловичная	мелассная	из сахара-сырца
<i>IV вариант</i>					
Карбамид (46%), кг	78	130	130	66	65
Аммиачная вода (20%), кг	—	—	90	—	50
Суперфосфат (18%), кг	—	20	250	250	140
<i>V вариант</i>					
Сульфат аммония (20%), кг	180	292	200	57	100
Аммиачная вода (20%), кг	—	—	87	—	42
Диаммонийфосфат (P ₂ O ₅ — 48,5%; NH ₃ — 21,5%), кг	—	5,0	96,0	96,0	54,0
<i>VI вариант</i>					
Карбамид (40%), кг	78	137	125	21	63
Аммиачная вода (20%), кг	—	—	—	—	—
Капроиловая сетка, м ²	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Диаммонийфосфат, кг	—	5,0	96	96	54
Серная кислота (моногидрат), кг	20,0	58,0	—	600	—
Олеиновая кислота (безводная), кг	4,0	6,5	5,0	8,0	5,0
или кашалотовый жир, кг	7,0	10,0	7,0	10,0	7,0
Хлорная известь, кг	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0
Формалин, кг	1,5	1,8	2,0	2,0	2,0
Каустическая сода, кг	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5
Бумажные мешки для фасовки дрожжей в виде порошка, шт.	60	50	50	50	50
Спирт-ректификат и спирт этиловый (головная фракция), мл	100	100	100	100	100
Марля, м ²	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Вата, кг	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Нормы расхода топлива, воды, пара и электроэнергии на 1 т сухих дрожжей (влажностью 10%) зависят от типа используемой сушилки (табл. 80).

Таблица 80
РАСХОД ТОПЛИВА, ПАРА, ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ВОДЫ
НА ПОЛУЧЕНИЕ 1 т ДРОЖЖЕЙ

Показатели	Тип сушилки	
	распылительная	вальцовая
Условное топливо, т	3,0	—
Пар, т	1,4	24
Электроэнергия, кВт·ч	2000	2200
Вода, м ³	300	300

Технологическая схема производства кормовых дрожжей

Технология получения кормовых дрожжей из барды спиртовых заводов, перерабатывающих крахмалистое сырье, состоит из следующих операций: отделение дробины и получение грубого фильтрата; приготовление питательной среды (охлаждение грубого фильтрата барды, добавление минерального питания); выращивание чистой и засевной культур кормовых дрожжей; производственное выращивание дрожжей; выделение и стужение дрожжевой суспензии; сушка дрожжевого концентрата; упаковка и хранение сухих кормовых дрожжей. Аппаратурно-технологическая схема производства сухих кормовых дрожжей представлена на рис. 18.

Получение грубого фильтрата. Грубый фильтрат получают отделением дробины от барды на вращающихся барабанных ситах. Для отделения дробины используют штампованные сита, изготовленные из меди, латуни или нержавеющей стали, с диаметром отверстий 1,0—1,2 мм.

Для приема барды, поступающей в цех кормовых дрожжей, устанавливается сборник, из которого барда насосом через расходомер типа ИР-1М $d_y=80$ подается на барабанное сито через теплообменник. Охлаждается барда фугатом отсепарированной бражки с 95—97 до 70°С. Температура фугата в результате теплообмена повышается, что имеет положительное значение, так как на скормливание животным идет вторичная барда в горячем виде. Барабанное разделительное сито вращается с частотой 30—36 мин⁻¹.

Количество отделяемой дробины не должно превышать для зерновой и картофельной барды 20% по массе барды и для свекловичной — 35%. При заметном повышении количества отделяемой дробины подачу барды прекращают, барабанное сито моют горячей водой со щеткой и снова начинают фильтровать барду.

Сход с барабанного сита — дробина поступает по трубе диаметром 250—300 мм в сборник вторичной барды с мешалкой, расположенный под барабанным ситом, а грубый фильтрат — в сборник грубого фильтрата, куда одновременно вносится минеральное питание. Для замера количества грубого фильтрата устанавливается расходомер типа РЕД $d_y=80$ мм.

Попадание дробины в грубый фильтрат не допускается. Отсутствие ее проверяют периодически контрольным фильтрованием грубого фильтрата через лабораторное сито с отверстиями диаметром

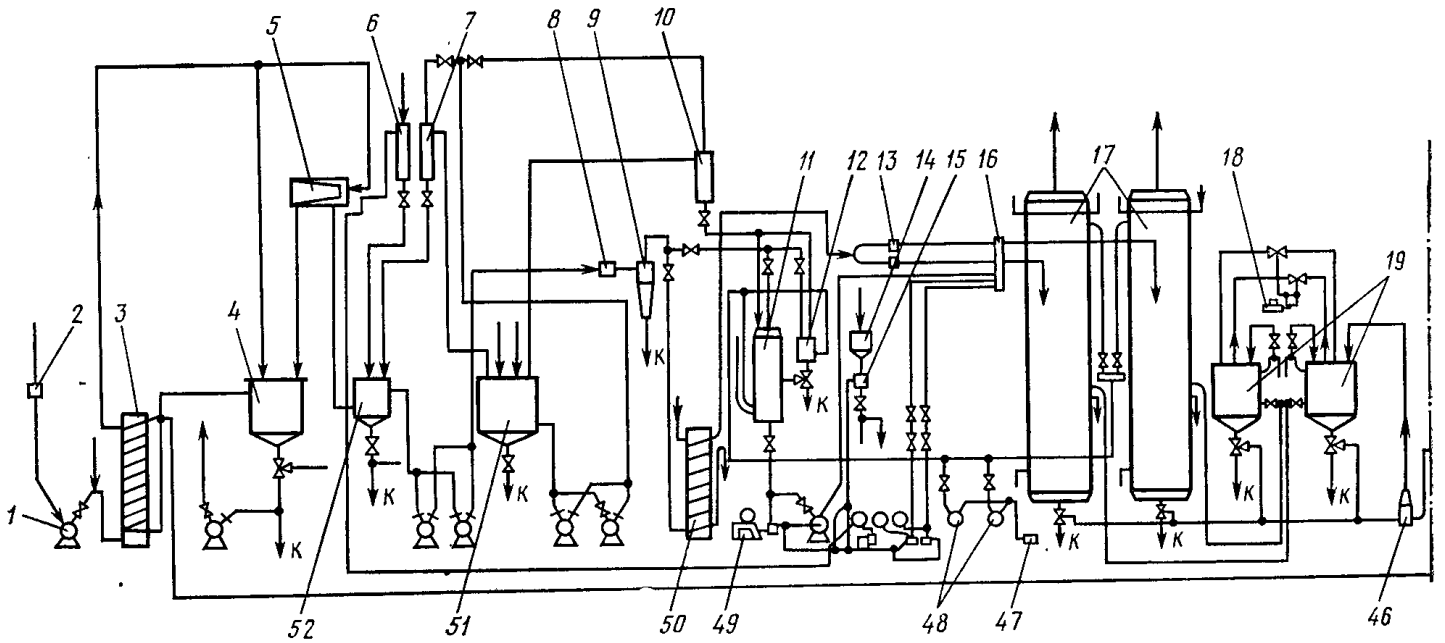
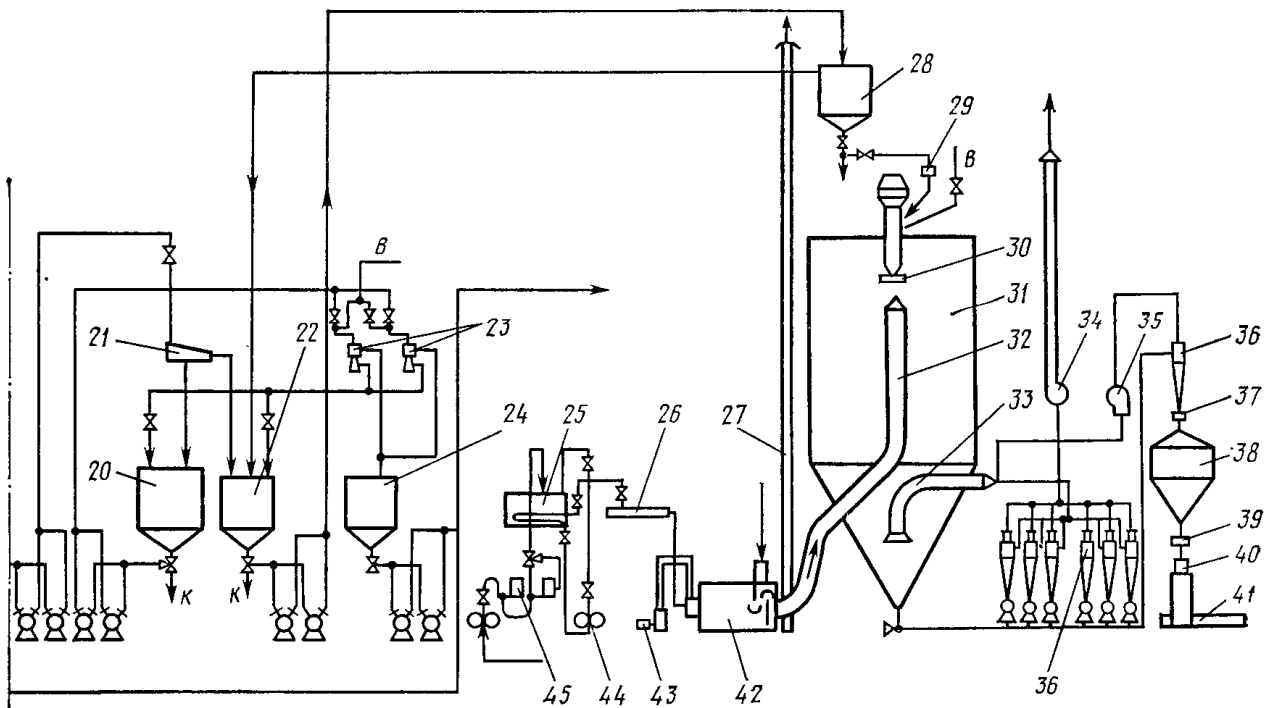


Рис. 18. Аппаратурио-технологическая схема производства сухих кормовых дрожжей:

1 — насос; 2 — расходомер; 3 — теплообменник для охлаждения барды фугатом; 4 — сборник вторичной барды; 5 — барабанное сито; 6 — мерник фосфорной кислоты; 7, 10 — мерники раствора сульфата аммония; 8 — магнитный осадитель; 9 — пескоулавливатель; 11 — большой АЧК; 12 — малый АЧК; 13 — ротаметр; 14 — сборник мелассы; 15 — мерник мелассы; 16 — смеситель; 17 — дрожжерастильный чан; 18 — вакуум-насос; 19 — дезмульгатор; 20 — сборник дрожжевой суспензии; 21 — вибросито; 22 — сборник дрожжевого концентрата; 23 — сепаратор; 24 — сборник фугата; 25 — расходный бак мазута с подогревом; 26 — подогреватель мазута; 27 — труба дымовая растопная; 28 — напорный сборник; 29 — фильтр сетчатый; 30 — распылительный диск; 31 — сушильная камера; 32 — труба теплоносителя с регулятором; 33 — труба пневмотранспорта сухого продукта; 34 — вентилятор отработав-

ших газов; 35 — вентилятор; 36 — циклон готового продукта; 37 — шлюзовой затвор; 38 — бункер готового продукта; 39 — магнитный уловитель; 40 — автовесы; 41 — мешкозашивочная машина; 42 — топка; 43 — вентилятор; 44 — насос подачи мазута; 45 — фильтр; 46 — сепаратор газа; 47 — висциновый фильтр; 48 — воздуходувка; 49 — компрессор с ресивером; 50 — теплообменник грубого фильтрата; 51 — сборник раствора сульфата аммония; 52 — сборник грубого фильтрата.



РАСХОД ХИМИКАТОВ НА 1 м³ ГРУБОГО ФИЛЬТРАТА БАРДЫ, кг

Вещество	Барда				
	зерновая	картофельная	свекловичная	из сахара-сырца	мелассная
<i>I вариант</i>					
Сульфат аммония (20%)	5	6,2	4,4	0,5	2,2
Аммиачная вода (20%)	—	—	4,5	0,5	—
Ортофосфорная кислота (70%)	—	0,09	1,5	0,16	0,9
<i>II вариант</i>					
Карбамид (46%)	2,1	2,7	3,0	8,43	1,0
Аммиачная вода (20%)	—	—	2,0	—	—
Ортофосфорная кислота (70%)	—	0,09	1,5	0,16	0,9
<i>III вариант</i>					
Сульфат аммония (20%)	5	6,2	4,4	0,5	2,2
Аммиачная вода (20%)	—	—	4,5	0,5	—
Суперфосфат (18%)	—	0,35	8,3	1,0	5,0
<i>IV вариант</i>					
Карбамид (46%)	2,1	2,7	3,0	0,43	1,0
Аммиачная вода (20%)	—	—	2,0	—	—
Суперфосфат (18%)	—	0,35	8,3	1,0	5,0
<i>V вариант</i>					
Сульфат аммония (20%)	5	6,2	4,4	0,5	1,2
Аммиачная вода (20%)	—	—	2,0	0,5	—
Диаммонийфосфат (P ₂ O ₅ — 48,5%; NH ₃ — 21,5%)	—	0,1	2,2	0,35	1,0
<i>VI вариант</i>					
Карбамид (46%)	2,1	2,7	3,0	0,41	0,5
Аммиачная вода (20%)	—	—	—	—	—
Диаммонийфосфат (P ₂ O ₅ — 48,5%; NH ₃ — 21,5%)	—	0,1	2,2	0,35	1,0

1,0—1,2 мм. В случае попадания дробины в грубый фильтрат подачу барды прекращают, барабанное сито останавливают и устраняют обнаруженный дефект.

Во избежание попадания песка в грубый фильтрат устанавливают пескоуловитель, а подвод грубого фильтрата осуществляют в нижней цилиндрической части сборника грубого фильтрата. Периодически, 2—4 раза в смену, песок сбрасывают в канализацию из конической части сборника. В процессе работы ведут наблюдения за исправностью барабанного сита, уровнем заполнения сборников грубого фильтрата и вторичной барды. Не допускается их переполнение или полное освобождение.

В начале пуска производства или после длительных остановок (более 4 ч) во избежание инфицирования барду с пониженной температурой в течение 10—15 мин подают в бардоразборник. По истечении 15 мин горячую барду направляют в дрожжевой цех.

В конце каждой смены барабанное сито тщательно моют и проверяют его исправность. Один раз в 3 дня сито дезинфицируют, для чего его промывают водой, затем смазывают раствором хлорной извести и через 20 мин вторично промывают водой. Одновременно с барабанным ситом производится мойка и дезинфекция сборника грубого фильтрата и продуктовых трубопроводов.

Приготовление питательной среды. Питательная среда представляет собой смесь грубого фильтрата барды и раствора минеральных солей. В питательной среде должно быть достаточно азота и фосфора, чтобы обеспечить интенсивную дрожжегенерацию и накопление в сухих товарных дрожжах протеина не менее 43%.

Содержание усвояемого дрожжами азота в грубом фильтрате зависит от вида перерабатываемой барды. В фильтрате зерновой барды его содержится 0,04—0,06%, картофельной — 0,03—0,04, свекловичной — 0,003—0,005%, что недостаточно для получения стандартных дрожжей. Поэтому в грубый фильтрат вводится азотное и в отдельных случаях фосфорное питание с учетом максимального выхода кормовых дрожжей с высоким содержанием протеина (табл. 81).

При переработке смешанной барды расход химикатов определяется как средневзвешенная величина.

Пример. Перерабатывается смешанная барда, содержащая 35% зерновой, 40% картофельной и 25% мелассной.

Расход сульфата аммония составит $(5 \cdot 35 + 6,2 \cdot 40 + 2,2 \cdot 25) : 100 = 4,5$ кг/м³. Расход ортофосфорной кислоты составит $(0 \cdot 35 + 0,09 \cdot 40 + 0,9 \cdot 25) : 100 = 0,26$ кг/м³.

Мочевину можно использовать как единственный источник азота, так и в смеси с сульфатом аммония или диаммонийфосфатом. В качестве источника фосфорного питания наряду с ортофосфорной кислотой может использоваться диаммонийфосфат или суперфосфатная вытяжка. Дозировку их осуществляют в зависимости от содержания фосфора в химикатах. Указанные дозировки азотного и фосфорного питания являются обязательными. При уменьшении последних выходов кормовых дрожжей и содержание протеина в них снижаются.

Раствор сульфата аммония готовят за 3—4 ч до его подачи в производство. Для приготовления раствора соли на 1 м³ воды берут 250—300 кг сульфата аммония. В сборник с мешалкой и сеткой для улавливания механических примесей сначала набирают воду, а затем

при перемешивании вносят сульфат аммония. Раствор периодически перемешивают в течение 1 ч, после отстаивания в течение 2—3 ч декантируют и используют в производстве. Раствор сульфата аммония готовят 1 раз в сутки. Один раз в смену его набирают в мерник-дозатор, находящийся над сборником грубого фильтрата, из которого раствор сульфата аммония самотеком поступает в грубый фильтрат барды и вместе с ним подается в дрожжерастильный чан или в аппараты чистой культуры. Раствор диаммонийфосфата готовят так же, как раствор сульфата аммония.

В сборник грубого фильтрата барды кроме минеральных солей вносят ортофосфорную, серию и олеиновую кислоты. Ортофосфорная кислота используется в производстве без разбавления. Кислоту насосом подают в мерник-дозатор, а из него самотеком она поступает в сборник грубого фильтрата. Серная кислота поступает в производство без разбавления и используется для поддержания pH в оптимальных пределах (4,8—5,5) при выращивании засевных и производственных дрожжей. Кислота из резервуара, расположенного в складе химикатов, кислотоупорным насосом подается в сборник-дозатор, из которого она самотеком или насосом-дозатором направляется через смеситель в дрожжерастильные чаны или в аппараты чистой культуры.

Олеиновую кислоту, несulfированные соединения и тому подобные пеногасители смешивают с десятикратным количеством горячей воды с температурой 70—75°С и с помощью механических мешалок-гомогенизаторов превращают их в эмульсию. Для приема пеногасителя оборудуют сливной пункт с приспособлением для подогрева пеногасителя в автомобильных и железнодорожных цистернах и бочках. Запас эмульсии пеногасителя готовят на один сутки. Сборник устанавливают в помещении сборников грубого фильтрата и вторичной барды.

Питательная среда со всеми добавками непрерывно подается в теплообменник, где охлаждается до температуры 35—37°С (допускается в зимнее время охлаждение питательной среды в теплообменнике до 50—60°С, но при этом температура среды в чане не должна превышать 36—37°С). Перед теплообменником устанавливаются магнитный осадитель и пескоуловитель. Один раз в трое суток теплообменник и продуктовая коммуникация освобождаются от продукта, промываются водой и пропариваются в течение 10—15 мин.

Охлажденная питательная среда непрерывно подается в дрожжерастильный чан. Количество ее учитывается расходомером.

Выращивание чистой и засевной культуры дрожжей. Для производственных условий во ВНИИПрБ подобраны наиболее урожайные культуры дрожжей *Candida tropicalis* СК-4 и *Candida arborescens*, при этом рекомендуется совместное выращивание обеих культур дрожжей.

На первой стадии культура дрожжей из пробирки с агаризованной средой стерильно переносится в колбочку вместимостью 250 мл, в которой содержится 100 мл стерильного отфильтрованного солодового сула с концентрацией СВ 6% по сахарометру. Выращивание дрожжей ведется в термостате при температуре 30—32°С в течение 2 сут без перемешивания и без продувания воздухом.

На второй стадии выращивание дрожжей ведется в аэробных условиях на качалке. Для этого дрожжи из колбочки пе-

реносятся стерильно в 7—10 колб вместимостью по 700 мл, в которых содержится по 150—200 мл стерильного сула с концентрацией СВ 6% по сахарометру. Длительность выращивания составляет 24 ч при частоте колебаний качалки 180—200 мин⁻¹. Температуру среды в колбах поддерживают в пределах 32—34°С, pH — 4,8—5,2.

Третья стадия выращивания дрожжей ведется в аппаратах чистой культуры (АЧК). Общий объем малого АЧК — 500 л, полезный — 300 л. Перед заполнением АЧК хорошо промывается горячей водой и прогревается паром при давлении 0,05—0,06 МПа в течение 1 ч. После охлаждения аппарат заполняется водой в количестве около 300 л. Вода подогревается до кипения и кипятится около 1 ч. После этого прекращается подача пара, горячая вода спускается по продуктовой коммуникации в большой АЧК, а малый АЧК вновь пропаривается при давлении 0,05—0,06 МПа в течение 1 ч.

Указанная подготовка аппарата проводится один раз в 10 дней; в остальное время допускается заполнение малого АЧК после тщательной промывки и одной стерилизации в течение 1 ч при температуре 100—105°С.

В малый АЧК после пропаривания подаются 0,3 м³ грубого фильтрата барды с температурой не ниже 70—80°С, 1,2 кг сульфата аммония, а также меласса (6 кг), сахар (3 кг) или грубый фильтрат сула (10 л) для доведения концентрации сахара в питательной среде до 1%.

Среда подогревается в аппарате до температуры 100—115°С и стерилизуется при этой температуре в течение 1 ч. Затем подача пара в аппарат прекращается, открывается воздушный вентиль, и по достижении давления в аппарате 0,01 МПа в барботер подается воздух, а в змеевики — холодная вода. Среда в аппарате охлаждается до температуры 35—37°С, и при этой температуре в малый АЧК вносится засевная культура дрожжей из колб через посевную пробку с соблюдением правил стерильности.

Выращивание ведется в аэробных условиях в течение 12—14 ч при расходе воздуха 50—60 м³/ч на 1 м³ аэрируемой среды. Температура среды при выращивании дрожжей 32—34°С, pH 4,8—4,6. Величина pH регулируется добавлением в аппарат 10%-ного раствора серной кислоты или аммиачной воды (разбавленной 1:1) или 10%-ного раствора гидроксида калия.

Наблюдения за температурой и pH ведут каждый час, одновременно следят за размножением и состоянием дрожжевых клеток под микроскопом. Когда количество дрожжевых клеток достигнет 250—300 млн/мл, в том числе почкующихся 20—25% (количество мертвых клеток с учетом остаточных спиртовых не должно превышать 5—7%), засевные дрожжи из малого АЧК передаются в большой общий объемом 5 м³, где осуществляется четвертая стадия выращивания дрожжей.

Большой аппарат чистой культуры, как и малый АЧК, снабжен барботером с подводом воздуха и пара, змеевиком с подводом горячей и холодной воды, гильзой для термометра, люком для мойки аппарата, продуктами и канализационными трубопроводами.

Большой аппарат чистой культуры перед заполнением хорошо промывают водой и пропаривают в течение 1 ч при температуре 100—105°С. Один раз в 10 дней или раньше (при появлении инфекции) после первого пропаривания большой АЧК заполняют водой (до 2,0—2,5 м³), воду кипятят острым паром в течение 1 ч, затем

спускают ее в канализацию, а аппарат вторично пропаривают паром при давлении 0,05 МПа в течение 1 ч.

После снятия давления в аппарате в него набирают грубый фильтр барды в количестве 2,5—3,0 м³ с температурой 70—85°С, вносят 12 кг сульфата аммония и 30 кг мелассы или 15 кг сахара, или 100 л грубого фильтра барды (без дробины). Содержимое аппарата подогревают до 100—150°С и стерилизуют при этой температуре в течение 1 ч. По окончании стерилизации прекращают подачу пара в аппарат, снижают давление до 0,01 МПа, в барботер подают воздух, а в рубашку — холодную воду и охлаждают среду до температуры 35—37°С. При этой температуре в аппарат вносят засевные дрожжи из малого АЧК.

Выращивание дрожжей ведется в течение 10—12 ч при температуре 32—34°С, рН среды 4,6—4,8 и постоянной аэрации. Температура поддерживается в указанных пределах подачей холодной или горячей воды в змеевик, рН среды — подачей в АЧК 10%-ного раствора серной кислоты, аммиачной воды или 10%-ного раствора щелочи, лучше гидроксида калия. Расход воздуха составляет 80—100 м³/ч на 1 м³ аэрируемой среды. В конце выращивания количество дрожжевых клеток должно составлять не менее 300—350 млн./мл, в том числе почкующихся 25—35%.

В процессе выращивания дрожжей ведут наблюдение за температурой и рН среды. Не реже 1 раза в 4 ч определяют количество дрожжевых клеток.

Готовые засевные дрожжи в стадии максимального размножения из большого АЧК вносятся в дрожжерастильный чан не реже 1 раза в сутки.

Если в цехе применяются смешанные культуры двух рас дрожжей *S. tropicalis* СК-4 и *S. argborea*, то выращивание засевных дрожжей каждой культуры ведется отдельно, а смешиваются они в дрожжерастильном чане. Для этого необходимо иметь два больших и два малых аппарата чистой культуры. В крайнем случае, при наличии одного большого АЧК и двух малых, выращивание ведут попеременно, т. е. один раз выращивают культуру дрожжей *S. tropicalis* СК-4, другой раз *S. argborea*.

Производственное выращивание дрожжей. В производственных условиях дрожжи выращивают непрерывным способом в дрожжерастильных чанах, оборудованных эрлифтом, при постоянной аэрации среды. В цехах кормовых дрожжей спиртовых заводов, перерабатывающих крахмалистое сырье, обычно применяются дрожжерастильные чаны общим объемом 100 м³.

На каждый такой аппарат устанавливается один малый и один большой АЧК.

В начале производства или после длительных остановок в промытый и дезинфицированный дрожжерастильный чан сначала подают питательную среду, а затем дрожжи из большого АЧК. Количество подаваемых засевных дрожжей должно составлять не менее 10% от объема культуральной жидкости, заполняющей дрожжерастильный чан, т. е. 3,0—3,5 м³. При меньшем количестве засевных дрожжей процесс накопления биомассы в дрожжерастильном чане тормозится, создаются условия появления инфекции. Сначала в дрожжерастильный чан подают 7 м³ питательной среды, которая перемешивается и аэрируется, затем в него при температуре 37—38°С вносят засевные дрожжи. Через 4 ч в чан подают 6 м³ питательной

среды, через 6 ч — 6,5 м³, через 8 ч — 8 м³ среды. Чан заполняют питательной средой, не прекращая аэрирования, поддерживая температуру 35—37°С и рН в пределах 4,8—5,5 зимой и 4,5—5,0 летом.

В процессе ассимиляции дрожжевыми клетками сахаров и других углеродсодержащих веществ выделяется значительное количество тепла. Избыток тепла отводится путем подачи холодной воды в кожух диффузора. В теплое время года для наружного охлаждения дрожжерастильного чана подают через перфорированную трубу воду или в дрожжерастильный чан — питательную среду, охлажденную до температуры 20—25°С. В холодное время года температуру среды в дрожжерастильном чане повышают, подавая питательную среду с температурой выше 37°С либо горячую воду в диффузор.

рН среды поддерживают в пределах 4,5—5,6 с помощью серной кислоты или аммиачной воды. Серная кислота подается непосредственно в дрожжерастильный чан при повышении рН более 5,5, а аммиачная вода — при рН ниже 4,5.

Для аэрации среды используется стерильный воздух. При расходе воздуха 55—60 м³/ч на 1 м³ среды культуральная жидкость с большим количеством пузырьков воздуха энергично циркулирует в дрожжерастильном чане. Циркуляция способствует контактированию дрожжевых клеток с питательной средой и воздухом и препятствует образованию в верхней зоне аппарата пены, флотирующей дрожжи.

Через 16—18 ч от начала заполнения чана содержание дрожжевых клеток достигает 500—600 млн./мл. С этого момента в чан начинают непрерывно подавать питательную среду и отбирать дрожжевую суспензию.

В условиях непрерывного процесса для нормального накопления биомассы дрожжей в среде с достаточным содержанием питательных солей необходимо автоматическое регулирование рН среды и температуры, а также подачи среды.

В дрожжерастильном чане для стабилизации условий выращивания дрожжей поддерживается постоянный уровень культуральной жидкости, т. е. приток питательной среды, засевных дрожжей и отбор суспензии взаимно увязываются.

Полезное заполнение аппарата регулируется по напору воздушной машины. Высота слоя жидкости в дрожжерастильном чане при нормальном напоре воздухоудок 0,14 и 0,16 МПа не превышает соответственно 3500—3800 и 4500—5000 мм.

Для соблюдения технологического режима выращивания кормовых дрожжей необходимо поддерживать объем среды в чане в пределах 30—33 м³ при общем объеме 100 м³; вести постоянное наблюдение за температурой среды в аппарате и подачей воздуха в количестве не менее 50 м³/ч на 1 м³ аэрируемой среды (повышение температуры среды в дрожжерастильном чане свыше 37°С активизирует размножение дрожжевых клеток, но последние становятся слабыми, создаются условия для развития посторонних малоурожайных рас дрожжей); определять каждые 2 ч рН среды (при рН свыше 5,5 среда сильно пенится и создаются условия для развития инфекции, при рН ниже 4,8 замедляется размножение дрожжевых клеток); постоянно вести наблюдение за количеством и состоянием дрожжевых клеток.

Дезинфекцию дрожжерастильного чана проводят зимой один раз в 2—3 мес, летом — через 15—30 дней. Для этого аппарат пол-

ностью освобождают, промывают и обрабатывают пароформалиновой смесью в течение 1 ч.

Выделение и сгущение дрожжевой суспензии. Из дрожжевой суспензии непрерывно отбирается в деэмульгатор, объем которого рассчитан на пребывание суспензии в нем в течение 40—60 мин. Для бесперебойной работы станций сепарации устанавливаются 2 деэмульгатора. Во время работы одного из деэмульгаторов другой моют и дезинфицируют раствором хлорной извести.

В деэмульгаторе происходит освобождение дрожжевой суспензии от пены. Пену разрушают механическим путем, для чего используется вакуум-насос РМК-2. При образовании стойкой пены допускается химическое пеногашение в сочетании с механическим.

Выделение и сгущение дрожжевой суспензии осуществляется в две ступени. Вначале от дрожжевой суспензии отделяют дробинку на вибростите с диаметром отверстий 0,22—0,55 мм (капроновые сетки № 19—21). Производительность вибростита 2,5—3,0 м³ на 1 м² сетки в час. После вибростита дрожжевая суспензия собирается в сборнике, полезный объем которого обеспечивает работу цеха в течение 1,5—2,0 ч. Сборник снабжен мешалкой пропеллерного типа с частотой вращения 60—80 мин⁻¹.

Сгущение дрожжевой суспензии ведут по методу круговой сепарации на дрожжевых сепараторах производительностью 12—14 м³/ч для цехов кормовых дрожжей мощностью до 5 т и 20—25 м³/ч для цехов мощностью свыше 5 т сухих дрожжей в сутки. Диаметр мундштуков сепаратора 1,0—1,2 мм. Подача дрожжевой суспензии на сепаратор должна быть равномерной. Не допускается попадание пены в барабан сепаратора, так как при этом значительно увеличивается унос дрожжевых клеток с фугатом. В начале работы сепаратор пускают на воде с постепенным увеличением подачи ее по мере ускорения вращения барабана сепаратора. Когда частота вращения барабана достигнет нормальной (через 5—7 мин от начала его пуска), начинается поступление дрожжевой суспензии. По мере увеличения подачи дрожжевой суспензии соответственно уменьшается поступление воды, до полного прекращения. Первые порции дрожжевого концентрата, разбавленные водой, направляются обратно в сборник дрожжевой суспензии. Дрожжевой концентрат с содержанием сухих веществ 6—8% направляется из сепаратора в соответствующий сборник, снабженный мешалкой и змеевиком для пара. В него поступает также дробинка, отделенная на вибростите.

Фугат с сепараторов собирается в сборник, из которого насосом подается в теплообменник для охлаждения барды, а затем в сборник вторичной барды. Возможным также является возврат фугата в производство кормовых дрожжей либо в спиртовое производство.

В процессе сепарирования дрожжевой суспензии ведут наблюдения за содержанием сухих веществ в дрожжевом концентрате. Необходимого содержания достигают регулированием количества дрожжевой суспензии, подаваемой на сепаратор, а также изменением количества мундштуков и их диаметра.

При нормальной работе сепаратора количество дрожжевых клеток в фугате не должно превышать 5—6 в поле зрения микроскопа. При большем содержании дрожжевых клеток сепаратор промывают водой. Для промывки сепаратора в процессе работы постепенно пре-

крашают подачу в него дрожжевой суспензии и одновременно увеличивают подачу воды в барабан сепаратора. Если промывка не дает положительных результатов, сепаратор останавливают, не прекращая, однако, подачи воды в барабан до полной его остановки. После этого сепаратор чистят и моют.

При остановке так же, как и при пуске разбавленный дрожжевой концентрат направляют в сборник дрожжевой суспензии.

Сушка дрожжевого концентрата. Смешанный с дробинкой дрожжевой концентрат из сепаратора подается в сборник, расположенный над сушильной камерой. Для сушки кормовых дрожжей используются распылительная или вальцовая паровая сушилки. Перед высушиванием дрожжевой концентрат подогревается до температуры 70—75°С в непрерывнодействующем сборнике-плазмолитаторе. Объем его рассчитывается на 15—20-минутную работу цеха. Процесс сушки должен быть непрерывным с соблюдением заданной производительности (в соответствии с различными видами барды) и инструкции по эксплуатации сушилок завода-изготовителя.

Содержание сухих веществ в дрожжевом концентрате, поступающем на сушилку, составляет при переработке зерновой и зерно-мелассной барды 9—10%, зерно-картофельной 7—8, свекловичной 6,0—6,5, картофельной 5,5—6,0%. Чем выше содержание сухих веществ в дрожжевом концентрате, тем больше производительность сушилки.

Дрожжевой концентрат на распылительных сушилках высушивается в динамической среде — смеси топочных газов с воздухом, имеющей температуру 350—385°С. Теплоноситель поступает в сушильную камеру в результате разрежения, создаваемого дымососом.

Распылительная сушилка работает в следующем режиме:

Концентрация суспензии, %	5,5—8,0
Влажность товарных дрожжей, %	8—10
Давление мазута перед форсунками, МПа	1,5—1,6
Температура мазута, °С	95—105
Разрежение в топке, мм вод. ст.	2—4
Разрежение в сушилке, мм вод. ст.	60—65
Разрежение перед дымососом, мм вод. ст.	215—220
Температура входящих газов, °С	1000—1100
Температура отходящих газов, °С	350—385
Температура за сушилкой, °С	85—80
Степень открытия направляющего аппарата дымососа, %	100
Степень открытия шиберов перед форсунками, %	100

Регулирование режима работы сушилки ведется по температуре отходящих газов и влажности товарных дрожжей путем автоматического увеличения или уменьшения расхода дрожжевой суспензии.

При налипании дрожжей на стенках сушильной камеры ее по мере необходимости, но не реже одного раза в 5 дней, чистят.

При каждой остановке сушильного агрегата необходимо проверять состояние системы пневмотранспорта готового продукта, бункеров, циклонов, тягодутьевого оборудования, продуктовых насосов и фильтров, распылительного механизма, взрывных клапанов и люков, диспергатора. Не допускается попадание масла из распылительного механизма на диспергатор.

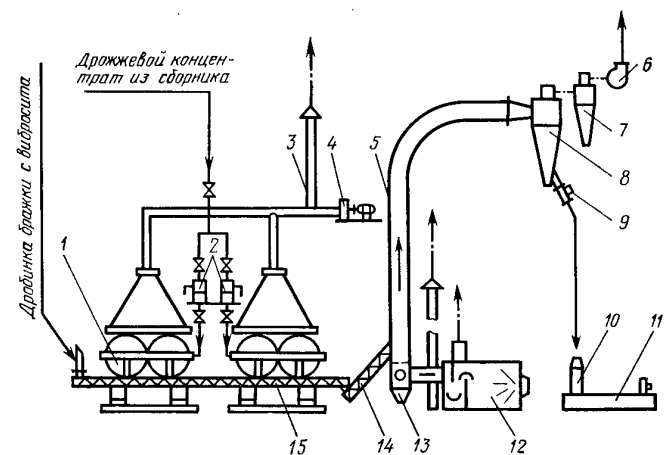


Рис. 19. Схема высушивания кормовых дрожжей на вальцовой сушилке:

1 — вальцовая сушилка; 2 — напорный сборник; 3 — труба; 4, 6 — вентиляторы; 5 — пневматическая сушилка; 7 — мультициклон; 8 — циклон; 9 — магнитный сепаратор; 10 — весы; 11 — мешкозашивочная машина; 12 — топка; 13 — дробилка; 14 — шнек-питатель; 15 — шнек.

Всякое отклонение от режима сушки: прекращение подачи продукта или теплоносителя, изменение подачи продукта или температуры теплоносителя, неисправность оборудования и т. п., — рассматривается как аварийное состояние установки, которое должно быть немедленно ликвидировано. Нормальная работа распылительной сушилки обеспечивается бесперебойным действием автоматических и контрольно-измерительных приборов сушильного агрегата.

Высушивание дрожжей на вальцовой сушилке происходит на поверхности вращающихся вальцов, обогреваемых паром (рис. 19). При вращении вальцов их поверхность покрывается тонким слоем дрожжевого концентрата. За один оборот слой дрожжевого концентрата высушивается и в виде пленки сухих дрожжей срезается специальными ножами.

Для увеличения выработки дрожжей применяется способ двухступенчатого высушивания: вначале дрожжи высушиваются на паровых вальцовых сушилках до содержания СВ 65—60%, а затем досушиваются на пневматической сушилке типа труба-сушилка. При высушивании дрожжевого концентрата с дробилкой на вальцовых сушилках производительность их снижается.

Высушивание дрожжей ведется по следующей схеме. Дрожжевой концентрат поступает в напорный сборник, расположенный над сушилкой и оборудованный змеевиком для подогрева и барботером для перемешивания воздухом. Образующийся при высушивании дрожжей пар выбрасывается в атмосферу вентилятором. Влажные

дрожжи с вальцовых сушилок подаются в шнек-питатель, а затем в пневматическую сушилку. Образующиеся комки дробятся в дробилке и вместе с дрожжами, поступающими из шнека-питателя, высушиваются в пневматической сушилке. Из пневмосушилки дрожжи вместе с сушильным агентом поступают в циклон, из которого через магнитный сепаратор направляются на весы. Готовые сухие дрожжи фасуются в крафт-мешки, которые зашиваются на мешкозашивочной машине.

Отработавшая смесь воздуха с топочными газами из пневмосушилки удаляется вентилятором. Во избежание уноса дрожжей с теплоносителем в схеме предусмотрена установка мультициклона.

Вальцовые сушилки обогреваются обычно насыщенным паром давлением не более 0,30—0,35 МПа. Снижение давления уменьшает разность температур между греющим паром и высушиваемым продуктом, вследствие чего производительность сушилки снижается.

Важное значение для нормальной работы вальцовых сушилок имеет непрерывный и надежный отвод конденсата из барабанов сушилок.

Конец трубки, отводящей конденсат, обязательно должен быть в нижней точке барабана.

В процессе работы сушилки ведется наблюдение за уровнем дрожжевого конденсата в ванне, за давлением греющего пара в вальцах, за работой ножей. Ножи должны равномерно срезать с поверхности вальцов высушенный слой дрожжей. По мере необходимости ножи заменяются запасными, предварительно заточенными на ножезаточном станке. Угол заточки должен находиться в пределах 15—20°. Если ножи плохо прилегают к поверхности барабана, то на ее поверхности остается пленка несрезанных дрожжей, при этом температура сушки снижается, дрожжи пригорают к поверхности нагрева и качество их ухудшается.

Чистая поверхность барабана является основным условием нормальной работы сушилки.

Неодинаковый зазор между барабанами приводит к неравномерному их износу, поэтому установке барабанов должно уделяться особое внимание, а в случае перекосов их нужно немедленно устранять.

При высушивании кормовых дрожжей, полученных путем выращивания их на зерновой или зерно-картофельной барде, производительность по испаренной влаге принимается для сушилки СДА 1000 кг/ч, для сушилки ВСГ 800 кг/ч.

Если в состав сырья, перерабатываемого на спирт, входят картофель или сахарная свекла, удельный вес которых превышает 25—40% по условному крахмалу, производительность вальцовых сушилок снижается на 45—50%.

Получение сухих кормовых дрожжей на чисто картофельной или свекловичной барде на вальцовых сушилках не представляется возможным, так как на вальцах образуется пленка, которая не срезается ножом.

В процессе работы один раз в сутки сушилку останавливают, моют горячей водой температурой 50—60°С, а продуктовые трубопроводы дополнительно пропаривают.

Сухие дрожжи в виде пленок или чешуек шнеком и норией подаются в бункер, а затем на фасовку. Перед фасовкой дрожжи освобождаются от металлопримесей магнитным сепаратором.

Упаковка и складирование товарных дрожжей. Сухие кормовые дрожжи упаковываются в крафт-мешки по 20—25 кг. При фасовке дрожжей в виде порошка расходуется 50 мешков на 1 т продукта, в виде чешуек — 56 мешков. Дрожжи фасуют в сухом отапливаемом помещении.

Транспортирование дрожжей на склад осуществляется автопогрузчиком. Для этого мешки с дрожжами укладывают на поддоны в 3 ряда по 5 мешков в каждом ряду. На складе поддоны укладывают в 3 ряда по высоте. Между рядами оставляют проезды для маневрирования погрузчика. На 1 м² полезной площади склада укладывается 0,8 т дрожжей.

Помещение склада рассчитывается на хранение дрожжей при работе цеха не менее 10—12 дней. Дрожжи хранят в сухом помещении с естественной вентиляцией. Срок хранения дрожжей влажностью 10% в сухом помещении с хорошей вентиляцией до 6 мес.

При выращивании кормовых дрожжей на послеспиртовой барде выход их зависит от вида барды и имеет следующие усредненные значения (в кг на 1000 дал вырабатываемого спирта): на зерновой — 3000, картофельной — 1700, смешанной мелассной и зерно-картофельной — 1700 (определяется как средневзвешенная величина).

В процессе производства кормовых дрожжей образуются следующие количества промежуточных и конечных продуктов и сухого вещества (в кг на 1 т исходной натуральной барды с содержанием сухих веществ 7,5%, по В. Б. Фремелю и А. П. Саввиной):

Исходная барда	1000	75
Отделяемая дробина	180	22
Грубый фильтрат после отделения дробины	820	53
Добавляемый раствор сульфата аммония	5	2
Грубый фильтрат, поступающий на выращивание дрожжей	825	55
Дрожжевая суспензия, поступающая на вибросито	780	46
		(в том числе сухих веществ в дрожжах и взвешенных частиц барды 22)
Отделяемая на вибросите дробинка	6	1
Дрожжевая суспензия, поступающая на сепаратор	262	21
Получаемый дрожжевой концентрат	512	24
Дрожжевой концентрат, поступающий на сушилку	263	22
Товарные дрожжи влажностью 10%	244	—
Испаряемая на сушилке вода	244	—
Всего вторичной барды с концентрацией СВ 6,62%	692	46

Определение производственной мощности цеха кормовых дрожжей

Суточная производственная мощность цеха кормовых дрожжей спиртового предприятия определяется по выработке кормовых дрожжей в тоннах. Выход продукции для расчета мощности принят в тоннах на 1000 дал спирта.

Годовая производственная мощность для спиртовых предприятий, имеющих цехи по выращиванию кормовых дрожжей на барде, определяется произведением суточной мощности на число полных рабочих дней в году (принимается 305 дней).

Суточная мощность цеха кормовых дрожжей, получаемых выращиванием на послеспиртовой барде, определяется путем умножения суточной мощности завода по спирту-сырцу условному на действующий, т. е. утвержденный в установленном порядке, выход сухих кормовых дрожжей на 1000 дал спирта, но не ниже среднего выхода, достигнутого за отчетный год.

Таблица 82

ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА МОЩНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ЦЕХА СУХИХ КОРМОВЫХ ДРОЖЖЕЙ

Основное оборудование	Производительность цеха сухих кормовых дрожжей (в кг/сут) при переработке барды		
	мелассной		зерно-картофельной
	без сахаромидцетов	с сахаромидцетами	
Дрожжерастильные аппараты, включая дрожжегенераторы (на 1 м ³ общего объема)	7,0	9,0	24,0
Сушилки распылительные (на 1 м ³ камеры)	30,0	30,0	15,0
Сушилки вальцовые СДА-1200 (на 1 м ² поверхности нагрева)	100,0	100,0	50,0
Сушилки вальцовые ВСГ-1000 (на 1 м ² поверхности нагрева)	—	—	43,0
Воздуходувки			

Производительность должна обеспечивать подачу воздуха 55—60 м³/ч на 1 м³ аэрируемой среды

Отходы производства, сточные воды и выбросы в атмосферу

При выращивании кормовых дрожжей на зерно-картофельной барде отходом является вторичная барда, количество которой составляет 65—70% от натуральной барды. В сухом веществе барды содержится значительное количество белка, поэтому она может

быть отнесена к белковым кормам, содержащим до 94—95% воды. Химический состав вторичной барды и содержание в сухом веществе барды отдельных составных частей следующие (в %):

Сухое вещество	5,4—5,8	100,0
Сырой протени (N× ×6,25)	1,2—1,3	21,5—22,9
Безазотистые экстрак- тивные вещества	2,8—3,1	52,0—53,2
Клетчатка	1,0—1,1	17,9—19,3
Зола	0,35—0,40	6,0—7,2

В цехах кормовых дрожжей образуются сточные воды I и III категорий. К водам I категории (условно-чистая вода) относятся отходящая вода из теплообменника, из змеевиков аппаратов чистой культуры, вода от охлаждения подшипников диска распылительной сушилки и воздухоудки, а также вода от диффузора и наружного охлаждения дрожжерастительного чая. Количество условно-чистой воды составляет 300 м³ на 1 т вырабатываемых сухих дрожжей. Условно-чистая вода используется повторно в спиртовом или в дрожжевом производстве и после ее охлаждения сбрасывается в водоем.

К водам III категории (производственного загрязнения и хозяйственные) относятся вода от мойки технологического оборудования, полов, воды из душевых и санузлов. Количество воды III категории составляет 3 м³ на 1 т вырабатываемых сухих дрожжей; БПК₅ этой воды составляет 800—1000 мг О₂/л. Вода III категории должна подвергаться биологической очистке.

При высушивании кормовых дрожжей на вальцовых паровых сушилках образуется конденсат пара, который возвращается в котельную и используется для питания котлов.

При выращивании кормовых дрожжей в атмосферу выбрасывается воздух после аэрации среды в дрожжерастительных чанах и аппаратах чистой культуры. Количество воздуха составляет 4000—4500 м³/ч для цеха кормовых дрожжей производительностью 3—5 т сухих дрожжей в сутки и 9000—9500 м³/ч для цеха производительностью 10 т сухих дрожжей в сутки. Температура воздуха 32—35° С.

При высушивании дрожжей на распылительной сушилке в атмосферу выбрасывается смесь отработавшего воздуха и топочных газов, количество которых составляет 4500—4800 м³/ч, температура 80—85° С.

При высушивании дрожжей на паровой вальцовой сушилке в атмосферу выбрасывается пар от испарения воды в количестве 6,5—12,0 т при высушивании 1 т дрожжей и смесь топочных газов с воздухом при досушивании дрожжей.

ПОЛУЧЕНИЕ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

Характеристика продукции

Газообразный СО₂, выделяющийся при брожении, является, с одной стороны, готовым продуктом, с другой — сырьем для получения жидкого и твердого (сухого льда) диоксида углерода.

Газы, выделяющиеся при брожении, на 99,0—99,5% состоят из диоксида углерода (химический состав газов, выделяющихся при брожении, представлен на с. 206).

По химическому уравнению спиртового брожения количество образующегося СО₂ равно 0,955 от массы спирта. Практически с учетом потерь СО₂ на начальной стадии брожения, при перемешивании бродящей массы, от неплотностей, промывки диоксида углерода в спиртоловушке и в промывной колонке на сжигание поступает 53—65% от теоретически возможного выхода СО₂.

При выработке 1 дал спирта можно получить следующие количества диоксида углерода (в кг):

Газообразного (теоретический выход)	7,53
Жидкого	4,5
Твердого (сухой лед)	2,2

Газообразный диоксид углерода — инертный газ без цвета и запаха, при 20° С и 101,3 кПа (760 мм рт. ст.) имеет плотность 1,839 кг/м³.

Получаемый при сжигании газообразного СО₂ жидкий диоксид углерода — бесцветная жидкость без запаха. В виде насыщенного раствора может существовать при давлениях от 73,8·10² (критическое давление) до 5,18·10² (тройная точка) кПа (от 75,3 до 5,28 кгс/см²) и соответствующих температурах от 31,05 до —56,6° С.

Твердый диоксид углерода получают как из газообразного, так и из жидкого СО₂.

В зависимости от области применения диоксид углерода выпускают трех марок: сварочный, пищевой и технический.

По физико-химическим показателям газообразный и жидкий диоксид углерода должен соответствовать требованиям ГОСТ 8050—76 (табл. 83), твердый — ГОСТ 12162—77 (табл. 84).

Таблица 83

ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЗООБРАЗНОГО И ЖИДКОГО ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

Показатели	СО₂ марок		
	сварочный	пищевой	технический
1. Содержание диоксида углерода (СО₂), % об., не менее	99,5	98,8	98,5
2. Содержание оксида углерода (СО), % об., не более	Должен выдерживать испытание по методике, приведенной в ГОСТе		0,05
3. Содержание минеральных масел, мг/кг, не более	0,1	Должен выдерживать испытание по методике, приведенной в ГОСТе	

Продолжение табл. 83

Показатели	СО ₂ марок		
	сварочный	пищевой	технический
4. Содержание сероводорода	Должен выдерживать испытание по методике, приведенной в ГОСТе		
5. Содержание соляной кислоты	Должен выдерживать испытание по методике, приведенной в ГОСТе		
6. Содержание сернистой и азотистой кислот и органических соединений (спиртов, эфиров, альдегидов и органических кислот)	Должен выдерживать испытание по методике, приведенной в ГОСТе		
7. Содержание аммиака и моноэтаноламина	Должен выдерживать испытание по методике, приведенной в ГОСТе		
8. Наличие запаха и вкуса	Должен выдерживать испытание по методике, приведенной в ГОСТе		
9. Содержание воды в баллоне, % мас., не более	Должен выдерживать испытание по методике, приведенной в ГОСТе		
10. Содержание водяных паров при 20° С и 101,3 кПа (760 мм рт. ст.), г/м ³ , не более	0,184	Не нормируется	
11. Содержание ароматических углеводов (в том числе бензола)	Должен выдерживать испытание по методике, приведенной в ГОСТе		

Примечания: 1. Приведенное значение содержания водяных паров соответствует температуре насыщения диоксида углерода водяными парами при давлении 101,3 кПа; в первом случае не выше -34° С, во втором и третьем — не нормируется.
2. Для жидкого диоксида углерода, получаемого при спиртовом брожении, содержание примесей, указанных в подпунктах 2, 5, 7, не определяется.

Таблица 84

ХАРАКТЕРИСТИКА ТВЕРДОГО ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

Показатели	СО ₂ марок	
	пищевой	технический
1. Содержание диоксида углерода (СО ₂), % мас., не менее	99,96	Не нормируется
2. Содержание минеральных масел	Должен выдерживать испытание по методике, приведенной в ГОСТе	

Продолжение табл. 84

Показатели	СО ₂ марок	
	пищевой	технический
3. Содержание сероводорода	Должен выдерживать испытание по методике, приведенной в ГОСТе	
4. Содержание соляной кислоты	То же	
5. Содержание сернистой и азотистой кислот и органических соединений (спиртов, эфиров, альдегидов и органических кислот)	» »	
6. Содержание аммиака и моноэтаноламина	» »	
7. Запах и вкус	Вкус не нормируется	
8. Содержание ароматических углеводов (в том числе бензола)	То же	
9. Содержание остатка после испарения, % мас., не более	0,04	Не нормируется

Примечания: 1. Для твердого диоксида углерода, получаемого при спиртовом брожении, содержание примесей, указанных в подпунктах 4 и 6, не определяется.

2. Твердый диоксид углерода, получаемый из технического жидкого или газообразного СО₂, может нормироваться только как «технический».

Получение, транспортирование и хранение газообразного и жидкого диоксида углерода

Образующийся при брожении газообразный диоксид углерода содержит большое количество воздуха и поэтому не может быть использован непосредственно или для получения жидкого СО₂ — его необходимо предварительно очищать.

Для отбора газообразного СО₂ воздушные пространства бродильных чанов при периодической схеме брожения соединяют в один общий коллектор, при непрерывном процессе брожения и перемешивании бродящей массы диоксидом углерода (в последних чанах) делают два сборных коллектора: один коллектор объединяет первые четыре бродильных чана, второй — остальные бродильные чаны.

В углекислотных коллекторах до спиртоловушки устанавливается избыточное давление 0,98—1,47 кПа (100—150 мм вод. ст.), температура СО₂ до спиртоловушки составляет 28—30° С.

Жидкий диоксид углерода получают путем сжижения газообразного СО₂ по схеме, представленной на рис. 20. Газообразный СО₂, выделенный в бродильных чанах, по трубопроводу-коллектору поступает в спиртоловушку, где освобождается от паров спирта и других примесей. Водно-спиртовая жидкость отводится в бражную емкость, СО₂ под действием разрежения, создаваемого компрессором на всасывающей линии, поступает в нижнюю насадку промывной колонки, где еще раз промывается водой с целью полного извлечения паров спирта и других не уловленных спиртоловушкой примесей.

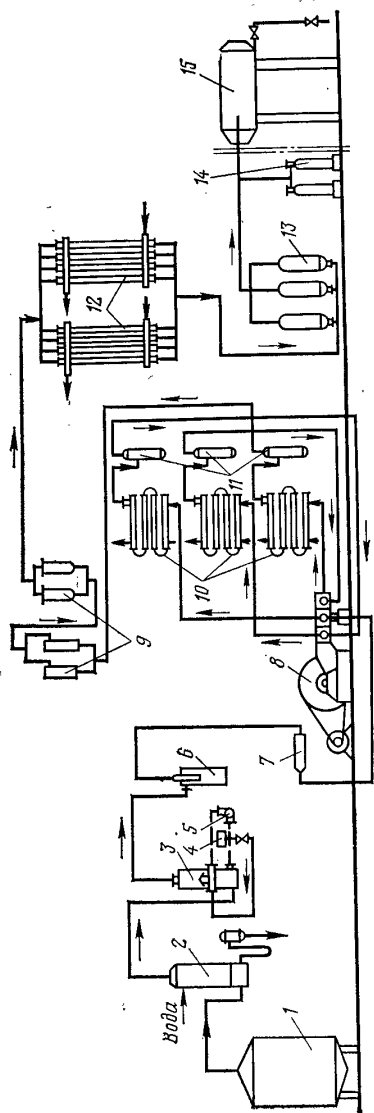


Рис. 20. Схема производства жидкого диоксида углерода:

1 — броидильный чан; 2 — спиртовозушка; 3 — колонка промывная; 4 — бак промывной колонки; 5 — насос; 6 — водоотделитель центробежный; 7 — фреоновый фильтр; 8 — компрессор; 9 — фильтр; 10 — теплообменник; 11 — маслолагоотделитель; 12 — конденсор; 13 — стальные баллоны; 14 — сталь-ные баллоны; 15 — накопитель жидкого диоксида углерода.

Из нижней насадки промывной колонки диоксид углерода для окончательной очистки поступает в верхнюю насадку, орошаемую 0,6%-ным раствором $KMnO_4$. Раствор в разбрызгиватель подается из бака промывной колонки. В результате окисления раствор обезвечивается. В этом случае в баке готовят новый раствор, а старый сливают в канализацию.

После окончательной отмывки от примесей газообразный диоксид углерода поступает в центробежный водоотделитель, который является демпфером, предотвращающим гидравлические удары компрессора. Отделение воды от газообразного CO_2 достигается за счет тангенциального ввода газа в цилиндрический корпус и прохода его через слои колец Рашига. Из центробежного водоотделителя диоксид углерода отводится во фреоновый фильтр типа ФФ-30, где полностью очищается от паров воды.

Сухой газообразный диоксид углерода из фильтра направляется в первую ступень сжатия трехступенчатого поршневого компрессора типа 2 УП. После первой ступени сжатый газ подается в теплообменник, затем в маслолагоотделитель первой ступени и поступает во вторую ступень компрессора. Те же операции осуществляются во второй и третьей ступенях.

Сжатый диоксид углерода направляется в фильтры типа ФУ-1, включенные последовательно. Вначале по ходу движения газа устанавливаются фильтры с активным углем АР III ГОСТ 8703—58, затем фильтры с силикагелем КСМ. Каждая пара фильтров образует секцию блока и работает попеременно: один фильтр работает, второй регенерируется. Фильтры с активным углем очищают диоксид углерода от масла, а с силикагелем — от влаги. Силикагелевые фильтры отключаются при получении пищевого или технического диоксида углерода, так как норма влаги для этих марок не установлена. Фильтры с активным углем регенерируются в два этапа: паром давлением 0,07 МПа ($0,7 \text{ кгс/см}^2$) и сухим горячим диоксидом углерода с температурой на входе до $200^\circ C$. Фильтры с силикагелем регенерируются только горячим диоксидом углерода, так как после поодаания в них водяного пара они выходят из строя. Диоксид углерода на регенерацию отбирается из линии, идущей на блоки очистки и подогрева, сначала от пароподогревателя, а затем от электронагревателя. Конец регенерации определяют по температуре регенерирующего газа на выходе из фильтров, которая должна быть в пределах $140\text{—}180^\circ C$.

Очищенный и осушенный диоксид углерода сжижается в охладителе-конденсаторе, куда он поступает с температурой $35\text{—}40^\circ C$, а отводится с температурой не более $20^\circ C$ и давлением $6,5\text{—}7,0 \text{ МПа}$.

Для увеличения производительности основного поршневого компрессора применяют форкомпрессоры, которые создают давление перед первой ступенью компрессора, что обеспечивает лучшее заполнение цилиндра первой ступени диоксидом углерода.

После превращения диоксида углерода в жидкость он может быть подан на батарею стальных баллонов и розлив в стальные баллоны или направлен в накопители жидкого диоксида углерода, или на производство твердого диоксида углерода (сухого льда).

Стальная батарея обычно состоит из 10 баллонов вместимостью по 400 л каждый. Она предназначена для создания запаса, необходимого для бесперебойного заполнения более мелких стальных баллонов.

Таблица 85

ДАВЛЕНИЕ И ТЕМПЕРАТУРА CO₂ ПО СТУПЕНЯМ
СЖАТИЯ КОМПРЕССОРА

Степень сжа- тия компрес- сора	Давление, МПа (кгс/см ²)		Температура диок- сида углерода, °С	
	на входе	на выходе	на вхо- де	на выходе
Первая	0,095—0,098 (0,95—0,98)	0,6—0,8 (6—8)	15—20	170—180
Вторая	0,6—0,8 (6—8)	2,4—2,8 (24—28)	25—28	130—140
Третья	2,4—2,8 (24—28)	6,5—7,0 (65—70)	25—30	105—115

Пост наполнения баллонов состоит из двух стоек: нижней, за-крепленной на платформе медицинских весов типа ВМ-150, и верх-ней (на которой установлены трубка и кран), способной за счет деформации цилиндрических пружин перемещаться относительно нижней стойки для компенсации различной высоты баллонов.

Жидкий диоксид углерода поставляется потребителю в сосудах под давлением: в баллонах по ГОСТ 949—73 с рабочим давлением $200 \cdot 10^2$ кПа (200 кгс/см²) при температуре до +60°С и коэффициенте заполнения 0,72 кг/л; изотермических цистернах по ГОСТ 19662—74; в таре другой вместимости, отвечающей требованиям Госгортехнадзора, и по трубопроводам. При использовании баллонов с другим рабочим давлением коэффициент заполнения должен быть равен: при $100 \cdot 10^2$ кПа (100 кгс/см²) — 0,29 кг/л; $125 \cdot 10^2$ кПа (125 кгс/см²) — 0,47 кг/л; $150 \cdot 10^2$ кПа (150 кгс/см²) — 0,60 кг/л.

Жидкий диоксид углерода, поступающий на машиностроительные заводы, расходуется в значительных количествах. В этом случае по согласованию с заводом первоначальное давление CO₂ в сосудах типа НЖУ может быть снижено до 0,8—1,0 МПа (8—10 кгс/см²) и потери CO₂ на испарение будут не так значительны, как при хранении под атмосферным давлением. В этом случае наполнение сосудов-накопителей производится путем двукратного дросселирования. После стальных баллонов на трубопроводе устанавливается редукционный вентиль, снижающий давление до 2,4—2,8 МПа (24—28 кгс/см²). Жидкий диоксид углерода при этом давлении поступает в промежуточный сосуд, затем транспортируется через второй редукционный вентиль, снижающий давление до 0,8—1,0 МПа (8—10 кгс/см²), при этом давлении происходит наполнение сосуда-накопителя. Для отвода образующегося газообразного CO₂ промежуточный сосуд и накопитель подключаются к соответствующей ступени компрессора. Степень заполнения сосуда-накопителя контролируется путем замера массы. Во время заполнения необходимо следить за давлением в сосуде по манометру, которое не должно подниматься выше 1,2 МПа.

Баллоны и другие сосуды высокого давления, поступающие от потребителя, должны иметь остаточное давление диоксида углерода не ниже $3,9 \cdot 10^2$ кПа (4 кгс/см²), что проверяется измерителем остаточного давления.

Баллоны после гидравлических испытаний должны быть промыты горячей водой (60—80°С) и продукты с помощью специального патрубка, вводимого через горловину внутрь баллона на всю его высоту. После продувки на горловину чеканкой наносится условный знак предприятия-изготовителя диоксида углерода.

Цистерны, баллоны и другие емкости с жидким диоксидом углерода, их маркировка, эксплуатация и хранение должны соответствовать Правилам устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, утвержденным Госгортехнадзором СССР, и Правилам перевозок грузов Министерством путей сообщения. Транспортирование баллонов с диоксидом углерода должно осуществляться в соответствии с Правилами перевозок опасных грузов, действующими на соответствующих видах транспорта. Гарантийный срок хранения жидкого диоксида углерода в баллонах по ГОСТ 949—73 2 года, в цистернах — 6 мес со дня изготовления продукта.

Получение, транспортирование и хранение твердого диоксида углерода (сухого льда)

Твердый диоксид углерода изготавливается в соответствии с требованиями ГОСТ 12162—77 по технологическому регламенту, утвержденному в установленном порядке.

Производство сухого льда может быть осуществлено по циклу высокого давления путем охлаждения жидкого диоксида углерода, его дросселирования с отводом образующейся газообразной формы по схеме, приведенной на рис. 21.

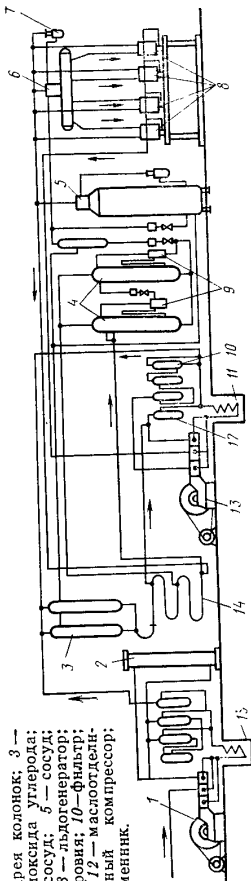
Жидкий CO₂ из стальных баллонов, служащих промежуточной емкостью высокого давления, или из батарей колонок, где он очищается после третьей ступени компрессора под давлением 6,0—7,0 МПа (60—70 кгс/см²), подается в ресиверы для жидкого диоксида углерода, последовательно проходит через внутренние трубы первой и второй секций теплообменника и посредством регулирующего вентиля дросселируется до 2,4—2,8 МПа (24—28 кгс/см²). Часть жидкого CO₂ испаряется, температура остающейся части понижается до —12÷—8°С. Жидкий диоксид углерода накапливается при этом в первом промежуточном сосуде, а образующийся при дросселировании газообразный CO₂ отделяется в нем и отсасывается через кольцевое пространство первой секции теплообменника цилиндром высокого давления дополнительного компрессора. Уровень диоксида углерода в первом промежуточном сосуде контролируется ртутным указателем.

Посредством второго регулирующего вентиля давление жидкого диоксида углерода понижается с 2,8 до 0,8 МПа, что снова приводит к испарению части жидкости. Смесь жидкого и газообразного CO₂ с температурой —44°С поступает во второй промежуточный сосуд. В нем жидкость отделяется, а пар через кольцевое пространство второй секции теплообменника отсасывается цилиндром среднего давления дополнительного компрессора. Уровень жидкости в сосуде контролируется световым указателем.

Из второго промежуточного сосуда жидкий диоксид углерода под давлением 0,8 МПа (8 кгс/см²) с температурой —44°С поступает в льдогенераторы, включаемые поочередно. После заполнения

Рис. 21. Схема производства твердого диоксида углерода (сухого льда) по циклу высокого давления:

1 — компрессор; 2 — батарея колонок; 3 — ресивер для жидкого диоксида углерода; 4, 6 — промежуточный сосуд; 5 — сосуд; 7 — световой указатель; 8 — льдогенератор; 9 — ртутный указатель уровня; 10 — фильтр; 11, 13 — конденсатор; 12 — маслоотделитель; 14 — дополнительный компрессор; 15 — теплообменник.



льдогенератора медленно открывается диафрагма нижнего отсека. Жидкий диоксид углерода при прохождении диафрагмы теряет давление и, достигнув тройной точки при давлении 0,428 МПа (4,28 кгс/см²), постепенно превращается в твердое тело. Процесс намораживания блока идет снизу вверх. О конце процесса судят по падению давления в полости льдогенератора по манометру. При падении давления до атмосферного закрывают жидкостный вентиль и диафрагму, открывают дно льдогенератора и извлекают готовый блок сухого льда. Процесс льдообразования продолжается 35—50 мин, масса блока сухого льда 42—44 кг при размере 210×210×840 мм. Объемная масса сухого льда колеблется от 1,1 до 1,3 кг/дм³.

Избыток CO₂ под давлением 0,8 МПа хранится в сосуде 5, количество его контролируется световым указателем уровня.

Намораживание блоков сопровождается образованием паров при почти атмосферном давлении и температуре —78,9°С. Пары, пройдя диафрагмы, поступают в рубашку льдогенератора, откуда по трубопроводу направляются в цилиндр низкого давления дополнительного компрессора, затем проходят батарею фильтров и маслоотделителей, сжимаются до 6,5—7,0 МПа (65—70 кгс/см²) и, сжиженные в конденсаторе, направляются в батарею ресиверов на повторный цикл.

Блоки твердого диоксида углерода упаковывают в чистые изотермические контейнеры или другие изотермические емкости. Транспортируют их автотранспортом. Блоки хранят в специальных хранилищах или изотермических контейнерах при атмосферном давлении. Хранить твердый диоксид углерода в герметически закрытых, но не имеющих предохранительных клапанов сосудах воспрещается

Определение производственной мощности цеха получения диоксида углерода

Суточная производительность цеха получения жидкого диоксида углерода определяется по выработке его в тоннах (как в жидком, так и в твердом состоянии).

Выход продукции для расчета мощности цеха жидкого диоксида углерода принят в тоннах на 1000 дал спирта.

Годовая производственная мощность спиртового предприятия, оборудованного углекислотной установкой, определяется произведением суточной мощности на число полных рабочих дней в году (принимается 305 дней).

Суточная мощность цеха по выработке жидкого диоксида углерода в баллонах рассчитывается по мощности спиртового цеха и часовой паспортной производительности установленных углекислотных компрессоров при продолжительности их работы в сутки 22 ч (2 ч отводится на профилактику оборудования). Резервные углекислотные компрессоры в расчет не принимаются.

Выход жидкого диоксида углерода на 1000 дал мощности спиртового цеха, перерабатывающего крахмалистое сырье, составляет 4,5 т.

При выработке переохлажденного жидкого диоксида углерода, хранения его в накопителях и транспортировке в контейнерах суточная производительность принимается в размере 70% от суточной мощности, рассчитанной для условий розлива жидкого CO₂ в баллоны.

При выработке твердого диоксида углерода, или сухого льда, коэффициент пересчета жидкого CO₂ в сухой лед принимается равным 0,5.

Раздел IV

ТЕХНОХИМКОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА СПИРТА ИЗ КРАХМАЛИСТОГО СЫРЬЯ

Глава I

КОНТРОЛЬ СЫРЬЯ И ПОЛУФАБРИКАТОВ

Для контроля качества сырья и полуфабрикатов спиртового производства отбирается их средняя проба, на основании результатов анализа которой делается заключение о качестве всей партии: ее крахмалистости, загрязненности, зараженности, влажности и т. д. Осахаривающие материалы (солод и ферментные препараты) оцениваются по активности того или иного ферментного комплекса.

ЗЕРНО

Отбор проб зерна

Отбор образцов зерна осуществляется в соответствии с ГОСТ 10839—64. Качество партии зерна устанавливается на основании результатов анализа среднего образца, отобранного из партии. Партией называется любое количество зерна, однородного по качеству (по органолептической оценке), которое предназначено к одновременной приемке, сдаче, отгрузке или хранится в одном силосе, закроме, складе.

Небольшое количество зерна, отобранного из партии за один прием для составления исходного образца, называется *выемкой*. Исходный образец составляется путем смешивания всех выемок. Если масса выемок, отобранных из партии зерна, составляет не более 4 кг, то она является средним образцом, а если превышает 4 кг, то от нее отбирают пробу в количестве 2 кг с помощью специальных делителей или вручную с помощью планок со скошенным ребром.

Для определения отдельных показателей качества зерна и анализа его химического состава от среднего образца отбираются небольшие количества зерна, которые называются *навесками*.

Выемки зерна из автомашин отбирают щупом в четырех точках кузова с поверхности и дна или по всей глубине насыпи на расстоянии 0,5 м от бортов; общая масса выемок должна быть не менее 1 кг.

Выемки при разгрузке вагонов, а также из силоса элеватора и закромов в процессе выпуска зерна из силоса (закрома) отбирают из падающей струи перемещаемого зерна с транспортерных лент, в специальных отводах, из-под весов и т. п. с помощью механического пробоотборника или специальным ковшом путем пересечения струи зерна через равные промежутки времени. Промежутки времени устанавливают в зависимости от скорости перемещения зерна, но с таким расчетом, чтобы общая масса отобранных выемок составляла

не менее 0,1 кг на каждую тонну перемещаемого зерна. Общая масса выемок зерна при разгрузке вагонов способами, позволяющими отбирать щупом выемки из вагонов, должна быть около 2 (двухосный вагон) или 4,5 кг (четырёхосный вагон). Из двухосных вагонов выемки отбирают щупом в пяти точках поверхности насыпи зерна: в четырех углах вагона на расстоянии 50—75 см от стенок и посередине вагона. Из четырехосных вагонов выемки отбирают в одиннадцати точках поверхности насыпи зерна из трех слоев насыпи: из верхнего на глубине до 10 см, среднего на глубине, равной половине насыпи, и нижнего у пола вагона.

Выемки из зерна, хранящегося в складах насыпью, при высоте насыпи до 1,5 м отбирают вагонным щупом, при большей высоте насыпи — щупом с навинчивающимися штангами. Перед отбором выемок поверхность зерна в складе разделяют на секции площадью примерно по 100 м² каждая. Из каждой секции выемки отбирают в пяти точках поверхности насыпи: в четырех углах на расстоянии 1 м от границ секции и посередине насыпи. В каждой из пяти точек выемки отбирают из верхнего слоя на глубине 10—15 см от поверхности насыпи, из среднего и из нижнего слоев — у самого пола. Общая масса выемок должна составлять около 2 кг на каждую секцию площадью 100 м².

Совокупность выемок однородной партии зерна составляет исходный образец.

Определение качества зерна

Определение запаха, цвета и вкуса зерна проводится в соответствии с ГОСТ 10967—75 органолептически.

Запах определяют в целом или размолотом зерне. Цвет зерна определяют визуально. Вкус зерна устанавливают органолептически после того, как смесь 50 г зерна и 100 мл воды, нагретая до кипения, охладится до 30—40° С.

Методы определения натурной массы зерна определены ГОСТ 10840—64. Натурной массой называют массу 1 л зерна, выраженную в граммах, или массу 1 гл зерна — в килограммах. Натурную массу определяют в литровой пурке с падающим грузом или в 20-литровой пурке по ГОСТ 7861—74. Отбор среднего или исходного (для 20-литровой пурки) образцов проводят в соответствии с ГОСТ 10839—64.

Определение зараженности вредителями

Зараженность зерна вредителями в соответствии с ГОСТ 10841—64 определяют путем просеивания всего среднего образца, отбираемого в соответствии с ГОСТ 10839—64, через сито с диаметром отверстий 1,5 мм. Степень зараженности устанавливают по количеству живых вредителей на 1 кг зерна. Степень зараженности партии устанавливают по образцу, в котором обнаружена наивысшая зараженность.

Определение влажности

Для определения влажности по ГОСТ 3044—55 применяют метод высушивания размолотого зерна в сушильном шкафу СЭШ-1, СЭШ-3М и в сушильных шкафах других систем при температуре

130°С в течение 40 мин. Высушиванием в сушильном шкафу определяют влажность при исходном содержании влаги в зерне не более 18%.

Перед высушиванием зерно измельчают на лабораторной мельнице. Степень измельчения зерна должна удовлетворять показателям, приведенным ниже:

Культура зерна	Проход частиц через проволочное сито с диаметром отверстий 0,8 мм, %, не менее
Пшеница	60
Гречиха	50
Овес	30
Прочие зерновые и бобовые	50

При содержании влаги более 18% зерно предварительно подсушивают в сушильном шкафу при температуре 50°С в течение 1 ч и при 105°С в течение 30 мин.

Влажность зерна определяют также электрометрическим способом по сопротивлению спрессованного образца зерна, с применением влагомеров марок ВП-4, ВЭ-2 и ВЭ-2М. Влагомером ВП-4 можно определять влажность только в зерне, содержащем 12—18% влаги, влагомером ВЭ-2 — до 30, а ВЭ-2М — до 40%.

При определении влажности зерна каждым из указанных методов отклонения при двух параллельных определениях допускаются не более 0,25%, при нескольких (более двух) параллельных определениях отклонения отдельных показаний от среднего арифметического допускаются не выше $\pm 0,25\%$. При контрольных и арбитражных определениях отклонения допускаются не более 0,5%.

Определение засоренности и прохода мелких зерен

В соответствии с ГОСТ 10939—64 определение засоренности проводят после выделения из среднего образца крупных примесей (соломы, колосьев, комков земли, камешков) путем просеивания его на сите с отверстиями диаметром 6 мм. В дальнейшем при определении засоренности эти крупные примеси, содержание которых выражено в процентах, добавляют к соответствующим фракциям сорной примеси, содержание которой также выражено в процентах (колосья после извлечения из них зерна относятся к сорной примеси).

Образец зерна для анализа на засоренность просеивают на лабораторных ситах, указанных в стандартах на соответствующие культуры для выделения сорной и зерновой примесей и прохода мелких зерен. Комплект сит устанавливают для просеивания в следующем порядке: 1 — поддон, 2 — сито, предусмотренное стандартом на соответствующую культуру для выделения сорной и зерновой примесей, 3 — сито, предусмотренное стандартом на соответствующую культуру для выделения мелких зерен, 4 — сита, рекомендуемые для облегчения разбора навески.

При просеивании вручную набор сит с образцом зерна помещают на стол с гладкой поверхностью или стекло и просеивают про-

должно-возвратными движениями по направлению длины продольных отверстий без встряхивания. Размах колебаний сит должен быть около 10 см, время просеивания 3 мин при 110—120 движениях в минуту.

Из прохода сита (1,7×20 мм для пшеницы, 1,4×20 мм для ржи, 1,8×20 мм для крупного овса и 2,2×20 мм для крупного ячменя) и схода с сита, установленного для определения сорной примеси, выделяют сорную и зерновую примеси согласно стандарту на соответствующие культуры. Весь оставшийся проход считают мелким зерном (включая зерна культурных растений, относимых по стандарту к основной культуре), взвешивают его и содержимое выражают в процентах к взятой навеске.

Из сходов всех сит выделяют сорную и зерновую примеси, к которым присоединяют соответствующие примеси из прохода сит, установленных для выделения мелких зерен; к сорной примеси присоединяют также весь проход через сито, установленное для его выделения.

Из прохода сита, относимого по стандартам на соответствующие культуры к сорной примеси, выделяют только вредную примесь и присоединяют ее к общему количеству вредной примеси, выделенной из сходов всех сит. Остальная примесь считается проходом сита и на фракции ее не разделяют.

Выделенные фракции сорной и зерновой примесей взвешивают, количество их выражают в процентах от взятой массы зерна.

При наличии в пшенице, ржи и ячмене испорченных или поврежденных при самосогревании и сушке зерен содержание последних определяют путем поперечного разрезания сомнительных по внешнему виду зерен из отдельной навески, выделенной из зерна, оставшегося после определения засоренности. Количество испорченных и поврежденных зерен (раздельно), выделенных из образца зерна в 10 г, выражают в процентах к последующим прибавленным их к процентному содержанию сорной и зерновой примесей из образца массой 50 г.

Содержание металлической примеси определяют в образце зерна массой 1 кг. Зерно рассыпают на стекле или гладкой доске ровным слоем толщиной не более 0,5 см. Металлические примеси из зерна выделяют подковообразным магнитом, грузоподъемность которого должна быть не менее 12 кг. Ножками магнита медленно проводят продольные и поперечные бороздки в зерне таким образом, чтобы ножки проходили в самой толще и касались стекла. Когда магнитом будет пройдена вся поверхность слоя зерна, приставшие металлические частицы снимают в чашечку, зерно собирают и вновь рассыпают слоем той же толщины и затем проводят вторичное выделение металлопримесей магнитом в том же порядке.

Собранные с магнита металлические частицы взвешивают с точностью до 0,0002 г и количество их выражают в миллиграммах на 1 кг зерна. Результаты определений записывают со следующей точностью:

Сорная и зерновая примеси	$\pm 0,1\%$
Вредная примесь и отдельные фракции сорной и зерновой примесей	$\pm 0,01$ г
Металлическая примесь	$\pm 0,001$ г

Определение пленчатости

Согласно инструкции по теххимконтролю пленчатость зерна не определяется. Однако при контроле за подработкой овса в соответствии с ГОСТ 10843—64 определяется количество связанной шелухи в необрушенном овсе. Для этого из средней пробы обрушенного овса берут навеску 10 г, помещают ее на гладкий стол или стекло и отбирают вручную пинцетом фракции: обрушенного зерна, необрушенного овса, свободную шелуху и сорную примесь. Во фракции необрушенного овса определяют содержание связанной шелухи, которую отделяют от ядра пинцетом и взвешивают. Вычисляют суммарное количество свободной и связанной шелухи в обрушенном овсе.

Определение крахмалистости

Содержание крахмала в зерне определяют в соответствии с ГОСТ 10845—64. В спиртовом производстве крахмалистостью считают содержание крахмала в сумме со сбраживаемыми сахарами. Крахмалистость определяют при содержании сорной примеси в натуральном зерне не более 3%, в чистом зерне, освобожденном от не содержащих крахмала примесей, — свыше 3%. В зерне кукурузы крахмалистость определяют только в чистом зерне. К сорной примеси при определении крахмалистости относят: весь проход через сита, установленные для сорной примеси в данной культуре; минеральную примесь (землю, песок и т. д.); органическую примесь (полову, части листьев, стеблей и стержней колоса, остей, щепки и т. д.); не содержащие крахмала сорные семена дикорастущих растений; вредные примеси (спорынья, головню).

Для определения крахмалистости зерна из средней пробы образца с помощью делителя или вручную отбирают 30—50 г зерна, очищают его от сорной примеси (испорченные зерна не отбирают) и размалывают на лабораторной мельнице до полного измельчения, предварительно подсушив зерно, содержащее более 16% влаги. Полученный помол просеивают через сито с отверстиями 1 мм (при помолу кукурузы — 0,5 мм), остаток вновь размалывают и просеивают до тех пор, пока весь помол не пройдет через это сито.

В спиртовой промышленности крахмалистость здорового зерна принято определять в зависимости от культуры следующими методами: поляриметрическим с применением разбавленного раствора соляной кислоты и специального расчетного коэффициента (для овса, ячменя, проса, чумизы, риса, сорго, гаоляна, гречихи, вика, кукурузы и ржи), поляриметрическим хлоркальциевым (для пшеницы), химическим (для зерна IV степени дефектности). Когда на заводе имеются ненормальности (поступает дефектное зерно, имеет место несоответствие между выходом спирта из 1 т крахмала зерна и технологическими показателями), крахмалистость зерна определяют контрольным методом бродильной пробы — биологическим.

Поляриметрический метод с применением разбавленного раствора соляной кислоты. Размолотый продукт высыпают на гладкую ровную поверхность, тщательно перемешивают и берут параллельные навески 5 г (с точностью до 0,01 г) на технических весах. Взятый образец пересыпают в сухую мерную колбу вместимостью 100 мл. Сюда же вносят 25 мл 1,124%-ной соляной кислоты. Содержимое

колбы взбалтывают до полного смачивания продукта и исчезновения комочков. Следующими 25 мл кислоты смывают частицы муки со стенок горлышка колбы. Колбу помещают в кипящую водяную баню. В течение первых 3 мин (не вынимая колбы из бани) размешивают ее содержимое плавными круговыми движениями, следя за тем, чтобы вода в бане непрерывно кипела и покрывала всю широкую часть колбы.

Спустя точно 15 мин (срок гидролиза крахмала под действием кислоты) колбу вынимают из бани, быстро приливают в нее столько холодной дистиллированной воды, чтобы до мерной черты оставался объем в пределах не более 10—15 мл. Содержимое колбы охлаждают до температуры 20°С. Затем в колбу приливают реактивы для осаждения белков и осветления раствора. Для осветления обычно используют моллибдат аммония (6 мл 2,5%-ного раствора) или сульфат цинка (при анализе пшеницы).

Раствор доводят дистиллированной водой до метки, тщательно перемешивают и фильтруют через сухой складчатый бумажный фильтр. Во избежание испарения при фильтрации воронку покрывают стеклом. Первые порции фильтрата возвращают в воронку.

Фильтратом заполняют поляризационную трубку и немедленно приступают к определению поляризации на сахариметре. Делают не менее трех отсчетов по шкале сахариметра (каждый раз выливая раствор из трубки и заполняя ее новой порцией фильтрата) и вычисляют из них среднее арифметическое. Максимальная разница между отдельными отсчетами показаний сахариметра не должна превышать 0,1° шкалы.

Содержание крахмала C (в %) в пересчете на абсолютно сухое вещество вычисляют по формуле $C = Ka \cdot 100 : (100 - W)$, где K — расчетный коэффициент; a — показание сахариметра, °; W — влажность продукта, %. Расчетные коэффициенты имеют следующие значения: для ячменя — 1,912; овса — 1,914; чумизы — 1,818, сорго и гаоляна — 1,865; гречихи — 1,805; вика — 1,747; риса — 1,866; проса — 1,818; ржи — 1,957; пшеницы — 1,827; кукурузы — 1,849.

Расхождение между параллельными определениями крахмала при длине трубки сахариметра 2 дм допускается не более 0,5%, при длине 1 дм — не более 1,0%.

Поляриметрический хлоркальциевый метод. 2 г размолотой пшеницы переносят в сухую круглодонную колбу на 100 мл с широким горлом (диаметр не менее 2,5 см), добавляют 5 мл воды и размешивают стеклянной палочкой до исчезновения комочков. Затем приливают 60 мл насыщенного раствора хлорида кальция и 2 мл 1,6%-ного раствора уксусной кислоты. Содержимое колбы тщательно перемешивают, колбу закрепляют в штативе на определенном расстоянии от электроплитки или газовой горелки, пламя которой должно быть прикрыто асбестовой сеткой, и нагревают до кипения в течение 5—6 мин. Во время нагревания жидкость с осадком перемешивают стеклянной палочкой, следя, чтобы масса не пригорала к стенкам и не вспенивалась. Содержимое колбы кипятят в течение 15 мин. Кипение должно быть энергичным и постоянным, что достигается регулированием пламени горелки, поднятием или опусканием колбы в штативе. Крупинки помола при помешивании не должны оседать на стенках колбы выше уровня жидкости во избежание неполного растворения крахмала.

После кипячения (гидролиза) содержимое колбы в горячем состоянии переносят в мерную колбу на 100 мл и охлаждают до 20° С. Внутренние стенки колбы ополаскивают дистиллированной водой, добавляют к реакционной смеси 1 мл 30%-ного раствора сульфата цинка и 1 мл 15%-ного раствора гексацано-(II)-феррата калия (желтой кровяной соли). Объем смеси доводят при 20° С до метки дистиллированной водой, тщательно перемешивают и фильтруют в сухую колбу. Первые 20 мл фильтрата выливают, остальные снова охлаждают до 20° С и тотчас же поляризуют в трубке длиной 2 дм. Оставлять надолго осветленный раствор нельзя, так как переходящие в коллоидное состояние жиры вызывают помутнение раствора.

При массе образца точно 2,0 г и длине трубки 2 дм формула для определения крахмалистости пшеницы C (в %) имеет вид $C = 4,271 \cdot P$, где P — показание поляриметра, град. Допустимые отклонения при определении крахмалистости пшеницы по этому методу в разных пробах от одной и той же партии зерна и при контрольных проверках не должны превышать $\pm 0,6\%$.

Химический метод определения крахмалистости. При проведении анализа этим методом сначала готовят водную суспензию измельченного зерна и клейстеризуют крахмал в кипящей водяной бане. Клейстеризованный крахмал обрабатывают ферментами солода, в результате чего образуются растворимые продукты гидролиза — декстрины и олигосахариды, дисахариды (в основном мальтоза).

Одновременно при гидролизе в раствор переходят свободные сахара, возможно присутствие растворимого крахмала; из несбраживаемых веществ имеются пентозы, пентозаны, уроновые кислоты, аминокислоты, органические кислоты, минеральные соединения и другие растворимые вещества.

Для определения сбраживаемых углеводов их гидролизуют в моносахара слабой соляной кислотой. При этом небольшое количество глюкозы (и фруктозы) образуется также за счет инверсии сложных углеводов зерна (сахарозы, фруктозидов). В растворе после гидролиза определяют общее содержание редуцирующих углеводов — сбраживаемых (глюкоза и фруктоза) и несбраживаемых (ксилоза и арабиноза). Общее содержание углеводов определяют путем окисления их фелинговой жидкостью. Параллельно определяют содержание пентоз и углеводов, введенных с ферментами солода; с учетом поправки на эти углеводы вычисляют содержание сбраживаемых углеводов.

Методики двух химических методов определения крахмалистости зерна: ускоренного и модифицированного по Меркеру, а также методика определения крахмалистости методом бродильной пробы представлены в Инструкции по теххимическому контролю спиртового производства (М.: Пищевая промышленность, 1967).

Определение качества зерносмеси

Зерносмесью называется смесь зерна двух или нескольких культур при содержании одной из них не менее 15%. При меньшем содержании культуры она учитывается как зерновая примесь и ее ценность устанавливается по главным культурам.

Отбор средних проб зерносмеси, подготовку к анализу и определение засоренности проводят так же, как и для одной культуры зерна.

Натуру зерносмеси не определяют, устанавливают только процентное содержание культур зерна в ней.

Засоренность и содержание культур вычисляют в процентах к массе исходной навески зерносмеси.

Содержание влаги в зерносмеси определяют так же, как в одной культуре зерна. При использовании влагомера ее определяют отдельно для каждой культуры и вычисляют как средневзвешенную величину.

Крахмалистость зерносмесей, не содержащих пшеницы, определяют поляриметрическими методами, но для расчета пользуются средневзвешенным коэффициентом $K_{з.с.}$, который определяется по уравнению $K_{з.с.} = (K_1 C_1 + K_2 C_2 + \dots + K_n C_n) : (100 - C_{м.с.})$, где K_1, K_2, \dots, K_n — расчетные коэффициенты для культур зерна, входящих в смесь (см. Определение крахмалистости); C_1, C_2, \dots, C_n — содержание отдельных культур в смеси, %; $C_{м.с.}$ — содержание мертвого (органического и минерального) сора в пробе, %.

При анализе содержащих пшеницу зерносмесей крахмалистость вычисляют как среднединамическое из отдельных анализов.

Например, зерносмесь содержит 42,15% ржи крахмалистостью 51,76%, 35,51% пшеницы крахмалистостью 52,79%, 20,54% ячменя крахмалистостью 47,91%. Сорность зерносмеси 1,80. Среднединамическая крахмалистость указанной зерносмеси составит $(42,15 \times 51,76 + 35,51 \times 52,79 + 20,54 \times 47,91) : (100 - 1,8) = 51,33\%$.

В зерносмесях III и IV степеней дефектности крахмалистость определяют химико-диастатическими методами без разделения по культурам.

Контроль подработки зерна

Подработка зерна на спиртовых заводах состоит в очистке зерна от механических и органических примесей с целью удаления камней, песка, сора, металлических включений, абразивных и других примесей, ухудшающих качество зерна, а также влияющих на работу и срок службы оборудования вследствие забивания аппаратуры, истирания стенок аппарата, а также в измельчении и обрушивании зерна для улучшения режимов его переработки. Методика отбора проб та же, что и для зерна, поступающего в производство.

Содержание сорной и металлических примесей в очищенном зерне, а также влажность и крахмалистость фракций, полученных после подработки, определяют по общеустановленным методам.

При обрушивании овса получают обрушенный овес, мучку и шелуху. В партиях обрушенного овса и мучки, подаваемых в производство, обычными методами определяют влажность и крахмалистость. Содержание свободной шелухи определяют взвешиванием, связанной — в обрушенном овсе после отделения шелухи от ядра зерна пинцетом — также взвешиванием.

Качество измельчения зерна оценивается ситовым анализом. Пробы отбираются из-под дробилки путем пересечения пробоотборником (совком) всей струи. Навеску массой 100 г просеивают на наборе сит с отверстиями диаметром 3,0; 2,5; 2,0; 1,5 и 1,0 мм. Продолжительность просеивания ровными продольными движениями по поверхности стола составляет 5 мин. Качество измельчения зерна характеризуется остатками на ситах 3,0—1,5 мм и проходом через сито 1 мм, которые выражаются в процентах.

При переработке тонконзмельченного зерна по схемам непрерывного разваривания с двухстадийным измельчением зерна проход через сито 1 мм должен составлять не менее 85—86%, остаток на сите 2 мм не должен превышать 1,5%.

КАРТОФЕЛЬ

Отбор проб картофеля

Отбор проб для определения качества картофеля осуществляется в соответствии с ГОСТ 7194—69.

Для составления средней пробы отбирают выемки от партии при сдаче (приемке) картофеля в процессе его погрузки (выгрузки). Партией является любое количество картофеля, предъявленное к одновременной сдаче-приемке. Средняя проба составляется из всех выемок, отобранных от партии картофеля. Выемкой называется небольшое количество клубней картофеля, взятое без выбора из одного места партии для составления средней пробы.

От партии, поступающей навалом на автомашине, повозке, барже, в вагоне, средняя проба отбирается от каждой транспортной единицы. От партий, хранящихся в закромах, буртах, траншеях, среднюю пробу отбирают от каждого закрома, бурта, траншеи.

При поступлении партий картофеля без тары или при bestарном хранении отдельные выемки берут по всей высоте, ширине и длине насыпи из разных мест и слоев (верхнего, среднего, нижнего) через равные промежутки. Количество выемок должно быть (шт., не менее): от автомашины, тракторной тележки, воза и партии грузоподъемностью до 5 т — 5; от двухосного вагона и партии до 20 т — 10; от четырехосного вагона и партии от 20 до 60 т — 16; от баржи и партии от 60 до 150 т — 24; от баржи и партии свыше 150 т на каждые следующие 50 т берут дополнительно 5 выемок.

Средняя проба из саморазрушающихся средств (автосамосвалов, тракторных тележек) отбирается из разных мест насыпи сразу после выгрузки картофеля.

Выемки картофеля, перевозимого без тары или хранящегося навалом, а также в закромах, буртах, траншеях, отбирают деревянными или роликовыми лопатами. Отдельные выемки должны быть равновеликими, но не менее 3 кг; для партий от 60 т и выше — не менее 10 кг. Отдельные выемки, взятые из разных мест партии картофеля, смешивают и получают среднюю пробу.

Определение загрязненности

Для определения загрязненности картофеля в соответствии с ГОСТ 7194—69 клубни отмывают от земли водой, при незначительной загрязненности клубни пропускают через грохот или очищают от земли вручную. В спорных случаях загрязненность определяют только путем отмывания земли от клубней водой.

При определении загрязненности свежего здорового картофеля на весах Парова отвешивают 5 кг картофеля, взятого из средней пробы, помещают клубни в бачок со сплошными стенками и подвешивают его на серезку весов вместо корзины. Затем малую гирию весов отводят до упора влево, задвигают внутрь до упора пере-

движную линейку на большой гири весов и фиксируют ее в таком положении винтом. Большую гирию перемещают на нулевое деление, соответствующее 5 кг, так, чтобы острие имеющегося на нем штфита указателя точно попало в углубление — черту названного деления. Точно взвешенные 5 кг картофеля пересыпают в ведро с водой для отмывания от земли. Отмытый картофель высыпают на противень с сетчатым дном или в корзину на 2—3 мин, чтобы с клубней стекла вода, и пересыпают клубни обратно в бачок. Содержание земли (в процентах) определяют передвижением большой гири на коромысле до полного уравнивания весов. К показателю деления, на котором установилось острие штфита указателя, прибавляют 1% — поправку на приставшую к клубням воду.

При определении загрязненности картофеля на чашечных весах отобранную среднюю пробу картофеля взвешивают и пересыпают в бачок с водой. После отмывания от земли клубни помещают на противень с сетчатым дном или в корзину на 2—3 мин для стекания воды и вновь взвешивают. Из массы мытого картофеля вычитают массу приставшей к клубням воды (1%) и вычисляют содержание земли в картофеле в процентах.

При очистке клубней от земли вручную загрязненность определяют по разнице в массе необтертых и обтертых клубней.

При наличии после выгрузки картофеля на полу вагона, баржи, автомашины или повозки свободной примеси (земли) устанавливают ее массу и вычисляют процент этой примеси от общей массы картофеля в вагоне, барже, автомашине, повозке.

Общую загрязненность картофеля в процентах получают после суммирования процента свободной примеси картофеля и процента земли, установленного на весах Парова или чашечных весах.

При определении загрязненности мороженого и частично подмороженного картофеля отвешивают на тарелочных весах 8—10 кг. Затем картофель промывают либо под струей теплой воды, либо в двух ведрах с теплой водой при температуре 40°С, которую меняют по мере загрязнения и остывания. В первом ведре в течение 2—3 мин отмывается основная грязь, во втором клубни быстро ополаскиваются чистой водой. Промытые клубни выкладывают на сетчатый противень для стекания воды и через 2 мин взвешивают на тех же весах, что и грязный картофель. Процент загрязненности вычисляют как разность массы грязного и чистого картофеля.

При определении загрязненности загнившего картофеля к сорной примеси относят гнилую часть клубней, так как при мойке отмывается основная часть гнили. Среднюю пробу загнившего картофеля в количестве 20 кг отбирают по общепринятому методу. На анализ отвешивают 5 кг загнившего картофеля, отобранную навеску моют, перемешивая массу деревянным веслом и не повреждая здоровой части клубня. Определение загрязненности проводят по обычной методике.

Определение содержания клубней, пораженных различными видами болезней

При поражении клубней паршой или ооспорозом (наличие язв, «подушечек») определяют суммарную площадь поражения поверхности клубня. При определении количества клубней, пораженных

другими видами болезней, сначала устанавливают в средней пробе картофеля массу явно загнивших клубней и определяют их процентное содержание к массе клубней в пробе. Затем из оставшейся пробы без выбора отбирают не менее 50 клубней (не менее 15% клубней от всей средней пробы). Отобранные клубни разрезают ножом. Если в разрезанных клубнях не будут обнаружены кольцевая гниль, черная ножка, железистая пятнистость, фитофтороз и другие виды заболеваний, остальные клубни в пробе не разрезают. В противном случае разрезают все клубни в пробе. При обнаружении на одном и том же клубне различных дефектов клубень характеризуют по наиболее выраженному дефекту.

Результаты анализа средней пробы выражают в процентах и распространяют на всю партию.

Определение крахмалистости

Согласно ГОСТ 7194—69 содержание крахмала определяют в чистом, отмытом от земли картофеле на весах Парова, которые предварительно должны быть уравновешены. Перед началом проведения анализа измеряют температуру воды в бачке. Если температура воды выше или ниже $17,5^{\circ}\text{C}$, то в показание весов вносится поправка, которая устанавливается по таблице, прилагаемой к описанию весов.

При определении крахмалистости на весах Парова отвешивают 5000 г обсушенного после промывки картофеля или 5050 г необсушенного. Для этого при сдвинутой до упора влево малой гире и выдвинутой до упора внутрь большой гире малой подвижной линейки устанавливают большую гиру на одно деление вправо от нуля, чтобы острое штифта указателя точно вошло в выемку деления. Клубни помещают в верхнюю корзину и весы уравновешивают. Если масса картофеля больше 5000 или 5050 г, весы уравновешивают частями клубней. Всплывающие крупные клубни разрезают для погружения их в воду.

После взвешивания картофеля, находящегося в верхней корзине, его при закрытом коромысле весов пересылают в нижнюю корзину для погружения в воду. Погружать в воду нижнюю корзину с картофелем необходимо так, чтобы вытесняемая вода стекала ровной струей. После стекания лишней воды большую гиру передвигают до упора влево и выдвигают передвижную линейку вправо до конца, закрепляя ее. Затем весы уравновешивают передвижением малой гиры вправо и отмечают то деление, на котором останавливается острое указателя, расположенного с правой стороны гиры или внутри ее в специально вырезанном прямоугольном отверстии, в зависимости от конструкции весов. Содержание крахмала в картофеле определяют с точностью до 0,1%.

Арбитражные анализы определения качества картофеля и содержания в нем крахмала проводят в день приемки картофеля из каждой поступающей партии. При определении содержания крахмала на весах Парова анализы проводят три раза и за конечный результат принимают среднее арифметическое трех определений. Предельное отклонение от результатов первого анализа на крахмалистость (при определении качества принятой партии картофеля) не должно превышать $\pm 0,5\%$.

При определении крахмалистости однократно замороженного или частично подмороженного картофеля среднюю пробу картофеля помещают в бачок с проточной водой (или в ведро) при температуре $47-52^{\circ}\text{C}$, которую поддерживают до полного оттаивания клубней (полноту оттаивания устанавливают по 3—4 наиболее крупным клубням, после их разрезания. Разрезанные клубни отбрасывают). Длительность оттаивания мороженого картофеля зависит от величины клубней и обычно составляет 15—25 мин. Картофель не должен выдерживаться в воде дольше, чем это необходимо для его оттаивания.

Оттаявший картофель вынимают из бачка на противень и охлаждают с помощью холодной воды, которой дают стечь с клубней в течение 2 мин. Затем берут навеску и определяют крахмалистость, как в здоровом картофеле.

Вследствие изменения плотности картофеля при оттаивании из-за потерь клеточного сока из полученной величины крахмалистости мороженого картофеля вычитают 1%. При анализе частично подмороженного картофеля поправка не вносится.

Крахмалистость картофеля, подвергшегося неоднократному заморозанию и оттаиванию, определяется поляриметрическим методом. Предварительно из средней пробы, отобранной обычным способом, составляется аналитическая средняя проба следующим образом. Клубни средней пробы выкладывают в ряд по убывающей величине и отбирают каждый 5-й клубень, всего 7—10 шт. От этих клубней быстро отмывают грязь и полностью растирают их кругообразными движениями на мелкой терке в кашку. Кашку тщательно перемешивают, отвешивают две навески по 10 г и без потерь переносят каждую из них в мерную колбу на 100 мл, смывая навески 50 мл 1,124%-ного раствора соляной кислоты. Крахмалистость определяют так же, как в зерне, на поляриметре в трубке длиной 1 дм. Для расчета крахмалистости пользуются коэффициентом 1,775. За истинное содержание крахмалистости принимают среднее значение из 2—3 параллельных определений.

Для определения содержания крахмала в загнившем картофеле его сначала отмывают от грязи, затем гниль вырезают ножом и не используют для анализа. В оставшейся части клубня крахмалистость определяют обычным способом (на весах Парова).

Если картофель прогнил настолько, что от него нельзя отделить гниль, то содержание крахмала определяют поляриметрическим методом без определения загрязненности.

Если картофель одновременно загнивший и мороженный, то его анализируют так же, как картофель, подвергшийся неоднократному заморозанию и оттаиванию. Допустимое расхождение при определении крахмалистости по плотности $\pm 2\%$.

Контроль мойки и измельчения картофеля

После картофелемойки загрязненность картофеля посторонними примесями не должна превышать 0,25—0,3% по массе мытого картофеля. При непрерывном разваривании содержание минеральных примесей (песок) не должно быть выше 1%. Контроль ведется обычным методом.

Качество измельчения картофеля оценивается методом промывания водой навески кашки (100 г) на металлическом сите с диа-

метром отверстий 3 мм. Проба из-под дробилки отбирается без подачи воды на нее. Продолжительность промывания навески 2—3 л воды составляет 5 мин. При хорошем качестве измельчения картофеля остатка частиц на сите 3 мм не должно быть. Контроль за качеством дробления сырья осуществляется не реже двух раз в смену.

ФЕРМЕНТНЫЕ ПРЕПАРАТЫ

Отбор проб

Пробы (разовые) ферментных препаратов (ФП) отбирают в соответствии с ГОСТ 20264.0—74 следующим образом: для концентрированных ФП и препаратов, полученных на распылительной сушилке, — при помощи специального мешочного шупа, погружаемого на всю глубину упаковки по вертикальной оси; для ФП в виде упаренных сиропов — пробоотборником, погружаемым на всю глубину по вертикальной оси, после тщательного перемешивания.

Разовые пробы, соединенные вместе, образуют общую пробу. Масса общей пробы составляет: для концентрированных ферментных препаратов и препаратов, полученных на распылительной сушилке, — не менее 150 г; для упаренных сиропов — не менее 2 л; для сухих культур — не менее 2 кг.

Общие пробы тщательно перемешивают, делят на две части и помещают в чистые сухие стеклянные банки с притертыми пробками. Одну банку передают в лабораторию для проведения микробиологического и физико-химических анализов, другую хранят в течение 3 мес.

Определение качества

Качество ФП (внешний вид и цвет) оценивают визуально. Для этого 3 г исследуемого препарата помещают на чистую гладкую поверхность листа белой бумаги и рассматривают его, перемешивая, при естественном свете.

Определение физико-химических показателей

Определение прозрачности водной вытяжки культуры плесневых грибов. 5 г препарата помещают в колбу Эрленмейера вместимостью 300 мл, приливают 100 мл дистиллированной воды и настаивают в течение 1 ч. Полученный раствор фильтруют через бумажный фильтр, отбирают 10 мл фильтрата в пробирку из бесцветного стекла и определяют прозрачность вытяжки визуально.

Определение растворимости в воде. 5 г исследуемого препарата (из общей пробы) взвешивают на технических весах в стаканчике вместимостью 100 мл и тщательно растирают стеклянной палочкой с небольшим количеством дистиллированной воды. Навеску переводят в цилиндр вместимостью 500 мл, доводят дистиллированной водой до метки и оставляют на 10—15 мин при периодическом перемешивании. После этого визуально определяют растворимость ферментного препарата.

Определение концентрации сухих веществ в сиропе. Метод основан на определении относительной плотности исследуемого препарата. Ферментный раствор в виде сиропа наливают в цилиндр вместимостью 100 мл, доводят температуру до 20°С и в сироп осторожно погружают сахарометр. Шейку прибора принудительно погружают на 2—3 деления и после установления равновесия производят отсчет.

При работе с сахарометром должны быть соблюдены следующие условия: непогруженная часть шейки сахарометра должна быть сухой, кроме двух-трех делений, ближайших к уровню жидкости; сахарометр не должен касаться стенок цилиндра, в который он опущен, поэтому цилиндр должен стоять строго вертикально; исследуемая жидкость должна быть без пузырьков воздуха и пены на поверхности, так как они значительно понижают плотность жидкости.

Определение крупности помола. Метод заключается в исследовании препарата с применением ситового анализа. Навеску исследуемого препарата массой 50 г из общей пробы помещают на верхнее сито № 27 лабораторного рассевка, предварительно вставляя его в сито № 38, закрывают крышкой и укрепляют весь набор сит на платформе рассевка, после чего включают мотор. Через 8 мин просеивание прекращают, слегка постукивают по обечайке сит и вновь продолжают просеивание в течение 2 мин. Необходимо следить за тем, чтобы сита были герметично закрыты.

Для очистки шелковых сит при просеивании применяют резиновые кружочки, по пять штук на каждое сито. После просеивания резиновые кружочки с сит удаляют.

Остаток на сите № 27, а также проход через сито № 38 взвешивают на технических весах и выражают в процентах ко взятой навеске.

Определение содержания влаги. Влажность препарата определяют двумя методами: арбитражным и в приборе типа ВЧ.

Арбитражный метод основан на высушивании исследуемого препарата при температуре 105°С до постоянной массы. 1 г исследуемой сухой культуры помещают в бюкс, доведенную до постоянной массы, и ставят на 4 ч в сушильный шкаф при температуре 105°С. Затем бюксу закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

Содержание влаги W (в %) определяют по формуле $W = (m_1 - m_2) \cdot 100 / (m_1 - b)$, где m_1 — масса навески (с бумажным пакетом или бюксом), г; m_2 — масса высушенной навески (с бумажным пакетом или бюксом), г; b — масса высушенной (с бумажным пакетом или пустой) бюксы, г. За окончательный результат принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, расхождения между которыми не должны превышать 0,25%. Погрешность вычисления — не более 0,01%.

При определении содержания влаги в приборе типа ВЧ быстро обезвоживают тонкий слой исследуемого препарата в бумажном пакете между двумя металлическими дисками, нагретыми до 160°С.

Перед определением влажности заготавливают пакеты из бумаги, для чего квадратный лист размером 16×16 см сгибают по диагонали и затем дважды загибают открытые стороны полученного треугольника на 0,5—0,6 см. Приготовленные пакеты высушивают с помощью прибора ВЧ при температуре 160°С в течение 3 мин и затем помещают в эксикатор. Одновременно можно высушивать до шести

пакетов — по три пакета в одном ряду. Пакеты следует взвешивать непосредственно после высушивания и охлаждения. Хранить пакеты в эксикаторе можно не более 2 ч.

Для определения влажности 1,5—2,0 г исследуемого препарата или 5 г исследуемой сухой культуры помещают в высушенный и взвешенный пакет, распределяя их по возможности равномерно по всей площади пакета. Затем пакет с препаратом помещают между пластинками прибора на 6 мин.

Если слой высушиваемого материала меньше 2 мм, то расстояние между дисками следует уменьшить.

Высушенный пакет с навеской переносят в эксикатор для охлаждения, затем взвешивают. Влажность (в %) рассчитывают по той же формуле.

Определение микробиологических показателей

Основным микробиологическим показателем ферментного препарата является его чистота, т. е. отсутствие бактериального обсеменения. Чистоту контролируют высевом препарата на чашки Петри с питательными средами и последующим подсчетом числа выросших колоний. Для выращивания колоний используются следующие питательные среды.

Мясная вода. 500 г мясного фарша без жира и сухожилий заливают 1 л дистиллированной воды и выдерживают 12 ч в холодильнике или 1 ч в водяной бане при температуре 50—60°С. Затем настой кипятят, фильтруют через марлю или вату, доводят дистиллированной водой до 1 л, разливают во флаконы и стерилизуют в автоклаве при температуре 120±2°С (давление 0,11 МПа) в течение 20 мин. Готовая мясная вода используется для приготовления мясо-пептонного бульона.

Мясо-пептонный бульон (МПБ). К 1 л мясной воды прибавляют 10 г пептона и 5 г хлорида натрия, нагревают до полного растворения пептона и соли, устанавливают рН 7,2—7,4 (0,1 н. раствором соляной кислоты или 0,1 н. раствором гидроксида натрия), осветляют, фильтруют и разливают в пробирки или флаконы в количествах, необходимых для испытания; закрывают пробирки ватными пробками и стерилизуют в автоклаве при температуре 120±2°С (давление 0,11 МПа) в течение 20 мин.

Мясо-пептонный агар (МПА). К 1 л мясо-пептонного бульона прибавляют 15 г агара в волокнах или порошке, нагревают до полного растворения агара, доводят рН до 7,2—7,4, осветляют, фильтруют в горячем виде через ватно-марлевый фильтр и разливают во флаконы или пробирки в количествах, необходимых для испытания, закрывают пробирки ватными пробками и стерилизуют в автоклаве при температуре 120±2°С (давление 0,11 МПа) в течение 20 мин.

Картофельный агар. 100 г очищенного мелконарезанного картофеля заливают 1 л водопроводной воды, кипятят 30 мин, фильтруют через два слоя марли. Доводят водой объем до 1 л, ставят на кипящую водяную баню и расплавляют в полученном картофельном отваре 20 г агара; фильтруют через ватный фильтр, добавляют 2 г меда и разливают в пробирки; закрывают пробирки ватными пробками и стерилизуют при избыточном давлении 0,05 МПа в течение 30 мин.

Сусло-агар. Для приготовления солодового сусла одну часть солода (по массе) размешивают с четырьмя частями водопроводной воды. Смесь нагревают при размешивании до 45°С и выдерживают при этой температуре 30 мин, затем температуру повышают до 58°С и смесь выдерживают 1 ч, после чего температуру доводят до 62—63°С и выдерживают смесь при этой температуре до полного осахаривания крахмала, которое устанавливают по отрицательной реакции с 1%-ным раствором йода. После осахаривания смесь кипятят 20—30 мин, доводят водой до первоначального объема и отделяют от дробины путем фильтрования через плотный мешок. Концентрация СВ в сусле должна быть 8—10%.

Для приготовления агаризованного солодового сусла 2,0—2,5% сухого агара расплавляют в сусле при 100°С, раствор фильтруют через вату, разливают в пробирки и стерилизуют в автоклаве при избыточном давлении 0,08 МПа в течение 30 мин.

Приготовленные питательные среды МПА, сусло-агара, картофельного агара разливают в стерильные чашки Петри слоем 2—3 мм, дают застыть агару и затем для проверки бактериальной стерильности среды выдерживают эти чашки в термостате при 37°С в течение 24 ч. После этого чашки Петри с питательной средой, в которых отсутствуют колонии микроорганизмов, готовы к высевам проб.

Для определения бактериологической чистоты ферментного препарата 1 г препарата (по разности масс стерильной пробирки с препаратом до и после отбора образца) всыпают в стерильную колбу с 99 мл стерильной воды, закрывают ватной пробкой и тщательно перемешивают до практически полного растворения не менее 10 мин — это соответствует разведению 10². Затем стерильной пипеткой из этой колбы отбирают 1 мл раствора и вводят в пробирку с 9 мл стерильной воды и тщательно перемешивают — это соответствует разведению 10³. Затем 1 мл из последней пробирки стерильной пипеткой переносят в следующую пробирку с 9 мл стерильной воды — это соответствует разведению 10⁴.

Из приготовленных пробирок с разведениями 10², 10³ и 10⁴ делают параллельные высевы (из каждой пробирки) на шесть чашек Петри со стерильной питательной средой (МПА). Для этого стерильной пипеткой у пламени горелки отбирают 0,5 мл раствора и переносят на поверхность среды в чашки Петри, тщательно распределяя его по всей поверхности. Засеянную среду помещают в термостат при температуре 37°С на 24 и 48 ч. Через 24 ч подсчитывают количество выросших бактериальных колоний.

Затем чашки Петри оставляют в термостате еще на 24 ч для выявления медленно растущих бактериальных колоний. Для подсчета их количества берут чашки, число колоний на которых подтверждается смежными разведениями. Допускаемые расхождения при подсчете колоний на чашках со смежными разведениями — не более чем в 2 раза. Для расчета берут среднее количество колоний, выросших на шести чашках. Количество микроорганизмов x в 1 г препарата в колониях определяют по формуле $x = AB / (0,5C)$, где A — среднее число колоний, выросших на чашках Петри; B — разведение препарата; 0,5 — количество пробы, взятое для посева, мг; C — навеска препарата, г.

Для проверки отсутствия в препарате конидий гриба-продуцента все операции по взвешиванию препарата, посеву и подсчету ко-

лоний проводят так же, как при определении количества бактериальной флоры. При определении количества конидий гриба-продуцента питательной средой является сусло-агар. Чашки Петри после высева проб выдерживают в термостате при 28—30°С в течение 48 ч, после чего подсчитывают выросшие конидии гриба-продуцента.

Определение ферментативной активности

Определение амилолитической активности (АС). Определение ведется по ГОСТ 20264.4—74. Метод основан на гидролизе крахмала ферментами амилолитического комплекса до декстринов различной молекулярной массы.

Амилолитическая активность характеризует способность амилолитических ферментов катализировать гидролиз крахмала до декстринов различной молекулярной массы и выражается числом единиц указанных ферментов в 1 г препарата.

За единицу активности амилолитических ферментов принято такое их количество, которое в строго определенных условиях температуры, рН и времени действия катализирует превращение 1 г растворимого крахмала до декстринов различной молекулярной массы.

Приготовление 1%-ного раствора крахмала (субстрат). 1 г растворимого картофельного крахмала с учетом влажности помещают в мерную колбу вместимостью 100 мл, добавляют 25 мл воды и перемешивают до исчезновения комочков. Затем добавляют в колбу еще 25 мл воды, помещают колбу с содержимым в кипящую водяную баню и выдерживают в ней при непрерывном перемешивании до полного растворения крахмала. После этого содержимое колбы охлаждают, добавляют 10 мл ацетатного буферного раствора с рН 4,7 (для препаратов грибного происхождения) или фосфатного буферного раствора с рН 6,0 (для препаратов бактериального происхождения), объем жидкости доводят до метки дистиллированной водой и содержимое колбы перемешивают. Полученный субстрат после реакции с йодом должен иметь окраску, оптическая плотность которой не менее 0,70. Его можно использовать в течение 10 сут при условии хранения в холодильнике. В этом случае каждый день перед использованием субстрат нагревают в кипящей водяной бане в течение 5—10 мин.

Приготовление ацетатного буферного раствора с рН 4,7. Ацетатный буферный раствор с рН 4,7 готовят смешиванием равных объемов растворов А (58 мл ледяной уксусной кислоты наливают в мерную колбу вместимостью 1000 мл и доводят объем дистиллированной водой до метки) и Б (82 г ацетата натрия помещают в мерную колбу вместимостью 1000 мл и доводят объем дистиллированной водой до метки).

Приготовление фосфатного буферного раствора с рН 6,0. Фосфатный буферный раствор готовят смешиванием 1 объема раствора А (11,876 г гидроортофосфата натрия растворяют в дистиллированной воде и объем доводят до 1000 мл) и 9 объемов раствора Б (9,078 г дигидрофосфата калия растворяют в дистиллированной воде и объем доводят до 1000 мл).

Приготовление 0,1 н. раствора соляной кислоты. 8,2 мл соляной кислоты ($d=1,19$) наливают в мерную колбу

вместимостью 1000 мл и доводят объем дистиллированной водой до метки.

Приготовление растворов йода. Для приготовления основного раствора 0,5 г йода по ГОСТ 4159—64 и 5 г йодида калия по ГОСТ 4232—74 растворяют в бюксе с притертой крышкой в малом количестве воды. Содержимое осторожно перемешивают при плотно закрытой крышке бюкса. Раствор после полного растворения йода переносят в мерную колбу с притертой пробкой вместимостью 200 мл, а объем доводят дистиллированной водой до метки. Основной раствор хранят в темноте и используют в течение 1 мес.

Для приготовления рабочего раствора йода 2 мл основного раствора разводят 0,1 н. раствором соляной кислоты в мерной колбе вместимостью 100 мл. Перед употреблением рабочего раствора проверяют его оптическую плотность, пользуясь светофильтром с максимумом светопропускания при $\lambda=453$ нм и кюветами с толщиной поглощающего свет слоя 1 см. Оптическая плотность раствора йода должна быть равна $0,160 \pm 0,01$ при определении на ФЭК-Н-57 и ФЭК-М и $220 \pm 0,01$ — на ФЭК-56-М, ФЭК-56 и ФЭК-60. В случае отклонения оптической плотности раствора от этой величины ее приводят к необходимой, добавляя несколько капель кислоты или основного раствора йода.

Приготовление растворов из ферментных препаратов. Для приготовления основного раствора 0,1 г исследуемого препарата взвешивают в стаканчике вместимостью 25—30 мл. Навеску тщательно растирают стеклянной палочкой с наибольшим количеством воды, количественно переносят в мерную колбу вместимостью 100 мл, доводят дистиллированной водой до метки, перемешивают и при необходимости фильтруют. Раствор ферментного препарата может храниться в течение 1 сут при температуре от 2 до 6°С.

Для приготовления рабочего раствора ферментного препарата основной раствор разбавляют так, чтобы в 5 мл содержалось количество фермента, достаточное для гидролиза в принятых условиях 20—70% крахмала. Количество основного раствора препарата, которое необходимо взять для приготовления рабочего раствора фермента, находят по табл. 86.

Таблица 86

ДААННЫЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ РАБОЧЕГО РАСТВОРА ФЕРМЕНТА

Амилолитическая активность (АС) препарата (предполагаемая), ед./г	Количество препарата в 5 мл рабочего раствора, мг	Количество основного раствора, необходимое для вторичного разбавления, мл	Общий объем разбавленного раствора, мл
20—80	5,0	50,0	50,0
81—150	2,0	20,0	50,0
151—300	1,0	10,0	50,0
301—700	0,5	5,0	50,0
701—1200	0,25	10,0	200,0
1201—2500	0,125	5,0	200,0
2501—5000	0,05	2,0	200,0
Свыше 5000	0,025	1,0	200,0

Приготовление растворов из культуры гриба (вытяжка). Для приготовления основного раствора 5 г исследуемой культуры гриба, предварительно растертой в ступке, взвешивают в стаканчике вместимостью 50 мл, переносят в коническую колбу вместимостью 250 мл, добавляют 90 мл дистиллированной воды и 10 мл ацетатного буфера с рН 4,7. Смесь выдерживают в течение 1 ч в термостате при температуре 30° С, периодически перемешивая, и затем фильтруют. Фильтрат используют в качестве основного раствора. Вытяжку можно хранить в течение 1 сут при температуре от 2 до 6° С.

Рабочий раствор культуры гриба готовят из основного раствора, разбавляя его в зависимости от активности исследуемой культуры гриба. Количество основного раствора культуры гриба, которое необходимо взять для приготовления рабочего раствора, находят по табл. 87.

Таблица 87

ДАННЫЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ РАБОЧЕГО РАСТВОРА КУЛЬТУРЫ ГРИБА

Амилолитическая активность (АС) культуры гриба (предполагаемая), ед./г	Количество культуры гриба в 1 мл рабочего раствора, мг	Количество основного раствора, необходимое для вторичного разбавления, мл	Общий объем разбавленного раствора, мл
5—15	37,5	15	100
16—50	10,0	4	100
51—100	2,5	1	100
101—150	1,25	1	200
151—300	0,625	0,5	200

Проведение испытания. В две пробирки (контрольную и опытную) наливают по 10 мл 1%-ного раствора крахмала и ставят в ультратермостат или водяную баню с температурой 30±0,2° С на 5—10 мин. Затем, не вынимая пробирок из термостата, наливают в контрольную пробирку 5 мл дистиллированной воды, а в опытную — 5 мл ферментного раствора. Смеси быстро перемешивают и выдерживают в термостате в течение 10 мин (по секундомеру).

Через 10 мин из пробирок с реакционными смесями отбирают по 0,5 мл раствора и переносят их в колбы с предварительно налитыми туда 50 мл рабочего раствора йода. Содержимое колб перемешивают. Полученные растворы приобретают следующую окраску: контрольный — синюю, опытный — фиолетово-коричневую различной интенсивности в зависимости от количества негидролизованного крахмала.

Непосредственно после смешивания растворов определяют на фотоэлектродиметре их оптическую плотность при λ=656 нм, пользуясь кюветами с толщиной поглощающего свет слоя 1 см. Контрольным раствором при колориметрировании исследуемых растворов является дистиллированная вода.

Оптическая плотность контрольного раствора D_1 соответствует количеству исходного крахмала-субстрата. Оптическая плотность опытного раствора D_2 соответствует количеству крахмала, оставше-

гося после действия фермента. Разница между показателями оптических плотностей растворов соответствует количеству гидролизованного крахмала-субстрата.

Обработка результатов. Количество гидролизованного крахмала C (в г) определяют по формуле $C=0,1(D_1 - D_2)/D_1$, где 0,1 — количество крахмала, взятое для испытания в качестве субстрата, г; D_1 — оптическая плотность контрольного раствора; D_2 — оптическая плотность опытного раствора.

Если количество гидролизованного крахмала меньше 0,02 или больше 0,07 г, испытание повторяют, беря для разбавления соответственно большее или меньшее количество основного раствора фермента.

Если в результате ферментативной реакции количество гидролизованного крахмала находится в указанных пределах, полученные данные используют для расчета амилолитической активности.

Амилолитическую активность АС (в ед./г) препаратов бактериального происхождения определяют по формуле $АС=(5,885 \cdot C + 0,001671) \cdot 1000 : n$,

препаратов грибного происхождения — по формуле $АС=(7,264C - 0,03766) \cdot 1000 : n$,

где C — количество гидролизованного крахмала, г; n — количество ферментного препарата, взятое для испытания, мг; 1000 — коэффициент пересчета в граммы; 5,885; 0,001671; 7,264; 0,03766 — коэффициенты расчетного уравнения, полученные при математической обработке экспериментальных данных зависимости количества гидролизованного крахмала от количества фермента, взятого для испытания (в коэффициенты введен множитель для пересчета на 1 ч действия фермента).

Определение глюкоамилазной активности (ГЛА). Определение ведется по ГОСТ 20264.4—74. Метод основан на определении количества глюкозы, образующегося при гидролизе растворимого крахмала ферментом глюкоамилазой.

Глюкоамилазная активность характеризует способность ферментного препарата катализировать расщепление растворимого крахмала до глюкозы и выражается числом единиц активности в 1 г препарата.

За единицу глюкоамилазной активности принято такое количество ферментов, которое, действуя на растворимый крахмал при 30° С и заданном значении рН 4,7 в течение 1 мин, освобождает 1 мкмоль глюкозы. Глюкоза определяется глюкозооксидазным методом с применением глюкозооксидазы и пероксидазы.

Фермент глюкозооксидаза катализирует окисление β-D-глюкозы кислородом воздуха до глюконовой кислоты. Вторым продуктом реакции является пероксид водорода. Оба конечных продукта образуются в количествах, эквивалентных окисленной глюкозе. Пероксид водорода под влиянием фермента пероксидазы окисляет гексацианоферроат калия, который переходит в гексацианоферриат калия, окрашенный в лимонно-желтый цвет. Интенсивность окраски пропорциональна количеству глюкозы. Порядок определения активности и всех связанных с этим работ следующий.

Приготовление 1%-ного раствора крахмала (субстрат) и ацетатного буфера с рН 4,7 — как и при определении АС. Приготовление 1 М фосфатного буферного раствора с рН 7,5. Фосфатный буферный рас-

твор с рН 7,5 готовят смешиванием равных объемов растворов А (136 г безводного гидроортофосфата калия по ГОСТ 4198—75 растворяют в мерной колбе вместимостью 1000 мл, объем доводят до метки дистиллированной водой) и Б (56 г гидроксида калия растворяют в мерной колбе вместимостью 1000 мл, объем доводят до метки дистиллированной водой).

Приготовление 0,1%-ного раствора гексацаноферроата калия (раствор А). 0,1 г гексацаноферроата калия по ГОСТ 4207—75 растворяют в воде в мерной колбе вместимостью 100 мл. Раствор готовят непосредственно перед определением.

Приготовление раствора глюкозооксидазы (раствор Б). 5—6 мг глюкозооксидазы, соответствующих 500—600 ед./г ферментативной активности (при активности глюкозооксидазы 100000 ед./г), растворяют в 1 М фосфатном буферном растворе с рН 7,5 в мерной колбе вместимостью 50 мл и затем добавляют 2 мг пероксидазы. Объем доводят до метки 1 М фосфатным буферным раствором.

Приготовление рабочего раствора (раствор С). Рабочий раствор С готовят смешиванием равных объемов растворов А и В. Полученный раствор хранят в темной склянке в холодильнике в течение 2—3 сут.

Приготовление стандартных растворов глюкозы. Для приготовления используют перекристаллизованную из спирта безводную глюкозу, которую хранят в эксикаторе над хлористым кальцием. Для приготовления раствора отвешивают на аналитических весах 100 мг глюкозы с точностью до четвертого знака после запятой и растворяют ее в 100 мл насыщенного раствора бензойной кислоты (для приготовления насыщенного раствора бензойной кислоты 2,7 г бензойной кислоты растворяют дистиллированной водой в мерной колбе вместимостью 1000 мл). Из этого раствора отбирают 5, 10, 15 мл в мерные колбы вместимостью 100 мл и доводят объем до метки бензойной кислотой. Полученные растворы с содержанием 50, 100 и 150 мкг глюкозы в 1 мл используются для построения градуировочной кривой.

Приготовление основного раствора ферментного препарата. 0,1 г исследуемого препарата взвешивают на аналитических весах в стаканчике вместимостью 25—30 мл. Навеску тщательно растирают стеклянной палочкой с небольшим количеством воды, количественно переносят в мерную колбу вместимостью 100 мл, доводят дистиллированной водой до метки. Раствор фильтруют через бумажный фильтр. Раствор ферментного препарата может храниться в течение 1 сут при температуре от 2 до 6°С.

Проведение испытания. 5 мл испытуемого раствора ферментного препарата, нагретого до 30°С, приливают к 10 мл 1%-ного раствора крахмала, нагретого до этой же температуры, и выдерживают 10 мин в ультратермостате при 30°С. Точно через 10 мин отбирают 1 мл гидрлизата, переносят его в маленькую пробирку, помещенную в кипящую водяную баню, инактивируют фермент в течение 2 мин и затем охлаждают холодной водой.

Для определения содержания глюкозы в каждую пробирку с охлажденным гидролизатом вносят по 3 мл рабочего раствора С, перемешивают и оставляют на 45 мин при комнатной температуре.

Одновременно с исследуемой пробой готовят контрольную. Для

этого 5 мл раствора ферментного препарата кипятят на водяной бане в течение 10 мин (для инактивации фермента), после охлаждения добавляют 10 мл 1%-ного раствора крахмала. Все последующие операции с контрольными пробами такие же, как и с опытными.

Кроме указанной контрольной пробы на инактивированный фермент ставят контрольную пробу на рабочий раствор С. Для этого к 3 мл рабочего раствора приливают 1 мл дистиллированной воды.

Интенсивность окраски полученных растворов определяют на фотоэлектроколориметрах ФЭК-56 с длиной волны $\lambda=440$ нм и ФЭК-60 с длинами волн 390 и 418 нм, пользуясь кюветами толщиной 1 см.

Для построения градуировочной кривой исследуют стандартные растворы глюкозы, к 1 мл которых добавляют 3 мл рабочего раствора С. Окраска развивается в течение 45 мин, после чего измеряют их оптическую плотность на фотоэлектроколориметре. По полученным значениям строят градуировочную кривую (по оси абсцисс откладывают количество глюкозы, по оси ординат — соответствующую оптическую плотность). Рабочая зона градуировочной кривой лежит в области 10—150 мкг глюкозы.

Если контрольные пробы на инактивированный фермент имеют заметную окраску, в качестве раствора сравнения при колориметрировании берется рабочий раствор. Величина оптической плотности должна лежать в рабочей зоне градуировочной кривой, т. е. в пределах оптической плотности, соответствующей количеству глюкозы от 10 до 150 мкг.

Если при измерении интенсивности окраски исследуемой пробы полученные значения не укладываются в градуировочную кривую, опыт повторяют с меньшим количеством исследуемого ферментного препарата.

По полученным значениям экстинкций исследуемой пробы находят количество глюкозы, образовавшейся в результате действия фермента. Глюкоамплазную активность ГЛА (в ед./г или ед./мл) определяют по формуле $GЛА = a/(b \cdot 180 \cdot 10)$, где a — количество глюкозы, образовавшейся в гидролизате за счет действия фермента, мкг/мл; b — количество фермента в 1 мл гидролизата, г или мл; 180 — молекулярная масса глюкозы; 10 — время гидролиза, мин.

Пример. 100 мг препарата растворяют в колбе вместимостью 100 мл и доводят объем до метки дистиллированной водой. Затем 15 мл приготовленного раствора вносят в мерную колбу вместимостью 100 мл, доводят объем до метки дистиллированной водой и определяют количество фермента в гидролизате B (в г): $B = 0,1 \times 15 \cdot 5,1 / (100 \cdot 100 \cdot 15) = 0,00005$.

В результате колориметрирования этого раствора получена величина $D = 0,173$. По градуировочной кривой этой величине D соответствуют 87 мкг глюкозы. Подставляя эту величину в формулу, определяют значение глюкоамплазной активности (в ед./г): $GЛА = 87 / (0,00005 \cdot 180 \cdot 10) = 967$.

Определение осаживающей активности (ОС). Осаживающая активность определяется йодометрическим методом в соответствии с ГОСТ 20264.4—74. Метод основан на гидролизе растворимого крахмала (глюкозидных связей) исследуемым ферментом с последующим йодометрическим определением количества образовавшихся сахаров.

Осахаривающая активность характеризует способность амилотических ферментов катализировать осахаривание крахмала до восстанавливающих сахаров — мальтозы или мальтозы в смеси с глюкозой.

За единицу осахаривающей активности принято такое количество фермента, которое в строго определенных условиях за 1 мин при 30°С катализирует расщепление до восстанавливающих сахаров 1 микроэквивалента гликозидных связей.

Приготовление 1%-ного раствора крахмала (субстрат) и ацетатного буферного раствора с рН 4,7 — как и при определении АС.

Приготовление 0,1 н. раствора йода. 15 г йодида калия растворяют в мерной колбе вместимостью 1000 мл в минимальном количестве дистиллированной воды и туда же вносят 12,7 г йода. После полного растворения йода объем раствора доводят дистиллированной водой до метки. Раствор хранят в склянке из темного стекла с притертой пробкой. Концентрация раствора не должна быть ниже 0,95—1,05 н. Титр проверяют по раствору тиосульфата.

Приготовление 0,1 н. раствора тиосульфата ($N_2S_2O_3$). 25 г тиосульфата растворяют в мерной колбе вместимостью 1000 мл в дистиллированной воде, не содержащей диоксида углерода. Приготовленный раствор хранят в склянке из темного стекла с сифоном и бюреткой с хлоркальциевой трубкой, заполненной натронной известью. Титр раствора устанавливают обычным методом по дихромату калия после выдержки раствора тиосульфата в течение 15 сут.

Приготовление раствора серной кислоты 1:4. К четырем объемам дистиллированной воды приливают один объем серной кислоты.

Приготовление 0,1 н. раствора гидроксида натрия или гидроксида калия. 4 г гидроксида натрия или 5,6 г гидроксида калия растворяют в дистиллированной воде в мерной колбе вместимостью 1000 мл и объем доводят до метки.

Приготовление 1 н. раствора соляной кислоты. 82,2 мл соляной кислоты разбавляют дистиллированной водой в мерной колбе вместимостью 1000 мл и объем доводят до метки.

Приготовление фосфатного буферного раствора с рН 6,0. Раствор готовят смешиванием девяти объемов раствора А (9,077 г гидроортофосфата калия растворяют в мерной колбе вместимостью 1000 мл, объем доводят до метки дистиллированной водой) и одного объема раствора Б (23,883 г дигидроортофосфата натрия растворяют в мерной колбе вместимостью 1000 мл, объем доводят до метки дистиллированной водой).

Приготовление основного раствора ферментных препаратов. Для приготовления технических ферментных препаратов (поверхностных культур, выращенных на отрубях или других плотных питательных средах) 1 г исследуемой культуры взвешивают на технических весах с погрешностью не более 0,01 г, помещают в колбу вместимостью 200—300 мл, приливают (пипеткой) 100 мл дистиллированной воды и настаивают 1 ч при комнатной температуре, периодически перемешивая. Через 1 ч раствор фильтруют через складчатый бумажный фильтр.

Для приготовления очищенных ферментных препаратов 0,1 г исследуемого препарата взвешивают на аналитических весах в стаканчике вместимостью 25—30 мл. Навеску тщательно растирают стеклянной палочкой с небольшим количеством воды, количественно переносят в мерную колбу вместимостью 100 мл, доводят дистиллированной водой до метки, перемешивают и при необходимости фильтруют.

Раствор ферментных препаратов может храниться в течение суток при температуре от +2 до -4°С.

Проведение испытания. При определении осахаривающей активности в культурах и препаратах *Aspergillus oryzae* в коническую колбу вместимостью 50 мл вводят пипеткой 20 мл 1%-ного раствора крахмала и погружают колбу в водяную баню с температурой $30 \pm 0,2^\circ\text{C}$. Через 10 мин в колбу добавляют от 1 до 10 мл ферментного раствора и тщательно перемешивают. Общий объем реакционной смеси должен быть 30 мл. Если на определение берут меньше 10 мл ферментного раствора, недостающий объем дополняют дистиллированной водой, которую вводят непосредственно перед добавлением ферментного препарата.

Через 10 мин после добавления ферментного раствора действие фермента приостанавливают добавлением 2 мл 1 н. раствора соляной кислоты. Для определения количества образовавшихся редуцирующих углеводов содержимое колб после осахаривания количественно переносят в коническую колбу вместимостью 300—400 мл, туда же добавляют пипеткой 20 мл 0,1 н. раствора йода и 60 мл 0,1 н. раствора гидроксида натрия или калия (гидроксид приливают по каплям при перемешивании).

Колбу накрывают часовым стеклом и оставляют на 15 мин в защищенном от света месте. Через 15 мин в раствор вводят 2 мл разбавленной серной кислоты (1:4) и титруют выделившийся йод 0,1 н. раствором тиосульфата.

Одновременно ставят контрольный опыт в конической колбе с теми же количествами всех реагентов, только ферментный раствор вводят после добавления 2 мл 1 н. раствора соляной кислоты (без выдержки в водяной бане).

Расхождение между результатами титрования контрольного и опытного растворов должно составлять 0,5—6,0 мл 0,1 н. раствора тиосульфата. Если расхождение меньше 0,5 или больше 6 мл, то анализ повторяют с большим или меньшим количеством ферментного раствора.

При определении осахаривающей активности в культурах и препаратах *Aspergillus awamori* проводятся те же операции, только для прекращения ферментативной реакции добавляют 5 мл 1 н. раствора соляной кислоты, а для определения количества редуцирующих сахаров при тщательном перемешивании сначала добавляют 3 мл 0,1 н. раствора йода, а затем 60 мл 1 н. раствора гидроксида натрия.

При определении осахаривающей активности в культурах и препаратах *Bacillus subtilis* в качестве буферного раствора используют фосфатный буферный раствор с рН 6,0 для приготовления 1%-ного раствора крахмала (в 100 мл раствора крахмала должно быть 10 мл фосфатного буферного раствора); после введения 20 мл 0,1 н. раствора йода добавляют 52,5 мл 0,1 н. раствора гидроксида натрия или калия.

Поскольку соотношения между количествами введенного препарата и гидролизованного крахмала не подчиняются известным кинетическим закономерностям, на основании многочисленных экспериментальных данных разработана градуировочная кривая, при помощи которой все найденные величины скорости реакции пересчитаны на начальную (в пределах 4—25% гидролиза глюкозидных связей крахмала).

Обработка результатов. Осахаривающую активность ОС (в ед./г) в культурах и препаратах *Aspergillus oryzae* определяют по формуле $ОС = e/(mt)$,

в культурах и препаратах *Aspergillus awamori* — по формуле $ОС = (K - O) \cdot 50/(mt)$,

Таблица 88

ПЕРЕВОД КОЛИЧЕСТВА 0,1 н. РАСТВОРА ТИОСУЛЬФАТА
В ЕДИНИЦЫ ОС

Количество 0,1 н. раствора тиосульфата, мл	Единицы ОС (e)	Количество 0,1 н. раствора тиосульфата, мл	Единицы ОС (e)	Количество 0,1 н. раствора тиосульфата, мл	Единицы ОС (e)
0,1	5,0	2,1	118,9	4,1	273,8
0,2	10,0	2,2	125,5	4,2	283,2
0,3	15,0	2,3	132,1	4,3	292,8
0,4	20,0	2,4	138,9	4,4	302,7
0,5	25,5	2,5	145,8	4,5	312,8
0,6	30,8	2,6	152,8	4,6	323,1
0,7	36,2	2,7	159,9	4,7	333,6
0,8	41,6	2,8	167,1	4,8	344,4
0,9	47,0	2,9	174,5	4,9	355,5
1,0	52,6	3,0	181,9	5,0	366,9
1,1	58,2	3,1	189,5	5,1	378,6
1,2	63,9	3,2	197,2	5,2	390,6
1,3	69,7	3,3	205,1	5,3	402,9
1,4	75,5	3,4	213,1	5,4	415,6
1,5	81,5	3,5	221,3	5,5	428,8
1,6	87,6	3,6	229,6	5,6	442,3
1,7	93,6	3,7	238,1	5,7	456,2
1,8	99,8	3,8	246,8	5,8	470,6
1,9	106,1	3,9	255,6	5,9	485,0
2,0	112,5	4,0	264,6	6,0	501,2

где e — количество единиц активности в микроэквивалентах глюкозидных связей, найденное по табл. 88 в соответствии с результатами титрования (разность результатов титрований контрольного и опытного растворов, мл 0,1 н. раствора тиосульфата); $(K - O)$ — разность результатов титрований контрольного и опытного растворов 0,1 н. раствором тиосульфата, мл; m — количество ферментного препарата, введенного в реакцию, г; t — время гидролиза, мин; 50 — коэффициент пересчета на микроэквивалент глюкозидных связей.

Расхождение результатов титрований контрольного и опытного растворов не должно превышать 6,0 мл 0,1 н. раствора тиосульфата

(1 мл 0,1 н. раствора тиосульфата соответствует для данного количества субстрата гидролизу 4% глюкозидных связей). Если оно меньше 0,5 мл или больше 6,0 мл, то определение повторяют с большим или меньшим количеством препарата.

Осахаривание крахмала до 25% гидролиза глюкозидных связей протекает как реакция нулевого порядка.

Осахаривающую активность ОС (в ед./г) в культурах и препаратах *Bacillus subtilis* определяют по формуле $ОС = e_1/(mt)$, где e_1 — количество единиц активности (в микроэквивалентах глюкозидных связей), найденное по табл. 89 в соответствии с результатами титрования.

Таблица 89

ПЕРЕВОД КОЛИЧЕСТВА 0,1 н. РАСТВОРА ТИОСУЛЬФАТА
В ЕДИНИЦЫ ОС

Количество 0,1 н. раствора тиосульфата, мл	Единицы ОС (микроэквиваленты глюкозидных связей, e_1)	Количество 0,1 н. раствора тиосульфата, мл	Единицы ОС (микроэквиваленты глюкозидных связей, e_1)
0,9	45,0	2,6	169,7
1,0	52,1	2,7	180,9
1,1	58,7	2,8	192,3
1,2	63,3	2,9	209,9
1,3	67,8	3,0	226,1
1,4	74,7	3,1	250,6
1,5	81,4	3,2	278,2
1,6	85,9	3,3	312,1
1,7	92,7	3,4	366,2
1,8	99,6	3,5	452,3
1,9	107,5	3,6	517,9
2,0	113,1	3,7	585,7
2,1	119,9	3,8	662,7
2,2	128,8	3,9	740,3
2,3	138,0	4,0	811,9
2,4	150,3	4,1	891,6
2,5	158,3	4,2	968,1

Определение мальтазной активности (МС). Метод основан на гидролизе мальтозы исследуемым ферментом с последующим иодометрическим определением образующейся глюкозы.

Мальтазная активность характеризует способность ферментного препарата катализировать расщепление дисахарида мальтозы до глюкозы и выражается числом единиц мальтозы в 1 г препарата.

За единицу мальтазной активности принято такое количество фермента, которое за 1 ч при 30° С катализирует расщепление 1 г мальтозы до глюкозы при степени гидролиза 30%.

Приготовление основных растворов ферментного препарата. Основные растворы готовят из ферментных препаратов, культуры гриба и сиропа.

В первом случае 0,1 г исследуемого препарата взвешивают на аналитических весах в стаканчике вместимостью 25—30 мл. Навеску тщательно растирают стеклянной палочкой с небольшим количеством дистиллированной воды, количественно переносят в мерную колбу вместимостью 100 мл, доводят дистиллированной водой до метки, перемешивают и при необходимости фильтруют. Раствор ферментного препарата может храниться в течение 1 сут при температуре от 2 до —4° С.

Во втором случае 1 г тонко измельченной воздушно-сухой культуры гриба заливают 100 мл дистиллированной воды и выдерживают при комнатной температуре при периодическом перемешивании в течение 1 ч.

Раствор фильтруют через сухой бумажный фильтр.

В третьем случае 10 г сиропа (относительная плотность 1,2) количественно переносят в мерную колбу вместимостью 1000 мл, доводят дистиллированной водой до метки и тщательно перемешивают — получают разведение 1 : 100.

Приготовление 1%-ного раствора мальтозы (субстрат). 1,05 г х. ч. мальтозы (моногидрата) растворяют в дистиллированной воде, добавляют 10 мл ацетатного буферного раствора с рН 4,7 и доводят объем водой до метки в мерной колбе вместимостью 100 мл.

Приготовление 1 н. ацетатного буферного раствора с рН 4,7; 1%-ного раствора крахмала (субстрата); 0,1 н. раствора тиосульфата натрия, раствора серной кислоты 1 : 4; 0,1 н. раствора гидроксида натрия или калия; 1 н. раствора соляной кислоты — как и в предыдущих методах определения АС и ОС.

Приготовление 0,1 н. раствора йода. 25 г йодида калия растворяют в мерной колбе вместимостью 1000 мл в минимальном количестве дистиллированной воды (2—3 мл) и добавляют доводят до метки дистиллированной водой. Раствор хранят в темном месте в склянке из темного стекла с притертой пробкой. Титр не устанавливают, но проверяют по тиосульфату — поправка должна быть от 0,95 до 1,05.

Проведение испытания. В две пробирки длиной 180 и диаметром 20 мм вводят пипеткой по 10 мл 1%-ного раствора мальтозы. Пробирки с субстратом помещают на 10 мин в термостат с температурой $30 \pm 0,2^\circ \text{C}$. Через 10 мин в пробирки вводят от 1 до 5 мл исследуемого ферментного раствора и тщательно перемешивают. Общий объем реакционной смеси должен быть 15 мл. Если на определение берут меньше 5 мл ферментного раствора, недостающий объем дополняют дистиллированной водой непосредственно перед введением ферментного раствора.

Через 1 ч после введения фермента действие его приостанавливают добавлением 2 мл 1 н. раствора НСІ и определяют восстанавливающие сахара йодометрическим методом. Для этого содержимое пробирок количественно переносят в коническую колбу вместимостью 300—400 мл, туда же добавляют пипеткой 20 мл 0,1 н. раствора йода и сразу же 60 мл 0,1 н. раствора гидроксида калия или натрия. Гидроксид приливают по каплям при постоянном перемешивании. Колбу накрывают часовым стеклом и оставляют на 15 мин в защищенном от света месте.

Через 15 мин вводят 2 мл серной кислоты (1 : 4) и титруют выделившийся йод 0,1 н. раствором тиосульфата в присутствии индикатора — раствора крахмала.

Одновременно ставят контрольный опыт, в котором к 10 мл 1%-ного раствора мальтозы добавляют сначала 2 мл 1 н. раствора НСІ, а затем ферментный раствор. По разности между количеством 0,1 н. раствора тиосульфата, израсходованного на титрование контрольного и опытного растворов, определяют количество гидролизованной мальтозы.

Титрование контрольных опытов проводят в течение 1 ч.

Расхождение между результатами титрования контрольного и опытного растворов должно составлять не менее 0,5 и не более 4,4 мл 0,1 н. раствора тиосульфата (что соответствует гидролизу мальтозы в пределах 8—75%.)

Если эта величина меньше 0,5 или больше 4,4 мл, испытание повторяют с большей или меньшей дозировкой ферментного препарата, меняя при этом количество вводимого ферментного раствора или его разведение.

Обработка результатов. Мальтазную активность МС (в ед./г или ед./мл) для ферментных препаратов определяют по формуле $МС = A \cdot 5P (m \cdot 1000)$, где A — величина активности, найденная по табл. 90; P — разведение; m — количество ферментного раствора, взятое для испытания, мл.

Таблица 90

ПЕРЕВОД КОЛИЧЕСТВА 0,1 н. РАСТВОРА ТИОСУЛЬФАТА
В ЕДИНИЦЫ МС

Количество 0,1 н. раствора тиосульфата, мл	МС, ед./г	Количество 0,1 н. раствора тиосульфата, мл	МС, ед./г	Количество 0,1 н. раствора тиосульфата, мл	МС, ед./г
0,5	1,51	1,8	6,19	3,1	12,71
0,6	1,82	1,9	6,61	3,2	13,34
0,7	2,15	2,0	7,05	3,3	13,98
0,8	2,47	2,1	7,49	3,4	14,66
0,9	2,81	2,2	7,94	3,5	15,36
1,0	3,16	2,3	8,41	3,6	16,10
1,1	3,51	2,4	8,89	3,7	16,87
1,2	3,86	2,5	9,39	3,8	17,67
1,3	4,23	2,6	9,90	3,9	18,51
1,4	4,61	2,7	10,43	4,0	19,40
1,5	4,99	2,8	10,97	4,1	20,34
1,6	5,38	2,9	11,53	4,2	21,38
1,7	5,78	3,0	12,11	4,3	22,38
				4,4	23,51

Если на испытание взято 5 мл ферментного раствора в разведении 1 : 100, то мальтазную активность (в ед./г или ед./мл) культуры гриба и сиропа определяют по формуле $МС = A \cdot 5P / (m \cdot 100)$.

СОЛОД

Определение энергии прорастания и способности прорастания

Эти показатели определяются в соответствии с ГОСТ 10968—72 при анализе зерна, используемого для получения солода.

Выделенный образец зерна (30—50 г в зависимости от культуры) смешивают, разравнивают ровным слоем в виде квадрата, который делят по диагонали на четыре треугольника; из каждого двух противоположных треугольников, начиная с вершины, отсчитывают подряд по 250 целых зерен, не отнесенных к сорной и зерновой примесям, всего 500 зерен. Оставшееся зерно снова смешивают и выделяют тем же способом вторую пробу в 500 зерен.

Анализ проводят при комнатной температуре (18—22° С). При температуре выше 22° С во избежание заплесневения зерна при первой замочке его заливают водой с добавлением в нее хлорной извести (0,03% от массы выделенного для анализа зерна), по окончании замочки зерно промывают водой.

Каждую из проб зерна помещают в установленную в держателе стеклянную воронку диаметром 8—10 см, на конец которой надевают короткую резиновую трубку с зажимом. В отверстие воронки во избежание проскакивания зерен помещают стеклянный шарик или кусочек согнутой под углом стеклянной палочки. Воронку с зерном заполняют водой комнатной температуры так, чтобы уровень воды был на 1,5—2,0 см выше поверхности зерна. Затем зерно в воронке тщательно перемешивают палочкой, чтобы дать возможность осесть всплывшим зернам.

Через 4 ч воду из воронки спускают и оставляют зерно в воронке с разжатой резиновой трубкой на 16—18 ч. При этом во избежание высыхания зерен воронка должна быть закрыта стеклянной крышкой с влажной фильтровальной бумагой на внутренней стороне.

По истечении 16—18 ч зерно снова заливают водой и оставляют на 4 ч. Затем воду спускают и оставляют резиновую трубку открытой до конца проращивания, а воронку опять закрывают крышкой с влажной фильтровальной бумагой.

Через 48 ч после первой замочки зерно в воронке необходимо хорошо перемешать и до конца проращивания по мере его высыхания увлажнять, заполняя воронку с зерном водой при открытой резиновой трубке и закрывая ее крышкой с влажной фильтровальной бумагой.

При определении энергии прорастания через 72 ч после начала проведения анализа подсчитывают количество проросших зерен (зерен с вышедшими наружу корешками и ростками).

При одновременном определении энергии и способности прорастания непроросшие зерна после определения энергии прорастания оставляют еще на 48 ч в воронке, после чего дополнительно подсчитывают количество проросших зерен.

При определении только способности прорастания проросшие зерна подсчитывают по истечении 120 ч после начала проведения анализа.

Количество проросших в каждой пробе зерен X (в %) вычисляют с точностью до 0,1% по формуле $X=100A/B$, где A — количество зе-

рен, проросших в пробе, шт.; B — количество зерен, выделенных для анализа (500 шт.).

Показатель энергии прорастания и количество проросших зерен (в %) для определения показателя способности прорастания вычисляют как среднее арифметическое результатов двух параллельных определений с точностью до 0,1% с последующим округлением результата до 1%. Расхождения между параллельными определениями допускаются при среднеарифметической величине 90% и выше не более 5%, ниже 90% — не более 7%. При расхождении результатов анализа двух проб на величину, превышающую допустимое отклонение, анализ повторяют.

Показатель способности прорастания зерна X (в %) вычисляют по формуле $X=(100-A)B/100$, где A — содержание в партии проросшей и сорной примесей с учетом фракции зерновой примеси, отнесенной к основному зерну, %, B — количество проросших за 5 сут зерен, %.

Отбор проб

Среднюю пробу солода отбирают от каждой грядки перед поступлением в производство горстью по конвертному плану, отступая от края грядки на 20—50 см, с захватом всего слоя на токовой солодовне и из трех слоев (нижнего, среднего и верхнего) — на пневматической солодовне.

Пробу солода тщательно перемешивают по конвертному плану, отбирают навески для определения влажности и количества проросших и заплесневевших зерен. От оставшейся части солода отбирают 40—50 г, измельчают в ступке или пропускают через мясорубку. При постоянном перемешивании отбирают навески для определения амилитической и общей осаживающей активности.

Определение влажности

Влажность определяют в солоде с каждой поступающей в производство грядки ускоренным методом путем высушивания лампой инфракрасного света или высушиванием в сушильном шкафу.

Лампой инфракрасного света высушивают 4 г солода, находящегося в бюксе из алюминия диаметром 6 и высотой около 3 см (солод в процессе сушки периодически помешивают). Температуру высушивания 130—140° С устанавливают перемещением лампы вверх или вниз и контролируют термометром; продолжительность высушивания составляет 25 мин. По истечении этого времени бюксу закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе, взвешивают и по разности масс до и после высушивания определяют влажность испытуемого образца.

Влажность солода методом высушивания в сушильном шкафу определяют после предварительного подсушивания 20 г солода в течение 4 ч в сушильном шкафу с температурой 70° С. Подсушенный солод охлаждают на воздухе и размалывают. Навеску измельченного солода высушивают и определяют влажность так же, как в зерне нормальной влажности.

Определение качества дробления солода, концентрации солодового молока и содержания формалина в нем

Качество дробления солода определяют в пробе на выходе из солододробилки. Пробу промывают холодной водой на металлическом сите с отверстиями диаметром 1,5 мм. При хорошем дроблении на сите не должно оставаться крупных частиц.

Солодовое молоко отбирают пробоотборником из чанка, выливают на сито с отверстиями диаметром 2 мм и в течение 5 мин промывают водой, визуально определяя остаток на сите.

Концентрацию солодового молока определяют в пробе из солодового чанка после задачи всего дробленого солода и перемешивания его с водой. Пробу отцеживают на сите 1 мм и в растворе определяют концентрацию сухих веществ сахарометром обычным способом.

Содержание свободного формалина определяют сразу же после смешивания его с солодовым молоком, отбирая каплю жидкости на белую фарфоровую пластину и добавляя к ней каплю фуксинсернистого реактива I. В присутствии свободного формалина наблюдается розовое окрашивание.

Определение ферментативной активности

Определение амилolyтической активности АС. Определение АС основано на зависимости степени гидролиза крахмала от количества единиц активности фермента, взятого для проведения реакции.

Количество гидролизованного субстрата устанавливают по изменению йодной окраски крахмала при действии α -амилазы; интенсивность окрашивания измеряют на фотоэлектроколориметре.

За единицу активности α -амилазы принимается такое количество фермента, под действием которого в принятых условиях рН и температуры за 1 ч проходит гидролиз до декстринов 1 г крахмала (что составляет 30% от введенного в реакцию).

Приготовление 1%-ного раствора картофельного крахмала (субстрат), 0,1 н. раствора соляной кислоты—как и при определении АС ферментных препаратов.

Приготовление фосфатного буферного раствора с рН 4,8—4,9. 9,078 г гидроортофосфата калия по ГОСТ 4198—75 помещают в мерную колбу на 1000 мл, перемешивают с водой до полного растворения и доводят до метки.

Приготовление ферментных растворов. Солод измельчают на механической или ручной мельнице и берут навески: 10 г просяного солода и по 5 г ячменного, овсяного и ржаного. Навески количественно переносят в колбы с широким горлом вместимостью 200—250 мл, заливают 10 мл фосфатного буферного раствора с рН 4,8—4,9 и 90 мл дистиллированной воды. Смесь выдерживают в течение 1 ч при температуре 30° С при периодическом перемешивании, затем отфильтровывают. Фильтрат используют в качестве основного раствора, из которого готовят рабочие растворы в соответствии с данными табл. 91 (общий объем разбавленного раствора 100 мл). Необходимо, чтобы в 10 мл рабочего ферментного раствора содержалось от 10 до 50 мг ячменного, ржаного и овсяного солодов и от 50 до 100 мг просяного солода.

Таблица 91

ДАнные для приготовления рабочего раствора ферментов

АС (предполагаемая), ед./г	Количество солода, которое должно содержаться в 5 мл рабочего раствора солода, л, мг	Количество основного раствора, необходимое для второго разбавления, мл на 100 мл
----------------------------	--	--

Для просяного солода (основной раствор—10 г на 100 мл)

5—10	30	6
10—15	30	4
15—20	10	2

Для ячменного, овсяного и ржаного солодов (основной раствор—5 г на 100 мл)

15—20	20	8
20—30	10	4
30—50	7,5	3

Проведение испытания. Ферментативная реакция гидролиза крахмала проводится в строго определенных стандартных условиях: температура 30° С, рН среды 4,8—4,9 для солодовых амилаз (с использованием фосфатного буфера), продолжительность 10 мин, концентрация субстрата 1%, объем реакционной смеси 15 мл (10 мл субстрата и 5 мл ферментного раствора).

Для анализа в две пробирки диаметром 18 и длиной 180 мм наливают по 10 мл субстрата и ставят их в ультратермостат или водяную баню с постоянной температурой $30 \pm 0,2^\circ \text{C}$ на 5—10 мин (чтобы растворы приняли необходимую температуру). Затем, не вынимая пробирок из термостата, наливают в первую (контрольную) 5 мл дистиллированной воды, во вторую (опытную)—5 мл рабочего раствора фермента. Смеси быстро перемешивают и выдерживают в ультратермостате в течение 10 мин, отмечая время по секундомеру. По истечении этого времени из пробирок отбирают по 0,5 мл раствора и переносят их в конические колбочки с предварительно налитыми туда 50 мл рабочего раствора йода и 0,1 н. раствора соляной кислоты. Жидкости взбалтывают, при этом одновременно происходит инактивация фермента и йодокрахмальная реакция. Растворы приобретают следующую окраску: контрольный—снюю, опытный—фиолетово-бурую различной интенсивности в зависимости от степени гидролиза крахмала.

Непосредственно после смешивания растворов определяют их оптическую плотность на фотоэлектроколориметре ФЭК-Н-57, ФЭК-М или другой марки, применяя кюветы с толщиной рабочего слоя 1 см и красный светофильтр ($\lambda = 656 \text{ нм}$). Колориметрирование проводят против воды по инструкции, приложенной к каждому прибору; показания снимают по красной шкале левого барабана. Получают два значения оптической плотности: D_1 —оптическая плотность контрольного раствора, характеризующая количество крахмала, взятого на ферментативную реакцию (значение D_1 должно быть не менее 0,690); D_2 —оптическая плотность опытного раствора, характеризующая количество негидролизованного крахмала и образовавшихся

декстринов, находящихся в реакционной среде. Разница оптических плотностей растворов соответствует количеству гидролизованного субстрата C (в г), которое определяют по уравнению $C=0,1(D_1-D_2)/D_1$, где $0,1$ — количество крахмала, взятое на ферментативную реакцию, г.

Если окажется, что количество гидролизованного крахмала больше $0,07$ или меньше $0,02$, анализ повторяют, готовя новый рабочий раствор соответственно из меньшего или большего количества основного раствора. Если количество превращенного в результате ферментативной реакции крахмала находится в указанных пределах, полученные данные используют для определения активности.

Обработка результатов. Амилитическую активность АС (в ед./г или ед./мл) определяют по специальному уравнению, подставляя в него найденную величину C : $АС = (6,889C - 0,029388) \times 1000 : n$, где $6,889$; $0,029388$ — коэффициенты, полученные при математической обработке экспериментальных данных путем изучения зависимости между количеством взятого на анализ фермента и степенью гидролиза крахмала (в коэффициенты введен пересчет на 1 ч действия фермента); C — количество гидролизованного крахмала, г; n — количество исследуемого материала в реакционной среде, мг.

Пример. Для определения активности ячменного солода приготовлен основной раствор: 5 г солода на 100 мл дистиллированной воды с фосфатным буфером. Солод хорошего качества, чистый, предположительно имеет высокую активность. По табл. 91 находим количество основного раствора солода, необходимое для приготовления рабочего раствора, — 4 мл. Тогда в 5 мл рабочего раствора солода, который используется для проведения ферментативной реакции, будет содержаться 10 мг солода ($n=10$ мг).

В результате анализа получены следующие значения оптических плотностей: $D_1=0,725$; $D_2=0,500$. Находим количество гидролизованного крахмала: $C=0,1(0,725-0,500)/0,725=0,031$ г и определяем АС исследуемого солода: $АС = (6,889 \cdot 0,031 - 0,029388) \cdot 1000/10 = 18,42$ ед./г. В пересчете на абсолютно сухое вещество солода (при влажности солода 38%) $АС = 18,42 \cdot 100/(100-38) = 29,70$ ед./г.

Определение общей осаживающей активности (ОСп). Метод основан на определении скорости ферментативной реакции гидролиза крахмала, которую устанавливают по изменению угла вращения плоскости поляризации субстрата. Это изменение происходит в результате ферментативного гидролиза крахмала до низкомолекулярных углеводов.

Поляриметрический метод определения ОСп основан на зависимости удельного вращения плоскости поляризации раствора субстрата от количества единиц активности фермента, взятых для проведения реакции.

Приготовление 2%-ного раствора крахмала (субстрат), 1 н. раствора соляной кислоты, фосфатного буферного раствора с рН 4,8—4,9, ферментных растворов — как и при определении АС солода.

Приготовление осадителей. 30%-ный раствор сульфата цинка—30 г $ZnSO_4$ по ГОСТ 4174—69 растворяют в дистиллированной воде в мерной колбе на 100 мл; 15%-ный раствор гексацаноферрата калия—15 г $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$ растворяют в дистиллированной воде в мерной колбе на 100 мл.

Проведение испытания. Ферментативную реакцию проводят в строго определенных условиях: температура $50^\circ C$; рН 4,8—4,9 (фосфатный буфер для солодов); продолжительность 30 мин; объем реакционной смеси 30 мл (20 мл субстрата и 10 мл ферментного раствора). Анализ проводят в пробирках диаметром 18 и длиной 180 мм. В опытную пробирку наливают 20 мл субстрата и ставят в ультратермостат (или водяную баню) с постоянной температурой $50 \pm 0,2^\circ C$ на 5—10 мин. Затем в пробирку наливают 10 мл рабочего ферментного раствора, перемешивают и оставляют стоять в термостате ровно 30 мин. По истечении этого времени пробирку вынимают из термостата, добавляют 1 мл 1 н. раствора соляной кислоты для инактивирования ферментов. Для осаждения белков и осветления гидролизата приливают 1 мл 30%-ного раствора сульфата цинка и через некоторое время 1 мл 15%-ного раствора гексацаноферрата калия.

В контрольную пробирку наливают последовательно 10 мл ферментного раствора, 1 мл 1 н. раствора соляной кислоты, по 1 мл осадителей и 20 мл субстрата.

Содержимое пробирок перемешивают и фильтруют. В полученных фильтрах определяют поляризацию на визуальном или автоматическом поляриметре в трубке длиной 2 дм. Получают два значения поляризации: P_k — контрольного раствора и P_o — опытного раствора. Разность между значениями вращения плоскости поляризации контрольного и опытного растворов ($P_k - P_o$) показывает величину снижения поляризации ΔP .

Значение ΔP для визуального поляриметра должно быть не менее $0,2$ и не более $2,5^\circ$, для автоматического поляриметра — не менее $0,1$ и не более 1° .

Обработка результатов. Общую осаживающую способность ОСп солодов (в ед./г) рассчитывают по следующим уравнениям:

для автоматического поляриметра $ОСп = (0,0777 \Delta P + 0,0104) \times 1000 : n$;

для визуального $ОСп = (0,050 \Delta P + 0,0114) \cdot 1000 : n$, где $0,0777$; $0,050$; $0,0104$; $0,0114$ — коэффициенты, выведенные на основании экспериментальных данных путем изучения зависимости между количеством взятого на анализ фермента и снижением оптического вращения крахмала;

ΔP — измеренное снижение вращения плоскости поляризации, равное $P_k - P_o$;

1000 — коэффициент пересчета в граммы;

n — количество солода, содержащееся в реакционной среде, мг.

В коэффициенты введен пересчет на 1 ч действия фермента.

Пример. Для расчета общей осаживающей активности ячменного солода приготовлен его основной раствор — 5 г на 100 мл. Основной раствор разбавлен в 20 раз. Следовательно, количество солода, взятое на анализ, $n = 5 \cdot 5 \cdot 10 \cdot 1000 / (100 \cdot 100) = 25$ мг.

При измерении удельного вращения растворов на визуальном поляриметре получены следующие значения поляризации: $P_k = 14,1^\circ$; $P_o = 12,6^\circ$; следовательно, $\Delta P = 14,1 - 12,6 = 1,5^\circ$.

Общая осаживающая активность ОСп составит $(0,050 \cdot 1,5 + 0,0114) \cdot 100 : 25,0 = 3,45$ ед./г.

В пересчете на абсолютно сухое вещество (при влажности солода 43%) $ОСп = 3,45 \cdot 100 / (100 - 43) = 6,05$ ед./г.

Глава 2

КОНТРОЛЬ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПРОИЗВОДСТВА

Промежуточными продуктами спиртового производства являются разваренная масса (предварительно измельченное и прошедшее тепловую обработку сырье), осахаренная масса (обработанная источниками амилотических ферментов разваренная масса; в результате ферментативного гидролиза крахмала до сбраживаемых сахаров получается сусло) и бражка (бродящее или сброженное сусло с дрожжами).

Пробы полупродуктов спиртового производства отбирают специальными пробоотборниками или через краники. Порядок отбора проб полупродуктов устанавливается в соответствии с требованиями технологической инструкции.

РАЗВАРЕННАЯ МАССА

Качество разваривания крахмалистого сырья определяется визуально по цвету, запаху и путем промывания водой пробы разваренной массы (1 л) на металлическом сите. Проба отбирается через пробоотборник на выдувной линии. После промывания водой дробина, оставшаяся на сите, не должна содержать крахмалистых кусочков, полусырых зерен. При наличии их на сите качество разваривания оценивается как неудовлетворительное.

По цвету разваренная масса характеризуется как нормально разваренная (окрашивание желто-коричневое), недодваренная или слабо разваренная (окрашивание с преобладанием более светлых тонов с белым отливом), переваренная (окрашивание с преобладанием темных тонов — коричневых, черных).

Контроль за качеством разваривания осуществляется не реже 4 раз в смену.

ОСАХАРЕННАЯ МАССА

На стадии осахаривания сусло спиртового производства анализируют через каждый час непрерывной работы. Пробы отбирают через специальный кран на суслопроводе после осахаривателя. Отбранное сусло фильтруют через мешочный фильтр из плотной бумажной материи. В фильтрате определяют концентрацию сухих веществ сахарометром или рефрактометром (в условных процентах), кислотность (титрованием 20 мл фильтрата 1,0 или 0,1 н. раствором гидроксида натрия), полноту осахаривания (визуально после смешивания 1—2 капель сусла на стекле с 1 каплей 0,5%-ного раствора йода. Если окраска йода при этом не изменяется, то масса осахарена хорошо, красная окраска указывает на присутствие в сусле декстринов, сине-фиолетовая свидетельствует о плохом осахаривании, т. е. в сусле имеется неосахаренный крахмал).

ДРОЖЖЕВОЕ СУСЛО И ЗРЕЛАЯ БРАЖКА

В дрожжевом сусле (сусле с содержанием СВ 17—18% и рН 3,8—4,0, предназначенном для размножения дрожжей) определяются концентрация сухих веществ и кислотность обычными методами.

В производственных дрожжах (отбродившем дрожжевом сусле, содержание СВ в котором снизилось до 1/3 от первоначального) определяются видимая плотность бражки (по показаниям сахарометра), кислотность и рН, а также количество дрожжевых клеток в 1 мл путем их подсчета под микроскопом в камере Горяева.

Производственные дрожжи контролируют на отсутствие инфекции под микроскопом в одной капле нефилтрированных дрожжей, а также методом счета определяют в них количество мертвых клеток, окрашенных в синий цвет раствором метиленовой сини.

Для определения содержания мертвых клеток на предметное стекло наносят по одной капле дрожжей и раствора метиленовой сини (1 : 5000), накрывают покровным стеклом и через 2 мин микроскопируют. В поле зрения микроскопа считают все дрожжевые клетки, затем только окрашенные, после чего препарат передвигают и подсчет ведут в новом поле зрения. Всего таким образом дрожжи подсчитываются в пяти полях зрения. После подсчета вычисляют процент мертвых клеток.

Производственные дрожжи контролируют на содержание в них гликогена, количество которого меняется в зависимости от их возраста и условий питания. Гликоген обнаруживается в клетках на стадии главного брожения. Когда 2/3 сахаров дрожжевого сусла сброжены, гликоген занимает от 1/3 до 2/3 клетки — такие дрожжи считаются зрелыми.

Для качественного определения гликогена на предметное стекло наносят каплю нефилтрированных дрожжей без дробины и 2—3 капли 0,5%-ного раствора йода, капли смешивают, накрывают покровным стеклом и через 2—3 мин смотрят под микроскопом. Под действием раствора йода клетки дрожжей окрашиваются в светло-желтый цвет, а глыбки гликогена — в коричневый.

Зрелая бражка является конечным полупродуктом спиртового производства, показатели которой строго контролируются на заводе. По показателям бражки определяются эффективность процесса получения спирта, а также нарушения технологических норм на отдельных стадиях процесса. В зрелой бражке определяются несброженные растворимые углеводы, нерастворенный крахмал, содержание спирта, видимая плотность, кислотность.

Видимая плотность и кислотность бражки определяют такими же методами, как и осахаренной массы. Количество спирта в бражке устанавливают по содержанию его в отгоне (8—9% об.) погружным рефрактометром или стеклянным спиртомером, содержание несброженных растворимых углеводов и нерастворенного крахмала определяется колориметрическим антроиновым методом. Полный анализ зрелой бражки описан в Инструкции по теххимическому контролю спиртового производства.

Глава 3

КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССА БРАГОРЕКТИФИКАЦИИ

При перегонке и ректификации этилового спирта постоянно контролируют содержание в готовом продукте и отходах этилового спирта, альдегидов, кислот, сложных эфиров и т. д. и при превышении допустимых норм содержания их устраняют возникшие неполадки технологии.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЭТИЛОВОГО СПИРТА В ЭПЮРАТЕ И БРАЖНОМ ДИСТИЛЛЯТЕ

Температуру эдюрата и бражного дистиллята перед определением крепости доводят до 20° С.

Содержание этилового спирта в указанных продуктах определяют стеклянным спиртомером (ГОСТ 3637—76, тип БС1) по ГОСТ 3639—61.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АЛЬДЕГИДОВ В ЭПЮРАТЕ

Содержание альдегидов в эдюрате определяют колориметрическим методом, сравнивая окраску эдюрата, полученную после реакции с фуксинсернистым реактивом I, с окраской типовых растворов уксусного альдегида.

При выработке ректифицированного спирта высшей очистки допускается содержание в эдюрате альдегидов не более 5 мг/л, при выработке спирта Экстра — не более 2 мг/л.

Эдюрат предварительно (в зависимости от концентрации в нем этанола) доводится до крепости 50% безальдегидным спиртом высшей очистки (по таблице укрепления 92) или дистиллированной водой (по таблице разведения 93).

Таблица 92

ДАННЫЕ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ ЭПЮРАТА

Крепость исходного спирта, % об.	Количество, мл		Крепость исходного спирта, % об.	Количество, мл	
	спиртового раствора	безводного спирта		спиртового раствора	безводного спирта
0	537	500	30	739	278
5	563	471	35	788	224
10	591	441	40	847	161
15	622	407	45	917	087
20	656	369	50	1000	000
25	695	326			

Разведение эдюрата безальдегидным спиртом и водой учитывается при расчете содержания альдегидов.

Пример. Крепость эдюрата составляет 34,1% об. По табл. 92 находим, что для получения 10 мл 50%-ного раствора необходимо взять эдюрата $(788-739) \times 4,1 : 5 = 40,18$ мл; для получения 1 л — $(739 + 40,18) : 100 = 7,79$ мл.

Аналогично рассчитывают количество безводного спирта, которое необходимо взять для укрепления исследуемого эдюрата до крепости 50% об. Оно равно $(278-224) \times 4,1 : 5 = 44,3$ мл, или на 1 л — $(278-44,3) : 100 = 2,34$ мл.

Таблица 93

ДАННЫЕ ДЛЯ РАЗВЕДЕНИЯ ЭПЮРАТА

Крепость исходного спирта, % об.	Количество, мл		Крепость исходного спирта, % об.	Количество, мл		Крепость исходного спирта, % об.	Количество, мл		Крепость исходного спирта, % об.	Количество, мл	
	спирта	воды		спирта	воды		спирта	воды		спирта	воды
100	500	537	88	568	456	76	658	359	63	794	214
99	505	530	87	575	449	75	667	349	62	806	201
98	510	524	86	581	442	74	676	339	61	820	187
97	515	517	85	588	434	73	685	330	60	833	173
96	520	511	84	596	426	72	694	320	59	847	158
95	526	504	83	602	418	71	704	308	58	862	143
94	532	498	82	610	410	70	714	298	57	877	127
93	538	491	81	617	403	69	725	287	56	893	111
92	543	484	80	625	394	68	735	276	55	909	94
91	549	477	79	633	385	67	746	265	54	926	76
90	556	471	78	641	376	66	758	253	53	943	59
89	562	463	77	649	367	65	769	240	52	962	40
						64	781	227	51	980	21

Так как для укрепления обычно используют не безводный, а безальдегидный спирт высшей очистки, делается пересчет: $2,34 \times 100 : 96,2 = 2,43$ мл, где 96,2 — фактическая крепость безальдегидного спирта высшей очистки, % об.

При сопоставлении с типовыми растворами оказалось, что окраска испытуемого раствора соответствует 3 мг в 1 л безводного спирта.

С учетом разбавления эдюрата безальдегидным спиртом высшей очистки фактическое содержание альдегидов в эдюрате составляет $3 \times 10,22 : 7,79 = 3,9$ мг в 1 л безводного спирта (где $10,22 = 7,79 + 2,43$ — общий объем испытуемой жидкости в пробирке, мл; 7,79 — объем эдюрата, взятого на анализ, мл).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КИСЛОТ И СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ В ЭПЮРАТЕ

Определение содержания кислот основано на нейтрализации их гидроксидом натрия с образованием соответствующих солей.

В колбу вместимостью 500 мл с притертым шлифом для обратного шарикового холодильника наливают 100 мл испытуемой жидкости и кипятят на слабом огне в течение 30 мин. После кипячения закрывают верхнюю часть холодильника хлоркальциевой трубкой с натронной известью и содержимое колбы охлаждают до комнатной температуры. Затем в присутствии индикатора бромтимоловый синий оттитровывают кислоты 0,1 н. раствором NaOH до появления исчезающей в течение 1—2 мин голубой окраски. Содержание кис-

лот в эюрате K (в мг на 1 л безводного спирта, в пересчете на уксусную кислоту) рассчитывают по формуле $K = a \times 6 \times 100 \times 10 : C$, где a — количество 0,1 н. раствора NaOH, пошедшее на нейтрализацию кислот, мл; b — количество уксусной кислоты, соответствующее 1 мл точно 0,1 н. раствора NaOH, мг; C — крепость эюрата, % об.

Определение содержания сложных эфиров основано на омылении их гидроксидом натрия с образованием соответствующих спиртов и солей.

В колбу вместимостью 500 мл наливают 100 мл эюрата и после нейтрализации кислот добавляют для омыления эфиров 10 мл 0,1 н. раствора NaOH. Подсоединяют колбу к обратному холодильнику и кипятят содержимое в течение 1 ч. После охлаждения до комнатной температуры (верхняя часть холодильника должна быть закрыта хлоркальциевой трубкой с натронной известью) в колбу приливают 10 мл 0,1 н. раствора соляной кислоты и оттитровывают ее избыток 0,1 н. раствором NaOH. Содержание эфиров в эюрате \mathcal{E} (в мг на 1 л безводного спирта, в пересчете на уксусноэтиловый эфир) вычисляют по формуле $\mathcal{E} = a \times 8,8 \times 100 \times 10 : C$, где a — количество 0,1 н. раствора NaOH, пошедшее на омыление эфиров, мл; $8,8$ — количество уксусноэтилового эфира, соответствующее 1 мл точно 0,1 н. раствора NaOH, мг; C — крепость эюрата, % об. При выработке ректификованного спирта высшей очистки допускается содержание в эюрате эфиров не более 80 мг/л, при выработке спирта Экстра — не более 60 мг/л.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МЕТИЛОВОГО СПИРТА В ЭЮРАТЕ

Метод основан на окислении метилового спирта в формальдегид с последующим колориметрическим определением при помощи фуксинсернистого реактива II.

Содержание метилового спирта определяют по методике, изложенной в ГОСТ 5964—67, при использовании типовых растворов с содержанием метилового спирта 0,13; 0,05 и 0,03% об. Для пересчета содержания метилового спирта в эюрате на безводный спирт полученный результат умножают на коэффициент 100 : C , где C — крепость эюрата, % об. При выработке ректификованного спирта высшей очистки допускается содержание в эюрате метилового спирта не более 0,06% об., при выработке спирта Экстра — не более 0,04% об.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СИВУШНОГО МАСЛА

Определение проводят колориметрическим методом. В основе определения лежит реакция образования окрашенного соединения после добавления к этиловому спирту, содержащему сивушное масло, салцилового альдегида и концентрированной серной кислоты. Интенсивность окраски определяют визуально или на фотоэлектроколориметре при длине волны $\lambda = 536$ нм в кюветах толщиной 20 мм.

Глава 4

КОНТРОЛЬ ОТХОДОВ И ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПРОИЗВОДСТВА

В процессе производства спирта контролируют качественные и количественные показатели барды, лютерной воды, промывной воды из спиртоловушки.

При производстве кормовых дрожжей из отходов спиртового производства ведется поэтапный технологический и микробиологический контроль.

ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА СПИРТА

Барда

В каждой партии барды, поступающей из брагоректификационного отделения завода в цех культивирования плесневых грибов или на корм скоту, определяют содержание спирта, кислотность и содержание сухих веществ.

Содержание спирта в барде (точнее, в дистилляте барды) определяют ежедневно и один раз в смену в средней пробе химическим колориметрическим (с применением 1 н. раствора хромовокислого калия и концентрированной серной кислоты) и интерферометрическим (в конденсате барды) методами. Содержание спирта не должно превышать 0,015% об.

Кислотность барды определяют в каждой партии титрованием 1 н. раствором гидроксида натрия.

Содержание сухих веществ в барде определяют в фильтрате по его относительной плотности с помощью сахарометра.

Промывная вода из спиртоловушки

Промывная вода исследуется на содержание спирта один раз в сутки. Содержание спирта определяется стеклянным спиртомером с точностью до 0,5%. В зависимости от конструкции спиртоловушки содержание спирта в промывной воде должно быть не более 1,5—3,0%. Отсутствие спирта свидетельствует о нарушении режима работы или неисправности спиртоловушки.

Лютерная вода

Лютерную воду анализируют на содержание спирта химическим методом так же, как при определении спирта в барде. Присутствие спирта в лютерной воде свидетельствует о нарушении работы ректификационной и сивушной колонн.

КОРМОВЫЕ ДРОЖЖИ

При производстве кормовых дрожжей контролируют качество сырья и материалов, питательной среды и микробиологическое и биохимическое состояние дрожжей на различных стадиях технологи.

Химикаты

Качество химикатов устанавливается по средней пробе, отбираемой из каждого вагона, цистерны, автомашины, от партии бочек. В сульфате аммония определяют содержание азота (перегонкой) и влажность, в аммиачной воде — содержание азота, в олеиновой кислоте — жира (ареометром). Плотность ортофосфорной (1,476) и серной (1,84) кислот определяют ареометром.

Приготовление питательной среды

Грубый фильтрат барды, предназначенный для приготовления питательной среды, отбирают из трубы или сборника грубого фильтра. Количество его контролируется ротаметром, оно должно быть в пределах 5—6 м³/ч.

Для определения чистоты грубого фильтрата его просеивают через сетку с диаметром отверстий 1,2 мм. Дробины на сите быть не должны.

Температура (70—85° С) и рН (4,6—5,0) грубого фильтрата контролируются 2 раза в смену соответственно термометром и рН-метром.

Содержание в грубом фильтрате несброженных веществ (должно быть в пределах 0,25—0,45 г/л) определяют колориметрическим антроновым методом 1 раз в сутки, а сухих растворимых веществ (1,5—3,5%) — рефрактометром 2 раза в смену.

В зависимости от вида барды в нее задается 12—48 л/м³ раствора сульфата аммония, количество которого контролируется ротаметром. Содержание сульфата аммония в растворе (5—7%) контролируется в каждом сборнике с помощью ареометра.

Выращивание засевных дрожжей

Засевные дрожжи, выращиваемые в малом и большом АЧК, должны иметь температуру 32—34° С (контролируется каждый час с помощью дистанционного термометра) и рН 4,6—4,8 (определяется рН-метром каждые 2 ч).

Количество дрожжевых клеток (200—250 млн/мл), почкующихся клеток (20—25%) и степень заражения микрофлорой (ее отсутствие) определяют 2 раза в смену под микроскопом или в камере Горяева.

Производственное выращивание дрожжей

Температуру дрожжевой бражки в дрожжерастильном чае (35—37° С) контролируют каждый час с помощью дистанционного термометра; рН среды (4,8—5,5) — каждые 2 ч с помощью рН-метра.

Количество биомассы дрожжей (60—80 г/л) определяется центрифугированием каждые 2 ч; содержание сухих растворимых веществ (1,0—2,2%) — с помощью рефрактометра. В биомассе должно содержаться 10—20% почкующихся дрожжевых клеток и не должно быть посторонних микроорганизмов (определяют каждые 2 ч под микроскопом или в камере Горяева).

Содержание в фильтрате минерального азота (500—700 мг/л), сульфата аммония и карбамида, фосфора (100—200 мг/л) определяют 1 раз в смену по инструкции, углеводов — 1 раз в сутки,

Выделение и сгущение дрожжевой суспензии

Дрожжевую суспензию из сборника 2 раза в смену фильтруют через капроновое сито № 21, определяя чистоту отделения дробинки (на сите не должно быть дробинки) и центрифугируют, определяя количество биомассы (ее должно быть 100—140 г/л).

Каждые 2 ч из трубы фугата отбирают пробу для определения количества дрожжевых клеток (под микроскопом или в камере Горяева) — их должно быть не более 4—6 в поле зрения.

Сушка дрожжевого концентрата

Температура в сборнике дрожжевого концентрата должна быть в пределах 65—70° С, что контролируется термометром каждые 2 ч.

Один раз в сутки в средней пробе определяется содержание сухих веществ (6—10%) высушиванием при 105° С до постоянной массы.

Складирование товарных дрожжей

В товарных дрожжах, находящихся на складе готовой продукции, 1 раз в 7 дней определяют содержание влаги (8—12%) высушиванием при 105° С до постоянной массы, сырого протеина (43—52%) — химическим методом Кьельдаля и золы (10—12%) сжиганием.

Глава 5

КОНТРОЛЬ РАБОТЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

За работой очистных сооружений осуществляется систематически технологический и микробиологический контроль. Контролируется работа отдельных аппаратов и в целом сооружений биологической очистки сточных вод III категории и механической очистки транспортно-мочных вод. Учитывается количество поступающих сточных вод: производственно-загрязненных, хозяйственно-бытовых, транспортно-мочных, каждого стока отдельно; ведется учет расхода электроэнергии, количества осадков, поступающих в ило- и шламонакопитель, расхода химикатов.

Особое внимание обращается на количество сточных вод, сбрасываемых в водоем без очистки в аварийных случаях. Аварийный сброс должен согласовываться с допустимыми санитарными нормами санитарно-эпидемиологической станции, органов Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР и Министерства рыбного хозяйства СССР.

Показателями, характеризующими работу очистных сооружений, являются: окисляемость — ХПК, биологическая потребность в кислороде — БПК₅ (пятисуточная) и БПК_{полн}, доза активного ила, его зольность, содержание азота аммонийных солей, нитритов, нитратов, фосфора, растворенного кислорода, рН среды, прозрачность, температура, цветность, количество осадка по объему и массе, зольность осадка и др.

Эффективность работы станции биологической очистки и ее отдельных сооружений оценивается сравнением качества сточной жидкости, поступающей на сооружения и выходящей из них.

ОБОРУДОВАНИЕ, ПОСУДА И РЕАКТИВЫ

Лаборатория спиртового завода должна иметь для контроля работы очистных сооружений следующее специальное оборудование, химическую посуду и реактивы:

микроскоп марки Биолон, выпускаемый Ленинградским оптико-механическим объединением им. В. И. Ленина, или другой марки с набором предметных и покровных стекол;

термостат с нижним пределом показаний 15—20° С Казанского завода медоборудования;

шкафы сушильные электрические круглой формы марки 2В-151-50 Одесского экспериментального завода лабораторной медтехники;

весы аналитические с кнопочным управлением, выпускаемые Ленинградским заводом медоборудования;

pH-метр Гомельского завода измерительных приборов;

муфельная электрическая печь марки МП-20 Ужеского завода лабораторных печей;

фотоэлектроколориметр марки ФЭК-56М Загорского опытно-механического завода;

пробоотборник для отбора проб сточных вод при определении содержания в них растворенного кислорода, изготавливаемый на месте по чертежам Мичуринского экспериментального завода — 2 шт.;

прибор для определения окисляемости (ХПК), состоящий из колбы с удлиненным горлышком (колбы Кьельдаля), выполненной из термостойкого стекла, объемом 500 мл, и шарикового холодильника — 20 комплектов;

бюксы металлические или стеклянные — 20 шт.;

воронки диаметром 50—70 мм — 20 шт.;

цилиндры мерные на 1000 мл — 5 шт.;

то же на 500 мл — 10 шт.;

то же на 100 мл — 50 шт.;

стаканы химические разные — 100 шт.;

пипетки на 1 мл — 20 шт.;

то же на 2 мл — 10 шт.;

то же на 5 мл — 5 шт.;

то же на 10 мл — 5 шт.;

то же на 20 мл — 5 шт.;

колбы конические разные — 100 шт., в том числе на 500—700 мл — 50 шт.;

колбы плоскодонные разные — 50 шт., в том числе на 100 мл — 30 шт.;

тиглы диаметром 3—5 мм — 50 шт.;

чашки фарфоровые диаметром 7—10 см — 50 шт.;

пробоотборники с длинным концом 1,4—1,5 м — 2 шт.; ковш

объемом 1 л (изготавливается на месте);

дихромат калия ($K_2Cr_2O_7$), ч. д. а. — 500 г;

сульфат серебра (Ag_2SO_4), ч. д. а. — 50 г;

соль Мора [$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$], ч. д. а. — 1000 г;

фенилантралиновая кислота (индикатор) — 10 г;

йодид калия (KJ), ч. д. а. — 500 г;

азид натрия (NaN_3), ч. д. а. — 200 г;
сульфат марганца ($MnSO_4$), ч. д. а. — 500 г;
гидрохинон, ч. д. а. — 100 г;
хлорид железа ($FeCl_3$), ч. д. а. — 50 г;
реактив Несслера, ч. д. а. — 500 мл;
хлорид серебра ($AgCl$), ч. д. а. — 200 г;
 α -нафтиламин, ч. д. а. — 100 г;
сульфанлиловая кислота, ч. д. а. — 100 г.

ПЕРВИЧНЫЙ ОТСТОЙНИК

Проба сточной воды, поступающей в отстойник, берется из специального крана на трубе после насоса. Один раз в сутки определяется температура воды (она должна быть в пределах 25—35° С), один раз в 2 дня — содержание взвешенных веществ (определяют высушиванием при 105° С до постоянной массы) — допускается 300—400 мг/л.

Проба осветленной сточной воды отбирается из крана на трубе, идущей к смесителю. Один раз в 2 дня — содержание взвешенных веществ (100—150 мг/л).

При анализе осадка из первичного отстойника определяют его зольность (один раз в месяц) сжиганием в муфельной печи (при переработке зерна она должна быть в пределах 15—20%, при переработке картофеля — 30—40%) и содержание взвешенных веществ (один раз в 7 дней) — допускается 50—60 г/л.

АЭРОТЕНК-ОТСТОЙНИК

Проба воды, поступающей в аэротенк, отбирается на анализы из лотка. Один раз в сутки определяются температура (16—23° С), реакция среды (рН 6,5—8,5) и количество сточной воды (5—7 м³/ч, определяется по высоте слоя жидкости).

Один раз в 5 дней биохимическим методом определяется БПК₅ (300—350 мг/л) и один раз в 10 дней — БПК_{полн} (500—750 мг/л).

ХПК воды определяется один раз в 2 дня титрованием после кипячения с сильными окислителями; ХПК должно быть в пределах 800—1300 мг/л.

Один раз в 7 дней колориметрическим методом определяется содержание в воде азота аммонийных солей (10—15 мг/л) и фосфора (3—5 мг/л); один раз в месяц — содержание хлоридов (определяется титрованием, допускается не более 350 мг/л).

При ухудшении процесса очистки определяется (титрованием) содержание формалина (не более 160 мг/л) и активного хлора (не допускается).

При анализе пловой смеси два раза в сутки определяют микроскопированием ее микробиологическое состояние (допускается содержание 10—20 видов бактерий, простейших микроорганизмов).

Один раз в смену определяют дозу активного ила по объему отстаивания в течение 30 мин; на I ступени эта доза должна быть в пределах 100—300 мл, на II — 180—200 мл. При определении содержания сухих веществ один раз в 10 дней высушивают ил при 105° С до постоянной массы; на I ступени доза должна быть в пределах 3—4 г/л, на II — 0,8—1,5 г/л.

Зольность ила (15—20%) определяют один раз в 10 дней сжиганием в муфельной печи.

Содержание в иловой смеси растворенного кислорода (4—6 мг/л) определяют химическим методом один раз в 7 дней.

ВТОРИЧНЫЙ ОТСТОЙНИК

Проба воды после вторичных отстойников отбирается из лотка на выходе. Содержание в воде взвешенных веществ определяется 2 раза в 7 дней путем высушивания при 105°С до постоянной массы; допускается содержание взвешенных веществ после I ступени 30—50 мг/л, после II ступени — 15—20 мг/л.

Биохимическими методами анализа определяют один раз в 5 дней БПК₅ (10—15 мг/л после I ступени) и один раз в 10 дней БПК_{полн} (10—15 мг/л после II ступени). Титрованием воды один раз в 2 дня определяется ХПК (50—70 мг/л после II ступени).

С помощью колориметрического метода находят содержание в воде азота аммонийных солей (0,5—1,0 мг/л, анализ проводится один раз в 7 дней), фосфора (следовые количества) и азота нитритов (0—10 мг/л, анализ делается один раз в месяц).

Ежесуточно химическим методом определяется содержание в воде растворенного кислорода — оно должно быть в пределах 2,0—2,5 мг/л на I ступени и 1,5—2,0 мг/л — на II.

ГРАВИЙНО-ПЕСЧАНЫЙ ФИЛЬТР

В сточной воде, поступающей на фильтр, один раз в сутки определяют содержание взвешенных веществ (20—25 мг/л) и один раз в 5 дней БПК₅ (по результатам биохимического анализа БПК₅ должно быть в пределах 15—20 мг/л) и ХПК (по результатам дихроматного метода анализа ХПК должно составлять 60—70 мг/л).

Сточная вода после доочистки на гравийно-песчаном фильтре должна содержать 12—15 мг/л взвешенных веществ (определяют один раз в сутки). Ее БПК₅ должно находиться в пределах 3—5 мг/л, ХПК — 35—45 мг/л.

СООРУЖЕНИЯ ДЕЗИНФЕКЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИ ОЧИЩЕННОЙ ВОДЫ

На этой станции контролируют в каждом цикле плотность (1,06—1,07 по ареометру) и температуру (не более 50°С) раствора хлорида натрия в растворяющем баке, концентрацию хлора (6—8 мг/л по химическому йодометрическому методу) в растворе гипохлорита натрия в баке-накопителе.

Один раз в смену химическим методом определяют концентрацию хлора (не более 1,5 г/л) в хлорированной воде после биологической очистки.

ИЛОУПЛОТНИТЕЛЬ

В осадке, поступающем в илоуплотнитель, один раз в 10 дней определяют содержание взвешенных веществ (5—6 г/л); после илоуплотнения осадок должен содержать 20—25 мг/л взвешенных веществ (определяются высушиванием при 105°С).

МИНЕРАЛИЗАТОР-УПЛОТНИТЕЛЬ

Осадок после минерализатора должен иметь температуру 10—20°С и рН среды 6,5—8,5 (определяются один раз в сутки).

Содержание взвешенных веществ в осадке, определяемое один раз в 10 дней, должно быть в пределах 10—13 г/л.

Один раз в 10 дней сжиганием в муфельной печи определяется зольность осадка — 50—70%.

Микробиологический контроль осадка проводится один раз в сутки; допускается содержание в осадке 10—15 видов бактерий, простейших.

ДЕГЕЛЬМИНТИЗАТОР

Минерализованные обезвреженные осадки после дегельминтизатора должны иметь температуру 70—75°С, что контролируется один раз в смену.

Глава 6 МЕТРОЛОГИЯ

Метрология — наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Единство измерений — такое состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах и погрешности измерений известны с заданной вероятностью. Единство измерений необходимо для того, чтобы можно было сопоставлять результаты измерений, выполненных в разных местах, в разное время, с использованием разных методов и средств измерений.

Точность измерений характеризуется близостью их результатов к истинному значению измеряемой величины.

Метрология имеет большое практическое значение, так как она служит научной основой измерительной техники, которая широко применяется в различных отраслях народного хозяйства.

Особую роль играет метрология в решении задачи повышения качества продукции, достигаемого путем обеспечения необходимых параметров качества в процессе производства за счет применения активного контроля за технологией и автоматического регулирования производственных процессов.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Для удовлетворения нужд народного хозяйства страны в проведении измерений на необходимом научно-техническом уровне создана Государственная метрологическая служба, задачей которой является обеспечение единства и достоверности измерений и единообразия средств измерений.

В СССР руководство Государственной метрологической службой осуществляется Государственным комитетом СССР по стандартам.

В состав Государственной метрологической службы СССР входят научно-исследовательские метрологические институты со своими

филиалами, 15 Управлений уполномоченных Госстандарта СССР при советах министров союзных республик с республиканскими центрами метрологии и стандартизации, лаборатории государственного надзора за внедрением и соблюдением стандартов и состоянием измерительной техники, имеющейся во всех областных центрах страны, и межрайонные отделения этих лабораторий.

Задачи, стоящие перед Государственной метрологической службой, решаются с помощью Государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ), основные положения которой изложены в ГОСТ 8.000—72.

Государственная система обеспечения единства измерений состоит из комплексов нормативно-технических документов, регламентирующих единицы физических величин, воспроизведение единиц физических величин с помощью эталонов, передачу размеров единиц физических величин рабочим средствам измерений с необходимой точностью при наименьших затратах, установление норм на метрологические характеристики средств измерений, проведение государственных испытаний средств измерений, их поверки, ревизии и экспертизы, проведение стандартизации и аттестации методик выполнения измерений, оформление и представление результатов измерений.

Основными нормативно-техническими документами Государственной системы обеспечения единства измерений являются Государственные стандарты.

Под руководством Государственной метрологической службы действуют органы ведомственных метрологических служб, создаваемых министерствами и ведомствами для обеспечения метрологического надзора в своей отрасли.

МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ СЛУЖБА В СПИРТОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Задачи метрологической службы

Основной задачей метрологической службы, действующей в спиртовой промышленности, является проведение организационно-технических мероприятий, направленных на повышение эффективности производства, улучшение качества выпускаемой продукции путем поддержания средств измерений на должном техническом уровне и установлении строгой метрологической дисциплины в обеспечении единства измерений по ГОСТ 8.002—77 на всех подведомственных предприятиях.

Базовые метрологические службы действуют при всех производственных объединениях спиртовой и ликерно-водочной промышленности.

Структура базовой метрологической службы

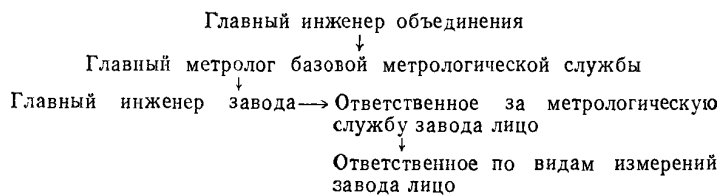
Метрологической службой производственного объединения руководит главный метролог, который назначается приказом руководителя объединения, подчиняется главному инженеру объединения. Главный метролог несет ответственность за выполнение задач, стоящих перед базовой метрологической службой на подведомственных ей спиртовых заводах.

Непосредственная работа по метрологическому обеспечению предприятий объединения осуществляется входящими в базовую метрологическую службу подразделениями: группой надзора и метрологического обеспечения (1—2 чел.), группой централизованного ремонта приборов (весовое хозяйство—3—4 чел., приборы теплоконтроля, давления, расхода—5—7 чел.), монтажно-наладочной группой КИПиА (3 чел.).

На спиртовых заводах за метрологическое обеспечение средств измерений КИПиА ответственность возлагается на назначаемое приказом должностное лицо, которое в организационно-техническом и методическом отношении подчиняется главному инженеру спиртового завода.

Метрологическое обеспечение производства на спиртовом заводе осуществляется ответственными лицами по видам измерений, организации службы КИПиА и производственной лабораторией, эти лица в организационно-техническом и метрологическом отношении подчиняются ответственному за метрологическую службу завода лицу.

Структурная схема метрологической службы выглядит следующим образом:



Обязанности метрологической службы

На метрологическую службу возлагаются следующие обязанности:

организация, руководство и контроль за деятельностью предприятий объединения по систематическому надзору за измерительной техникой, проведение организационно-технических мероприятий, обеспечивающих надлежащее состояние измерительной техники и КИПиА;

разработка, согласование с базовой организацией метрологической службы и представление на утверждение руководства объединения перспективных и годовых планов работ метрологической службы, разработка и внедрение новой измерительной техники и осуществление контроля за их выполнением;

организация внедрения государственных, отраслевых стандартов предприятий объединении, нормативных документов, регламентирующих нормы точности измерений, характеристики средств измерений, методики выполнения измерения, методы и средства поверки, требования к метрологическому обеспечению подготовки производства и др.;

участие в проведении метрологической экспертизы конструкторской документации на изделия, разрабатываемые на спиртовых заводах;

разработка для служб предприятий совместно с другими подразделениями и организациями средств измерений, их изготовление, контроль и испытания ведомственного значения;

участие в работах, связанных с автоматизацией измерений и поверкой средств измерений;

проведение метрологической аттестации нестандартизируемых средств измерений;

осуществление координации и методического руководства работами, направленными на обеспечение единства и достоверности измерений и выполняемыми в различных подразделениях завода;

участие в анализе причин нарушений технологических режимов, брака продукции, сверхнормативного расхода сырья, материалов, энергии и других потерь в производстве, связанных с состоянием средств измерений, контроля и испытаний с выполнением контрольно-измерительных операций;

участие в работе по подготовке к аттестации продукции, выпускаемой объединением;

учет наличия мер и измерительной техники, выдача, наличие и правильность применения научно-технической документации на методы измерений и соблюдение установленных метрологических правил на всех предприятиях объединения;

организация выборочной проверки состояния надзора за измерительной техникой на предприятиях, состояния измерительных приборов и принятие мер по устранению выявленных недостатков;

подготовка и проведение конференций, семинаров по обмену опытом, повышению квалификации работников метрологических служб прикрепленных предприятий;

участие в создании в объединении справочно-информационного фонда документов в области метрологии и средств измерений;

оказание содействия лицам, осуществляющим Государственный надзор за производством, состоянием, применением и ремонтом средств измерений;

оказание помощи предприятиям в обеспечении измерительной техникой;

организация ремонта мер и измерительных приборов на предприятиях, а также централизованного обслуживания техническим надзором, специализированными организациями по измерительной технике;

рассмотрение и утверждение согласованных с органами Госстандарта СССР графиков представления на государственную поверку измерительной техники;

осуществление связей с местными органами Госстандарта СССР по вопросам метрологического обслуживания;

представление в вышестоящую организацию полугодовых информационных материалов о проделанной работе по метрологическому обеспечению прикрепленных предприятий.

Права метрологической службы

Метрологическая служба имеет следующие права:

согласовывать и визиовать конструкторскую, технологическую и нормативно-техническую документацию, подлежащую метрологической экспертизе;

представлять руководству объединения предложения о приостановлении действия или изъятии из применения нормативно-технических документов, не соответствующих Государственным и отраслевым стандартам или установленным требованиям и правилам метрологического обеспечения;

утверждать методики поверки нестандартизируемых средств измерений ведомственного назначения;

контролировать состояние, хранение и применение средств измерений, а также состояние метрологического обеспечения предприятий объединения, давать обязательные для выполнения их руководителями предприятия предписания об устранении выявленных нарушений и изъятии из применения средств измерений, непригодных к применению;

контролировать выполнение всеми предприятиями планов организационно-технических мероприятий по метрологическому обеспечению их деятельности и планов внедрения новой измерительной техники;

рассматривать и давать заключения по вопросам оценки состояния, точности и выбора средств и методов измерений, вызывающим разногласия по предприятиям;

осуществлять контроль за своевременным представлением и удовлетворением заявок предприятий;

привлекать в установленном порядке к выполнению работ по метрологическому обеспечению другие службы и подразделения предприятия, а также специалистов других организаций;

вносить руководству предприятий предложения о поощрении работников предприятий за внедрение новых прогрессивных средств и методов измерений, а также предложения о привлечении к ответственности лиц, виновных в нарушении метрологических правил, в применении неисправных, непроверенных в установленном порядке средств измерений;

получать от руководителей отделов, цехов, лабораторий предприятий материалы и сведения, необходимые для выполнения обязанностей метрологической службы;

представительствовать по поручению руководства объединения в других организациях по вопросам метрологического обеспечения производства, испытаний и эксплуатации КИПиА.

Контроль за работой базовой метрологической службы осуществляется Межобластным центром метрологии и стандартизации Государственного комитета СССР по стандартам и вышестоящей организацией.

Уровень эффективности технологических процессов во многом зависит от организации работы метрологической службы на спиртовом заводе, оснащенности действующего оборудования средствами контроля и измерения, наличия приборов для осуществления стационарного технокимического контроля, соблюдения режимов эксплуатации измерительной аппаратуры, своевременного и качественного ремонта, надлежащего клеймения и хранения средств измерения и контроля.

Во всех цехах завода используются общетехнические средства контроля и измерения. К ним относятся: весовое хозяйство, объемные мерники и другие клейменные сосуды, лабораторное оборудование, измерительные и регистрирующие приборы различных технологических параметров (давления, разрежения, температуры, расхода,

силы тока и т. д.), а также специальные измерительные приборы — спиртомеры, спиртоизмеряющие снаряды, пурки и др.

На все виды контрольно-измерительной техники должны иметься паспорта или другая документация, подтверждающая их техническую исправность, точность измерения, срок поверки и клеймения.

Непосредственно отвечающими за техническое состояние контрольно-измерительной техники, своевременность ее поверки, правильность эксплуатации и хранения являются лица, назначенные приказом по заводу: инженер КИПиА, начальники цехов и участков, т. е. руководители тех участков, где используются средства измерения и контроля.

Эксплуатация, поверка, ремонт и хранение

Вся контрольно-измерительная техника, используемая на заводе, должна быть исправна, проверена и проклеена.

Вся контрольно-измерительная техника, используемая на заводе, подлежит поверке и клеймению в сроки, установленные Государственным комитетом СССР по стандартам или его территориальным органом. Для основных приборов эти сроки составляют: весы железнодорожные — 1 раз в 6 мес, остальные весоизмерительные приборы — 1 раз в год, гири к ним — 1 раз в год; мерники образцовые — 1 раз в год; мерники технические — 1 раз в год; спиртомеры металлические — 1 раз в год; спиртомеры стеклянные — 1 раз в 5 лет; манометры и вакуумметры всех видов — 1 раз в год; расходомеры для жидкостей, газа и пара — 1 раз в год; водосчетчики — 1 раз в 2 года; пурки — 1 раз в год; уровнемеры — 1 раз в год; счетчики электроэнергии трехфазного тока — 1 раз в 4 года; счетчики электроэнергии однофазного тока — 1 раз в 8 лет; приборы для измерения сопротивления изоляции — 1 раз в год; влагомеры электрические для зерна — 1 раз в год; термометры всех типов (показывающие, самопишущие и дистанционные) — 1 раз в год; термометры стеклянные повышенной точности и образцовые — 1 раз в 4 года; рефрактометры — 1 раз в 4 года; сахарометры — 1 раз в 4 года; фотоэлектродориметры — 1 раз в 4 года; рН-метры — 1 раз в 4 года; приборы электроизмерительные щитовые — 1 раз в 2 года.

Запрещается использовать измерительную технику с просроченными сроками очередной поверки и клеймения.

Службе КИПиА предоставлено право ремонта с дальнейшим предъявлением госповерителю приборов теплотехнического контроля: манометров образцовых пружинных, манометров и вакуумметров технических, тягонапорометров, расходомеров дифференциально-трансформаторной системы и пневматических, потенциометров автоматических, милливольтметров, мостов электронных, логометров, термометров манометрических.

Службой КИПиА должны вестись паспорта на контрольно-измерительные приборы, где отмечаются ремонты, периодическая и государственная поверка приборов, а также графики государственной поверки мер и измерительных приборов для обеспечения своевременного и качественного ремонта, ревизии и госповерки.

Ремонт, дальнейшая поверка и клеймение значительной части измерительной техники осуществляются специализированными организациями и государственными поверителями. Обязанностью лиц, в ведении которых находится измерительная техника, является обеспе-

чение через посредство этих организаций своевременного ремонта и поверки измерительной техники.

Вскрытие, чистка, поверка контрольных спиртоизмеряющих снарядов осуществляются главным инженером завода или другим лицом, имеющим специальные полномочия, не реже одного раза в 2 мес, о чем делается запись в специальном журнале.

Вскрытие контрольного снаряда, а также отключение его для направления на ремонт осуществляются комиссионно. Текущий ремонт проводится силами службы КИПиА завода, капитальный — специализированной организацией.

Периодическая поверка рабочих средств измерений осуществляется инженером КИП, заведующим производственной лабораторией, старшим инженером по качеству или другими лицами, о чем производится запись в специальном журнале или паспорте прибора.

Все контрольно-измерительные приборы, в том числе контрольные и образцовые, независимо от их состояния должны предъявляться в госповерку в сроки, намеченные графиком госповерок.

Руководитель, в ведении которого находятся эксплуатируемые приборы и другая измерительная техника, обязан обеспечить своевременную их ревизию и госповерку, а при необходимости — ремонт измерительной техники. За состояние этих приборов и средств руководителей участков несут персональную ответственность.

Резервные, контрольные и образцовые контрольно-измерительные средства хранятся ответственными лицами в условиях, исключающих их порчу, повреждение или влияние окружающей среды на их техническое состояние.

Все новые контрольно-измерительные приборы отпускаются со склада и вводятся в эксплуатацию только по согласованию с лицом, ответственным за общее состояние измерительной техники на предприятии.

Эксплуатация рабочих средств измерений обуславливается специальными техническими инструкциями, являющимися обязательными как для руководителей участков служб, так и непосредственно исполнителей.

Правильный учет спирта зависит прежде всего от точности измерения мерников отпуска спирта в хранилище с производства и мерников на отпуск спирта потребителям, а также от пользования вполне исправными спиртомерами и термометрами. Главный бухгалтер завода, инженер по качеству и начальник производственной лаборатории несут персональную ответственность за своевременное переизмерение мерников, техническое состояние спиртоизмеряющих приборов и правильное оформление материально-ответственными лицами документации, связанной с учетом спирта.

Споры, возникающие в результате неправильных измерений количества спирта при получении, а также отклонения от качества спирта или другой продукции, отгружаемой заводом, разрешаются в установленном порядке.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Временная технологическая инструкция по осахариванию крахмалистого сырья ферментами микробного происхождения в спиртовой промышленности.** — М.: МПП СССР, Упрспирт, 1976.—20 с.
- Грязнов В. П.** Практическое руководство по ректификации спирта. — М.: Пищевая пром-сть, 1968. — 191 с.
- Дополнение к Временной инструкции по применению в спиртовой промышленности ферментного препарата Глюкаваморин Гх-466 совместно с различными источниками альфа-амилазы.** — М.: Минпищепром СССР, Упрспирт; ВНИИПрБ, 1979.—3 с.
- Инструкция по определению производственных мощностей спиртовых заводов.** — М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1975.—18 с.
- Инструкция по нормированию выходов этилового спирта при переработке крахмалистого сырья в спиртовой промышленности.** — М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1974. — 39 с.
- Инструкция по теххимконтролю спиртового производства.** — М.: Пищевая пром-сть, 1967. — 391 с.
- Инструкция по приемке, хранению, отпуску, транспортировке и учету этилового спирта.** — М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1969.—67 с.
- Инструкция по нормированию расхода тепловой энергии и топлива для спиртовых заводов, перерабатывающих крахмалистое сырье.** — М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1978.—72 с.
- Инструкция по нормированию расхода электрической энергии для спиртовых заводов, перерабатывающих крахмалистое сырье.** — М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1979.—59 с.
- Климовский Д. Н., Смирнов В. А., Стабников В. Н.** Технология спирта. — М.: Пищевая пром-сть, 1967.—452 с.
- Козьмина Н. П.** Биохимия зерна и продуктов его переработки. — М.: Колос, 1976—301 с.
- Козьмина Н. П.** Зерно и продукты его переработки. — М.: Изд-во технической и экономической литературы по вопросам заготовок, 1961, 350 с.
- Коробов М. М., Ройтер И. М., Мальцев П. М.** и др. Расчет продуктов брожения производств, ликеро-водочного и безалкогольных напитков. — Киев: Государственное издательство технической литературы УССР, 1961, 299 с.
- Лурье Ю. Ю., Рыбников А. И.** Химический анализ производственных сточных вод. — М.: Химия, 1974. — 256 с.
- Нормирование расхода сырья и вспомогательных материалов в спиртовой и ликеро-водочной промышленности.** — М.: Минпищепром СССР, Главспирт, 1972. — 30 с.
- Нормы и методика расчета расхода осахаривающих материалов**

в производстве спирта. — М.: Минпищепром СССР, Главспирт, 1978.—42 с.

Опытно-промышленный регламент на производство глубинной культуры Глюкаваморин Гх-466. — М.: Минпищепром СССР, ВНИИПрБ, 1978.—94 с.

Полунепрерывная технологическая схема производства спирта [А. Л. Малченко, А. Г. Забродский, З. К. Ашкингузи и др.] — Киев — Львов: Государственное изд-во технической литературы Украины, 1961.—263 с.

Производство этилового спирта из пищевого сырья. Основные понятия. Термины и определения. ГОСТ 20752—75.

Регламент очистки сточных вод спиртовых заводов, перерабатывающих крахмалистое сырье. — М.: Минпищепром СССР, Упрспирт, ВНИИПрБ, 1977. — 103 с.

Регламент производства спирта из крахмалистого сырья. Часть I. — М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1979. — 270 с.

Регламент производства спирта из крахмалистого сырья. Часть II. Брагоректификация. — М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1978.—192 с.

Рекомендации по использованию нормативных величин содержания ферментов амилолитического комплекса в полупродуктах спиртового производства с целью его контроля. — М.: Минпищепром СССР, ВНИИПрБ, 1973. — 13 с.

Рухлядева А. П. Технохимический контроль спиртового производства. — М.: Пищевая пром-сть, 1974. — 355 с.

Сборник положений и инструкций по сырию для спиртовых заводов. — М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1977.—279 с.

Справочник картофелявода/под ред. Б. А. Писарева. — М.: Колос, 1975. — 288 с.

Справочник по крахмало-паточному производству/под ред. Е. А. Штырковой, М. Г. Губина. — М.: Пищевая пром-сть, 1978.—430 с.

Справочник работника спиртовой промышленности (Производство спирта из мелассы)/под общей ред. П. В. Рудницкого. — Киев, Техника, 1972.—377 с.

Стабников В. Н. Перегонка и ректификация спирта. — М.: Пищевая пром-сть, 1969.—455 с.

Стабников В. Н., Ройтер И. М., Процюк Т. Б. — Этиловый спирт. — М.: Пищевая пром-сть, 1976.—271 с.

Технологическая инструкция по производству спирта, пищевого крахмала, хлебопекарных и кормовых дрожжей и углекислоты на спиртовых заводах. — М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1972.—143 с.

Технологическая инструкция по применению гибберелловой кислоты для выращивания солода в спиртовой промышленности. — М.: Минпищепром СССР, Главспирт, ВНИИПрБ, 1973.—5 с.

Технологическая инструкция волно-тепловой обработки зерна в трубчатом разварнике. — Киев, Минпищепром СССР, 1978.—32 с.

Технологическая инструкция получения сивушного масла товарного в процессе брагоректификации. — Киев, УкрНИИСП, 1972.—10 с.

Технологические и укрупненные нормы водопотребления и водоотведения по видам производств спиртовых заводов, перерабатывающих крахмалистое сырье. — М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1977.—41 с.

Технологический регламент производства кормовых дрожжей, выращенных на зерно-картофельной барде. — М.: Минпищепром СССР, ВНИИПрБ, 1970.—60 с.

Тюрин Н. И. Введение в метрологию. — М.: Изд-во стандартов, 1976.—320 с.
 Унифицированные методы анализа вод/ под ред. проф. Ю. Ю. Лурье. — М.: Химия, 1971.—280 с.
 Фремель В. Б., Саввина А. П. Производство кормовых дрожжей на спиртовых заводах. — М.: ЦИТИПищепром, 1963.—60 с.
 Цыганков П. С. Брагоректификационные установки. — М.: Пищевая пром-сть, 1970.—351 с.
 Чубик И. А., Маслов А. М. Справочник по теплофизическим характеристикам пищевых продуктов и полуфабрикатов. — М.: Пищевая пром-сть, 1970.—184 с.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Альдегиды, определение содержания в элюате 304
 Амилomezентерии Гх-467:
 производство 72—75
 требование к качеству сырья, химикатов и материалов 50
 характеристика 19
 Амилолитическая активность:
 солода 298
 ферментных препаратов 284
 Амниачная вода 239
 Аэротенк 227, 311
 Аэробный минерализатор 234, 313
 Барда зерно-картофельная:
 грубый фильтр 238
 химический состав 257
 Биокоагулятор 226
 Биологический пруд 230
 Брагоректификация:
 выделение сивушного масла 140
 методы контроля 304—306
 схемы 122—138
 технологические показатели и параметры работы 144—150
 Брожение:
 непрерывно-поточное 105—106
 периодическое 107
 с рециркуляцией биомассы дрожжей 106
 циклическое 106
 Влажность, определение 269, 281, 297
 Вода:
 техническая 14
 требования к питьевой 12
 Выбросы в атмосферу:
 при производстве дрожжей 258
 при производстве спирта и ферментных препаратов 207
 Выход спирта:
 практический 152, 154
 теоретический 160, 161
 Гибберелловая кислота 51
 Глюкаваморин Гх-466:
 нормы затрат времени на операции 69—71
 производство 57—65
 характеристика 19
 Головная фракция:
 концентрирование 143—144
 характеристика 87
 Гравийно-песчаный фильтр 312
 Диоксид углерода:
 выход 267
 газообразный и жидкий 259—260
 получение, транспортирование и хранение газообразного и жидкого CO₂ 261—265
 получение, транспортирование и хранение твердого CO₂ 265
 твердый 260—261
 Дегельминтизатор 313
 Дезинфекция бродильных чанов 105—106
 Диаммонийфосфат 239
 Дрожжевое сусло 100, 102, 103, 117
 Дрожжи кормовые:
 выращивание чистой культуры 248—250
 производственное выращивание 250—252
 расход топлива, воды, пара, электроэнергии 242
 сгущение дрожжевой суспен-

зии 252—253
сушка 253—255
схема 244—245
технологический и микробиологический контроль 307—309
упаковка и складирование 256

Ершовый смеситель 223, 225

Зерно:
анализ 268—274
дефектное зерно 22—24
нормы естественной убыли 31—32
прием, хранение и транспортирование 20, 25—30
солодовое зерно 15—16
состав 5—9

Зрелая бражка:
анализ 303
показатели 109

Измельчение:
зерно 91, 113,
картофель 92

Илоуплотнитель 312

Карбамид 46

Картофель:
анализ 276—279
заболевания 39—40
нормы естественной убыли 40—42
прием, хранение, транспортирование 33—39
химический состав 9, 11

Кислота серная 45

Лютерная вода 206

Методы анализа:
солода 297—302
ферментных препаратов 280—295

Мойка картофеля 91—92

Нормы расхода:
воды 158
глубинных культур микроорганизмов 155—157
солода 154—155
поверхностных культур плесневых грибов 155

сырья, воды, тепла, пара, электроэнергии, вспомогательных материалов при выращивании культур плесневых грибов 159—160

Осахаривание:
двухступенчатое 98—99
непрерывное 97
одноступенчатое 98
периодическое 100

Олеиновая кислота 240

Ортофосфорная кислота 239

Охлаждение сушла 116—117

Очистка и подработка зерна 90—92

Отходы производства:
при обрушивании зерна 206
при производстве кормовых дрожжей 257—258
при производстве ферментных препаратов 207

Производственные потери:
механические 161
при брожении 162
при подработке зерна 161
при производстве плесневых грибов 162
при разваривании 162
при различных нарушениях режима 163

Потери спирта:
на анализы и лабораторные цели 171—173
при ректификации 165—166
при хранении и транспортировании 168—171

Продуктовый расчет:
производства спирта до перегонки 174—182
продуктов брагоректификационной установки 182—186

Производственная мощность отделений спиртовых заводов:
аппаратного 197—198
варочного 197
бродильного 197
котельной 202—203
солодовенного 196

Производство плесневых грибов поверхностным способом:
подготовка посевного материала 77

выращивание производственной культуры 78—79
характеристика глюкаваморина Пх и амилоризина Пх 18

Разваривание:
непрерывное 92—94
периодическое 96—97
полупрерывное 94—96
скоростное 93

Сивушное масло 88, 207

Солод:
гиббереллизированный 55—57
дезинфекция 56
замачивание 53
показатели готового солода 17
проращивание 53—54
солодовое молоко 97

Спирт ректифицированный высшей очистки Экстра и I сорта 85—86

Спиртоловушка 115

Сточные воды при производстве спирта:
дезинфекция 231—233

контроль за работой очистных сооружений 309—313
насыщение кислородом 233—234
оборудование очистных сооружений 224—230
очистка сточных вод II и III категории 220

Схема механической очистки 220

Схема биологической очистки 222—223

Сточные воды цехов глубинного культивирования 235

Сульфат аммония 238

Суперфосфат 240

Тепловой расчет брагоректификации 187—192

Учет спирта 164

Формалин 44

Этиловый спирт, физические константы 81—84

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Производство глубинных культур других микро- организмов	75
	Выращивание культур микроорганизмов—продуцен- тов ферментов—поверхностным способом	77
Раздел II		
ЭТИЛОВЫЙ СПИРТ И ЕГО ТЕХНОЛОГИЯ		
Глава 1. Этиловый спирт и побочные продукты спиртового производства		
	Химические свойства этилового спирта	80
	Физические константы этилового спирта	81
	Технические требования на готовую продукцию	84
	Характеристика побочных продуктов	87
Глава 2. Технологические схемы и режим получения спирта		
	Принципиальная технологическая схема получения этилового спирта из крахмалистого сырья	89
	Очистка и подготовка сырья	90
	Водно-тепловая обработка сырья	92
	Осахаривание разваренной массы	97
	Приготовление спиртовых дрожжей	100
	Сбраживание зерно-картофельного сусла	105
	Переработка сусла повышенной концентрации	109
	Очистка и измельчение зерна	110
	Приготовление и подваривание зерновых замесов Разваривание сырья в непрерывнодействующих агрегатах	111
	Осахаривание разваренной массы	112
	Приготовление дрожжей	112
	Сбраживание концентрированного сусла	112
	Технологическая схема непрерывного производства спирта из зерно-картофельного сырья (схема ВНИИПрБ)	112
	Технологическая схема производства спирта из зерно- картофельного сырья с непрерывной тепловой об- работкой в трубчатом разварнике по методу УкрНИИСПа	118
Глава 3. Перегонка бражки и ректификация спирта		
	Технологическая схема брагоректификационной уста- новки косвенного действия	123
	Технологическая схема брагоректификационной уста- новки с боковым отбором двух сортов ректифицирован- ного спирта	133
	Технологическая схема брагоректификационной уста- новки косвенно-прямоточного действия	135
	Технологическая схема брагоректификационной уста- новки	327
Раздел I		
СЫРЬЕ, ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПОЛУФАБРИКАТЫ СПИРТОВОГО ПРОИЗВОДСТВА		
Глава 1. Сырье и полуфабрикаты		
	Характеристика сырья и полуфабрикатов	5
	Зерно	5
	Картофель	9
	Редкие и случайные виды сырья	12
	Вода	12
	Солод	14
	Ферментные препараты	14
	Прием, транспортирование и хранение сырья и полу- фабрикатов	20
	Зерно	20
	Картофель	33
	Ферментные препараты	43
Глава 2. Вспомогательные материалы		
	Материалы для основного производства	44
	Формалин технический	44
	Кислота серная техническая	45
	Хлорная известь	46
	Карбамид	46
	Материалы и сырье для приготовления полуфаб- рикатов	47
Глава 3. Технология полуфабрикатов		
	Получение солода	53
	Выращивание культур микроорганизмов — продуцен- тов ферментов — глубинным способом	57
	Технологический процесс производства Глюкава- морина Гх-466	57
	Технологический процесс производства Амилме- зентерина Гх-467	72

новки с направленным выделением примесей в элюционной колонне	138
Получение товарного сивушного масла в процессе брагоректификации	140
Концентрирование головной фракции в системе брагоректификационной установки	143
Технологический режим работы брагоректификационной установки	144
Технологические показатели и параметры работы брагоректификационной установки косвенного действия	144
Технологические показатели и параметры работы брагоректификационной установки косвенно-прямоточного действия	147
Технологические показатели и параметры работы колонны окончательной очистки в режиме повторной ректификации спирта	148
Технологические показатели и параметры работы брагоректификационной установки с направленным выделением примесей в элюционной колонне	149
Качественные показатели промежуточных продуктов ректификации спирта	150
Глава 4. Нормы расхода сырья, осаживающих и вспомогательных материалов, воды, тепла, электроэнергии	152
Нормы расхода сырья и выхода спирта из 1 т условного крахмала	152
Нормы расхода осаживающих материалов	154
Солод и поверхностная культура плесневых грибов	154
Глубинные культуры микроорганизмов и концентрированные ферментные препараты	155
Нормы расхода вспомогательных материалов	158
Нормы расхода воды	158
Нормы расхода тепла, электроэнергии	159
Нормы расхода сырья, вспомогательных материалов, воды, пара, электроэнергии, сжатого воздуха при выращивании культур плесневых грибов	159
Производственные потери и практический выход спирта из 1 т условного крахмала сырья	160
Учет спирта и побочных продуктов, нормы потерь при ректификации, хранении и транспортировке, нормы расхода спирта на лабораторные цели	164
Глава 5. Продуктовый расчет производства спирта и определение производственной мощности спиртовых заводов	174
Расчет продуктов до перегонки (получение бражки)	174
Расчет продуктов брагоректификации	182
Тепловой расчет брагоректификационной установки	187
Определение производственной мощности спиртовых заводов	193

Раздел III

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ И ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ СПИРТОВОГО ПРОИЗВОДСТВА. ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Глава 1. Характеристика побочных продуктов и отходов спиртового производства и пути их использования	204
Зерно-картофельная барда	204
Диоксид углерода	206
Отходы, образующиеся при обрушивании и измельчении зерна	206
Вторичный пар	206
Лютерная вода	206
Головная фракция этилового спирта	206
Сивушное масло	207
Выбросы в атмосферу	207
Отходы производства ферментов глубинным способом	207
Глава 2. Сточные воды в цехах по производству спирта, дрожжей и диоксида углерода	208
Источники образования и категории сточных вод	208
Количество сточных вод	209
Характеристика сточных вод II и III категорий	217
Очистка сточных вод II и III категорий	220
Аппаратурно-технологическая схема механической очистки транспортерно-моечных вод	220
Принципиальная аппаратурно-технологическая схема биологической очистки сточных вод	222
Общие требования к набору оборудования для очистки сточных вод в зависимости от качества воды, выпускаемой в водоемы	224
Рекомендации по расчету оборудования сооружений очистки сточных вод II категории	225
Рекомендации по расчету оборудования сооружений биологической очистки сточных вод III категории	226
Дезинфекция биологически очищенных сточных вод	231
Насыщение очищенных сточных вод кислородом воздуха перед выпуском их в водоем	233
Сточные воды цехов глубинного культивирования продуцентов ферментов и их обезвреживание	235
Глава 3. Получение вторичных продуктов из отходов спиртового производства	236
Производство кормовых дрожжей	236
Характеристика изготавливаемой продукции	236
Основные и вспомогательные материалы для производства кормовых дрожжей	237
Нормативы расхода сырья и вспомогательных материалов	241

Технологическая схема производства кормовых дрожжей	243
Определение производственной мощности цеха кормовых дрожжей	257
Отходы производства, сточные воды и выбросы в атмосферу	257
Получение диоксида углерода	258
Характеристика продукции	258
Получение, транспортирование и хранение газообразного и жидкого диоксида углерода	261
Получение, транспортирование и хранение твердого диоксида углерода (сухого льда)	265
Определение производственной мощности цеха получения диоксида углерода	267

Раздел IV

ТЕХНОХИМКОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА СПИРТА ИЗ КРАХМАЛИСТОГО СЫРЬЯ

Глава 1. Контроль сырья и полуфабрикатов	268
Зерно	268
Отбор проб зерна	268
Определение качества зерна	269
Определение зараженности вредителями	269
Определение влажности	269
Определение засоренности и прохода мелких зерен	270
Определение плесчатости	272
Определение крахмалистости	272
Определение качества зерносмеси	274
Контроль подработки зерна	275
Картофель	276
Отбор проб картофеля	276
Определение загрязненности	276
Определение содержания клубней, пораженных различными видами болезней	277
Определение крахмалистости	278
Контроль мойки и измельчения картофеля	279
Ферментные препараты	280
Отбор проб	280
Определение качества	280
Определение физико-химических показателей	280
Определение микробиологических показателей	282
Определение ферментативной активности	284
Солод	296
Определение энергии прорастания и способности прорастания	296
Отбор проб	297
Определение влажности	297
Определение качества дробления солода, концен-	

трации солодового молока и содержания формалина в нем	298
Определение ферментативной активности	298

Глава 2. Контроль промежуточных продуктов производства	302
Разваренная масса	302
Осахаренная масса	302
Дрожжевое сусло и зрелая бражка	302
Глава 3. Контроль процесса брагоректификации	303
Определение содержания этилового спирта в элюате и бражном дистилляте	304
Определение содержания альдегидов в элюате	304
Определение содержания кислот и сложных эфиров в элюате	305
Определение содержания метилового спирта в элюате	306
Определение содержания сивушного масла	306

Глава 4. Контроль отходов и вторичных продуктов производства	307
Отходы производства спирта	307
Барда	307
Промывная вода из спиртоловушки	307
Лютерная вода	307
Кормовые дрожжи	307
Химикаты	308
Приготовление питательной среды	308
Выращивание засевных дрожжей	308
Производственное выращивание дрожжей	308
Выделение и сгущение дрожжевой суспензии	309
Сушка дрожжевого концентрата	309
Складирование товарных дрожжей	309
Глава 5. Контроль работы очистных сооружений	309
Оборудование, посуда и реактивы	310
Первичный отстойник	311
Аэротенк-отстойник	311
Вторичный отстойник	312
Гравийно-песчаный фильтр	312
Сооружения дезинфекции биологически очищенной воды	312
Илоуплотнитель	312
Минерализатор-уплотнитель	313
Дегельминтизатор	313

Глава 6. Метрология	313
Государственная система обеспечения единства измерений	313
Метрологическая служба в спиртовой промышленности	314

Задачи метрологической службы	314
Структура базовой метрологической службы	314
Обязанности метрологической службы	315
Права метрологической службы	316
Эксплуатация, поверка, ремонт и хранение	318
Список использованной литературы	320
Предметный указатель	323

*Виктор Львович Яровенко
Борис Алексеевич Устинников
Юрий Павлович Богданов
Станислав Иванович Громов*

СПРАВОЧНИК ПО ПРОИЗВОДСТВУ СПИРТА.

*Зав. редакцией В. К. Фукс
Редактор И. П. Вейшторд
Художник Е. Н. Волков
Художественный редактор В. А. Чуракова
Технический редактор Н. В. Черенкова
Корректоры В. Б. Грачева, Т. М. Родичева*

ИБ № 1014

Сдано в набор 23.03.81. Подписано в печать 29.07.81. Т-22560. Формат 84×108¹/₃₂.
Бумага типографская № 1. Литературная гарнитура. Печать высокая. Объем
10,5 п. л. Усл. печ. л. 17,64. Усл. л. кр.-отт. 17,64. Уч.-изд. л. 21,99. Тираж
9000 экз. Заказ № 702. Цена 1 р. 40 к.

Издательство «Легкая и пищевая промышленность», 113035, Москва, М-35,
1-й Кадашевский пер., д. 12

Владимирская типография «Союзполиграфпрома» при Государственном
комитете СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли
600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7

ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ

Величина	Единица		
	наименование	обозначение	
		русское	международное
Длина	метр	м	m
Масса	килограмм	кг	kg
Время	секунда	с	s
Сила электрического тока	ампер	А	A
Термодинамическая температура	кельвин	К	K
Количество вещества	моль	моль	mol
Сила света	кандела	кд	cd

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ

Плоский угол	радиан	рад	rad
Телесный угол	стерадиан	ср	sr

ПРОИЗВОДНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ, ИМЕЮЩИЕ СОБСТВЕННЫЕ НАИМЕНОВАНИЯ

Величина	Единица		Выражение производной единицы	
	наименование	обозначение	через другие единицы СИ	через основные единицы СИ
Частота	герц	Гц	—	s^{-1}
Сила	ньютон	Н	—	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
Давление	паскаль	Па	N/m^2	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
Энергия, работа, количество теплоты	джоуль	Дж	$N \cdot m$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
Мощность, поток энергии	ватт	Вт	$Дж/с$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
Количество электричества, электрический заряд	кулон	Кл	$A \cdot c$	$c \cdot A$
Электрическое напряжение, электрический потенциал	вольт	В	$Вт/А$	$m^2 kg \cdot c^{-3} \cdot A^{-1}$
Электрическая емкость	фарад	Ф	$Кл/В$	$m^{-2} kg^{-1} \cdot c^4 \cdot A^2$
Электрическое сопротивление	ом	Ом	$В/А$	$m^2 \cdot kg \cdot c^{-3} \cdot A^{-2}$

Продолжение

Величина	Единица		Выражение производной единицы	
	наименование	обозначение	через другие единицы СИ	через основные единицы СИ
Электрическая проводимость	сименс	См	A/B	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot c^3 \cdot A^2$
Поток магнитной индукции	вебер	Вб	$B \cdot c$	$m^2 \cdot kg \cdot c^{-2} \cdot A^{-1}$
Магнитная индукция	тесла	Тл	Bb/m^2	$kg \cdot c^{-2} \cdot A^{-1}$
Индуктивность	генри	Гн	Bb/A	$m^2 \cdot kg \cdot c^{-2} \cdot A^{-2}$
Световой поток	люмен	лм	—	$кд \cdot ср$
Освещенность	люкс	лк	—	$m^{-2} \cdot кд \cdot ср$
Активность нуклида	беккерель	Бк	—	c^{-1}
Доза излучения	грой	Гр	—	$m^2 \cdot c^{-2}$

* В эти два выражения входит, наравне с основными единицами СИ, дополнительная единица — стерадиан.

СПРАВОЧНИК
по производству
СПИРТА