

ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАВОДОВ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ПИВА

УЧЕБНИКИ ДЛЯ ВУЗОВ

ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАВОДОВ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ПИВА И БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ





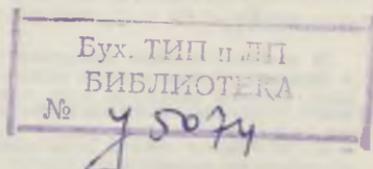
665.1

Ф-46

УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ
для студентов высших учебных заведений

ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАВОДОВ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ПИВА И БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Допущено Министерством высшего и среднего специального образования СССР в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Технология бродильных производств»



МОСКВА ВО «АГРОПРОМИЗДАТ» 1987

нование места строительства или реконструкции предприятия; выбор и обоснование технологической схемы производства; расчет продуктов производства, тары и вспомогательных материалов; теххимический и микробиологический контроль производства; расчет и выбор технологического оборудования; расчет складских помещений; водо-, энерго- и теплоснабжение; охрана труда; строительство; автоматизация производственных процессов; санитарная техника; экономическое обоснование.

Введение, главы 1, 2, § 7.1, главы 8, 9, 11, 12 написаны К. А. Калуныанцем; § 3.1—3.3, § 5.1, 5.2 — Р. А. Колчевой; главы 4, 6, 10 — Л. А. Херсоновой; § 3.4, 3.5, § 5.3, 5.4, § 7.2—7.4 — А. И. Садовой.

Авторы выражают глубокую признательность рецензентам доктору технических наук В. Л. Яровенко, кандидату технических наук Ю. С. Бартеневу и инженеру Л. С. Хлынцевой за ценные советы, данные ими при рецензировании рукописи. Авторы также с благодарностью примут все замечания и пожелания по содержанию книги, которые просят присылать по адресу: 107807, ГСП, Москва, Б-53, ул. Садовая-Спаская, 18, ВО «Агропромиздат».

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕСТА СТРОИТЕЛЬСТВА ИЛИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

В данном разделе следует прежде всего отразить экономику пиво-безалкогольной промышленности в свете задач, поставленных партией и правительством, и обосновать экономическую целесообразность выбора места строительства или реконструкции предприятия.

Заводы пиво-безалкогольной промышленности должны размещаться вблизи мест потребления. Факторы, положенные в основу выбора района строительства или обоснования реконструкции завода, тщательно анализируются с учетом как экономических, так и политических соображений. Вследствие этого в разделе приводятся краткая характеристика района и перспектива его развития в свете задач, поставленных народнохозяйственным планом.

Обоснованием необходимости строительства нового завода или реконструкции действующего является либо недостаточная мощность завода, либо отсутствие таких заводов.

Анализ сельского хозяйства выбранного района может ответить на вопрос, насколько проектируемый завод будет обеспечен сырьем.

Подвергается анализу и количественный состав населения выбранного района. Этот фактор закладывается в основу обоснования мощности проектируемого или реконструируемого завода.

При подсчете прироста населения исходят из среднего ежегодного прироста 1,9—2%. Прирост населения за счет перемещения (около 4%) учитывается только по новым малонаселенным районам и там, где планируется стройка союзного значения.

Далее анализируются топливно-энергетические ре-

сурсы района и перспективы их расширения. При решении вопроса о наличии и использовании топливно-энергетических ресурсов исходят из необходимости максимального использования жидкого, газообразного топлива и каменного угля.

Немаловажен для экономики будущего предприятия и анализ путей сообщения района, так как он определяет уровень затрат предприятия на перевозку сырья, топлива и готовой продукции.

Наряду с перечисленными факторами анализируются состояние местных строительных ресурсов, расположение вблизи площадки водных бассейнов или достаточного количества артезианской воды, возможность спуска сточных хозяйственных и промышленных вод, расположение железнодорожных и автодорожных магистралей.

Обоснование целесообразности реконструкции завода производится из-за необходимости оснащения завода новой техникой, увеличения производственной мощности, расширения ассортимента.

Проектирование предприятий по производству пива и безалкогольных напитков может осуществляться в две стадии — технический проект и рабочие чертежи или в одну стадию — технорабочий проект (технический проект с рабочими чертежами).

Технический проект устанавливает экономическую целесообразность строительства завода в данном месте и в определенные сроки, решает вопросы обеспечения производства и строительства исходным сырьем, материалами, энергией, водой и другими ресурсами, строительными материалами, конструкциями и изделиями; определяет технологический процесс, обеспечивающий высокую производительность труда; организацию и систему управления производством, потребность в кадрах.

В технический проект входят следующие части: общая пояснительная записка, технико-экономическая часть, генеральный план и транспорт, технологическая часть с разделом «Автоматизация технологических процессов», организация труда и системы управления производством, строительная часть, организация строительства, сметная и графическая части.

Рабочие чертежи выполняются на основе утвержденного рабочего проекта.

В состав рабочих чертежей входят: заглавный лист с перечнем чертежей, генеральный план с вертикальной

планировкой, надземными и подземными коммуникациями; архитектурно-строительные чертежи планов, разрезов и фасадов; фундаменты под здание и оборудование; интерьеры зданий и сооружений; чертежи нетиповых конструкций, узлов и деталей со спецификациями, привязанные к местным условиям; чертежи типовых и повторно применяемых проектов; монтажные технологические чертежи с нанесением на них технологического, транспортного, энергетического и другого оборудования; схемы технологических трубопроводов, сетей и устройств энергоснабжения, автоматизации, связи, водопровода и канализации, отопления и вентиляции, кондиционирования и др., а также разработка отдельных нетиповых технологических, энергетических, сантехнических узлов и конструкций и нестандартного оборудования с заказными спецификациями на оборудование и материалы.

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

Первостепенное значение в выборе технологической схемы имеет применение интенсивных и малоотходных технологий в производстве солода, пива и безалкогольных напитков.

2.1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА СОЛОДА

Процесс искусственного проращивания зерна при определенной температуре и влажности называется солодоращением. В процессе солодоращения в зерне накапливается максимальное количество различных гидролитических ферментов (амилаз, пептидаз, гемицеллюлаз и др.), под действием которых определенная часть высокомолекулярных компонентов ячменя (крахмал, белки, гемицеллюлозы) переводится в низкомолекулярные (декстрины, мальтозу, пептиды, аминокислоты, глюкозу, пентозы) соединения.

После первичной очистки зерно направляют на хранение. Первичную очистку осуществляют на воздушно-ситовых сепараторах. В них от зерна просеиванием на ситах отделяют примеси (камни, песок, солома и т. п.), а проветриванием зерна удаляют пыль и легкие примеси.

Вторичную очистку зерна и разделение его на сорта производят на нескольких последовательно установленных машинах: на воздушно-ситовом сепараторе отделяются крупные, мелкие и легкие примеси; магнитный сепаратор улавливает металлические частицы; триер выделяет из семян короткие зерна и шаровидные примеси (половинки зерен, куколь, семена других сорняков), а также длинные зерна овса и овсюга; сортировочные сита разделяют зерна по толщине на сорта. В линию сорти-

рования входят весы, бункера для бесперебойной работы оборудования и транспортные устройства.

При замачивании зерна увеличивается его влажность при условии максимального снабжения кислородом и удаления диоксида углерода, а также других компонентов, ингибирующих проращивание. При замачивании осуществляются мойка зерна, удаление неполноценных зерен, дезинфекция зерна и активация его жизнедеятельности посредством аэрации и удаления диоксида углерода.

Мойку поступившего зерна и замачивание проводят в мочечных аппаратах периодического или непрерывного действия.

Современные способы замачивания подразделяют на воздушно-водяное, в непрерывном токе воды и воздуха, оросительное и воздушно-оросительное. Для производства солода влажность замоченного зерна должна составлять 42—48%.

Проращивание зерна производят в токовых и пневматических солодовнях. Из пневматических солодовен в промышленности эксплуатируются солодовни двух систем: ящичные и барабанные.

В качестве примера рассмотрим технологию пивоваренного солода в одном аппарате, представляющем собой солодорастильный ящик вместимостью 50—300 т зерна. Вся установка, в которой осуществляются замачивание, проращивание зерна и сушка солода, состоит из замочного чана, солодорастильного аппарата, камеры увлажнения воздуха, теплогенератора, вентиляторов и насосов.

В подситовое пространство солодорастильного аппарата в зависимости от стадии процесса поступает либо увлажненный воздух, либо сушильный агент.

Зерно из замочного чана направляют в аппарат для рашения, где оно распределяется по сити равномерным слоем толщиной 0,7—0,8 м. Проращивание замоченного зерна проходит при температуре в слое 17—19 °С в течение 5—6 сут.

Свежепроросший солод имеет высокую влажность (42—45%) и не годится для хранения и производства. Для получения солода, отвечающего требованиям пивоварения, его подвергают сушке. Сушка солода осуществляется в солодорастильном аппарате, который использовался для проращивания зерна. Высушенный солод

одним из видов транспорта (шнеки, пневмотранспорт) передается к росткоотбивной машине и после удаления ростков поступает на хранение и выдержку.

2.2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА ПИВА

Технологическая схема производства пива (рис. 1) состоит из нескольких последовательно осуществляемых стадий. В первой стадии производятся подработка и дробление солода и несоложенных материалов; во второй стадии осуществляется получение пивного сусла; в третьей стадии происходит сбраживание приготовленного сусла специальными дрожжами с последующим дображиванием пива; в четвертой (последней) стадии производятся осветление и розлив приготовленного пива.

В зависимости от сорта пива используют разные типы солода (светлые или темные), а также разные количества и виды несоложенных материалов (ячмень, обезжиренную кукурузную муку, рисовую сечку, сахар).

Подработка и дробление солода и несоложенных материалов

Перед дроблением солод и несоложенные зерновые материалы обязательно очищают от пыли и различных примесей.

При использовании в качестве несоложенного сырья ячменя, ячменной или обезжиренной кукурузной муки или крупки в цехе устанавливают определенное число бункеров для этих видов материалов.

В целях учета как солод, так и несоложенные материалы взвешивают на автоматических весах и направляют на последующие операции.

Обычно дробильное отделение проектируют и располагают над варочным отделением. Это делают с тем, чтобы перемещение дробленого солода и дробленых несоложенных материалов осуществлять с использованием самотека.

В дробильном отделении устанавливают чаще всего в 2—3 уровня по высоте полировочные машины, автоматические весы, четырех- или шестивальцовую дробилку, мельничные вальцовые станки и бункера для дробленого

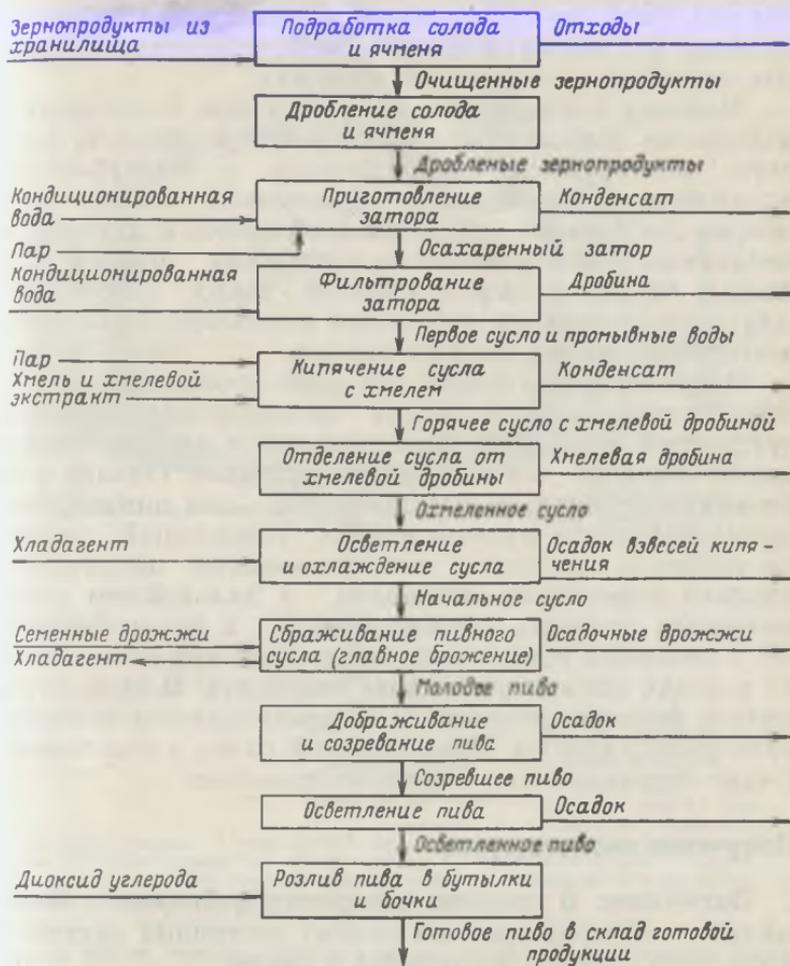


Рис. 1. Технологическая схема производства пива

солода и несоложенных материалов. Мощность и число аппаратов, подлежащих размещению в этом отделении, зависят от количества сырья, требуемого для переработки в сутки.

Солод и несоложенные материалы к измельчающему оборудованию необходимо подавать равномерно. Все машины дробильного отделения подбирают к установке так, чтобы их работа была синхронизирована. Проектирование этого отделения осуществляют с расчетом, что-

бы оно было хорошо освещено, между отдельными машинами и стенами помещения предусматривают проходы, отвечающие специальным нормам.

Машины применяются в герметичном исполнении во избежание запыленности дробильного отделения; кроме того, монтируются аспирационные и пылеуборочные установки, не допускающие образования электрической искры. Дробильное отделение сообщается с другими отделениями, расположенными на разных этажах, с помощью грузового лифта, который также используется для транспортировки небольших количеств несоложенных материалов и специальных солодов.

В прошлом считалось, что нецелесообразно дробить зерно слишком мелко ввиду возникающих при этом трудностей в процессе фильтрования и что оболочка не имеет значения для получения экстракта. Однако с появлением специально изготовленных для пивоваренной промышленности мультэнзимных композиций взгляды на процессы дробления и использования оболочки несколько изменяются. Очевидно, в дальнейшем станет выгодным отделять оболочки зерен и перерабатывать их, а лишнее оболочки зерно дробить как можно мельче в целях повышения выхода экстракта. В этом случае вместо фильтрационного чана рекомендуется использовать фильтр-прессы. Измельченный солод и несоложеное сырье направляются в варочное отделение.

Получение пивного сусла

Затирание. В процессе затирания добиваются максимального экстрагирования ценных составных частей солода, несоложенных материалов и хмеля.

На современных заводах производство пивного сусла осуществляют на четырех- или шестиаппаратном варочных агрегатах. Затирание проводят в два этапа: сначала переводят водорастворимые вещества солода и несоложенных материалов в раствор без участия ферментов, а затем водонерастворимые вещества солода и несоложенных материалов — в раствор при помощи ферментов солода или специально добавляемых в заторную массу различных микробных ферментных препаратов.

Заторные аппараты устанавливаются в варочном отделении завода. Заторный аппарат (рис. 2) оборудован рубашкой, сферической крышкой, вытяжной трубой для

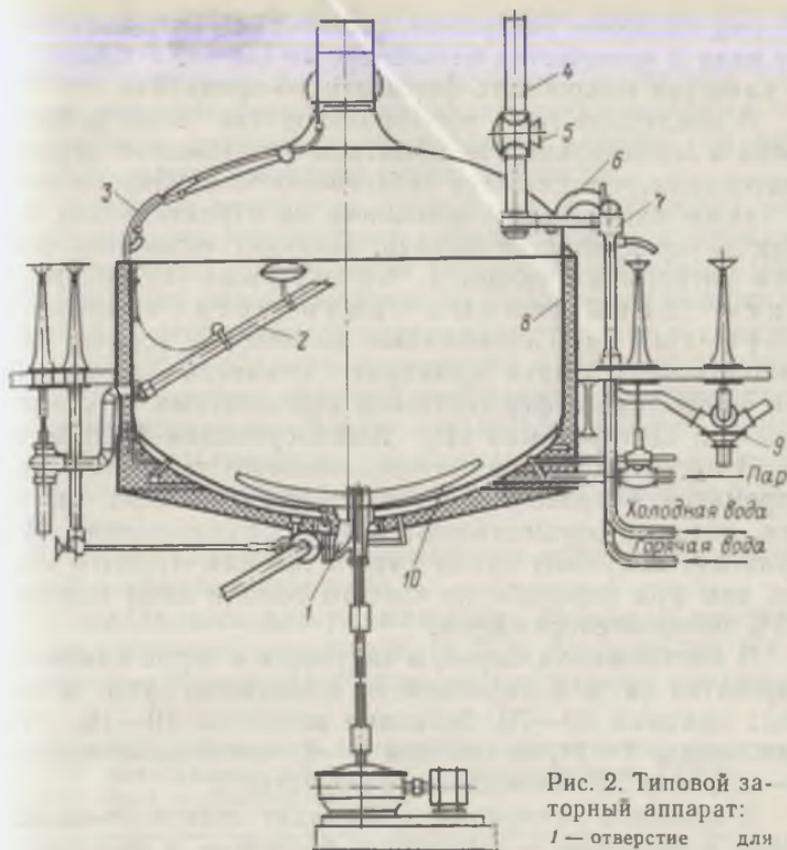


Рис. 2. Типовой заторный аппарат:

1 — отверстие для спуска затора или отварок; 2 — вытяжной трубопровод; 3 — смотровой люк; 4 — вертикальный трубопровод для загрузки сырья; 5 — предзаторник; 6 — трубопровод для возврата отварок в аппарат; 7 — смеситель; 8 — корпус аппарата; 9 — распределительный кран; 10 — пропеллерная мешалка

отвода пара, пропеллерной мешалкой. Поверхности днища и цилиндрической части покрыты теплоизоляцией. Крышка оборудована раздвижными дверцами, служащими для наблюдения и в качестве лазов. Рабочий объем аппарата рассчитывается из соотношения 0,6 м³ на 100 кг зернопродуктов.

При проведении затирания настойным (инфузионным) или отварочным способом воду в аппарат подают из расчета 4—5 кг на 1 кг засыпи. Чаще всего применяют одно- и двухотварочные способы.

Несоложеное сырье затирают в смеси с солодом или подрабатывают его отдельно, а затем смешивают с солодом и в дальнейшем готовят общий затор. Существу-

ет ряд способов затириания, применяемых в зависимости от вида и количества несоложенного сырья, а также типа и качества микробного ферментного препарата.

В последние годы при производстве пива используются в значительных количествах несоложенные зерновые материалы, что снижает себестоимость основного сырья, а также капитальные вложения на строительство заводов по производству солода. Поэтому основным способом затириания является затириание с применением повышенных количеств несоложенного сырья. Повышенные количества (свыше 15%) несоложенного сырья применяют совместно с различными микробными ферментными препаратами (Амилоризин Пх, Цитороземин Пх, Амилосубтилин Г10х и др.).

В процессе затириания несоложенного зернового сырья стремятся к проведению всех ферментативных процессов, которые осуществляются при солодоращении. В результате получают сусло такого же или лучшего состава, чем при переработке чистого солода либо солода с 15% несоложенного сырья.

В несоложенном сырье, в частности в зерне ячменя, содержатся (в % в пересчете на абсолютно сухое вещество): крахмал 60—70, белковые вещества 10—16, гемицеллюлоза 7—11, целлюлоза 3—6, пектиновые вещества 2—2,5, жир 2,5, минеральные вещества 2.

В процессе затириания происходит превращение крахмала в мальтозу и декстрины, белков — в аминокислоты, пептиды и полипептиды, гемицеллюлозы — в глюкозу и пентозы. Гидролиз крахмала осуществляется α - и β -амилазами, содержащимися в солоде, ячмене и микробных ферментных препаратах. Ячмень обладает β -амилазной активностью; ферментные препараты микробного происхождения (Амилоризин Пх и Амилосубтилин Г10х) содержат α -амилазы разжижающего и осахаривающего действия.

Гидролиз гемицеллюлоз производится гемицеллюлазами, которые содержатся в ферментных препаратах (Цитороземин Пх, Амилоризин Пх, Амилосубтилин Г10х), а также в незначительном количестве — в ячмене и солоде. Гидролиз гемицеллюлоз также зависит от действия пептидаз на белок, с которым эти вещества связаны.

Установлено, что в состав структурных комплексов клеточных стенок эндосперма входят белки и некрах-

мальные полисахариды и что вначале происходит их протеолиз, а затем уже — цитолиз.

Благоприятным фактором является получение продуктов ферментативного гидролиза некрахмальных полисахаридов, которые положительно влияют на вкус пива, его пенообразование и пеностойкость.

В процессе затираания происходит и протеолиз азотистых веществ пептидазами солода, ячменя и ферментных препаратов (Амилоризин Пх, Амилосубтилин Г10х).

Обычно из общего количества белка, содержащегося в солоде и несоложенных материалах, в сусло в среднем переходит 35%. Однако применение ферментных препаратов, обладающих высокой пептидазной активностью, может повышать количество азотистых веществ, переходящих в сусло, повышая тем самым выход сусла из единицы сырья и сокращая потери белковых веществ в дробине.

В табл. 1 приведены ферментные препараты, применяемые в производстве пива.

Оптимальными для разжижения крахмала температурами являются следующие (в °С): Амилоризин Пх — 65, солод — 70 при рН 6; для осахаривания крахмала:

Таблица 1. Активность микробных ферментных препаратов (в ед./г), выпускаемых ферментной промышленностью СССР и применяемых в производстве пива

Препарат	α-Амиллазная	Глюкоамилазная	Эндопептидазная	Пептидазная	Гемиллюлюазная	β-Глюканазная		Целлобиогидролазная	β-Галактозидазная	Общая лектолитическая
						эндо-	экзо-			
Амилоризин Пх	200	10	1	2	70	170	28	0	4	1
Амилоризин П10х	2000	80	7	13	500	1000	180	0	30	7
Амилосубтилин Г10х	3000	0	50	0	150	2000	0	0	2	0
Протосубтилин Г10х	800	0	100	7	300	800	0	0	1	0
Цитороземин Пх	3	0	0,3	0,1	110	120	80	0	27	0,2
Целлоконингин П10х	0	30	17	30	900	1800	800	800	8	4
Целловиридин Г10х	10	6	5	2	200	60	40	120	10	0

α -амилаза Амилоризина Пх и β -амилаза солода — 50 при рН 4,4—5,6, α -амилаза солода — 60—65, Амилосубтилина Г10х — 70—75 при рН 5,6—6,2.

При осахаривании Амилоризином Пх образуется больше мальтозы и меньше декстринов, чем при осахаривании Амилосубтилином Г10х. По пептидазной активности Амилосубтилин Г10х значительно превосходит Амилоризин Пх, что выражается в значительно более высоком переводе в сусло азотистых соединений.

Ферменты, гидролизующие некрахмальные полисахариды солода и ячменя или какого-либо другого несоложенного зернопродукта, в значительной мере присутствуют в Цитороземине Пх, Целлоконингине П10х и Целловиридине Г10х. Однако самая высокая эндо- β -глюканазная активность присуща Амилосубтилину Г10х.

Сотрудниками Харьковского филиала Всесоюзного НПО напитков и минеральных вод, кафедры «Процессы ферментации и промышленного биокатализа» Московского ордена Трудового Красного Знамени технологического института пищевой промышленности (МТИПП) и ферментного отделения Всесоюзного научно-исследовательского биотехнического института создана специальная мультэнзимная композиция (МЭК) для производства пивного сусла из сырья с повышенным количеством несоложенных зернопродуктов. Эта композиция состоит из смеси в определенном соотношении препаратов Амилосубтилин Г10х и Амилоризин П10х. Эффективность композиции состоит в том, что бактериальная амилаза Амилосубтилина Г10х способствует более высокому выходу экстракта, а грибная амилаза Амилоризина П10х — повышению степени сбраживания.

Сочетание определенных количеств бактериальных и грибных пептидаз обеспечивает высокие степень использования белковых веществ сырья (ячменя) и выход экстракта с одновременным накоплением достаточного для нормальной жизнедеятельности дрожжей количества низкомолекулярных продуктов протеолиза.

Наличие в комплексе МЭК грибной и бактериальной экзогемиллюлазы и эндо- β -глюканазы способствует гидролизу некрахмальных сахаридов ячменя, в том числе гемиллюлоз эндосперма и β -глюкана. Бактериальные препараты содержат больше эндо- β -глюканазы и более термостабильны, однако обладают слабой экзогемиллюлазной активностью, чем грибные.

Особенностью грибных препаратов является более глубокий гидролиз гемицеллюлоз эндосперма ячменя, поэтому целесообразно сочетание бактериальных и грибных β -глюканазы и гемицеллюлазы в МЭК.

Экономическая эффективность применения МЭК в пивоварении вместо Амилосубтилина Г10х при переработке 50% несоложенного ячменя складывается из экономии за счет снижения дозы с 0,03 до 0,025% и повышения степени использования экстракта сырья на 0,6%. В итоге экономическая эффективность от применения МЭК составляет 6 р. 24 к. на 1000 дал пива.

В последние 4 года созданы другие образцы МЭК, главным образом на основе амилолитических, пептидазных и целлюлозолитических ферментных препаратов бактериального и грибного происхождения. Так, МЭК, созданная на кафедре «Процессы ферментации и промышленного биокатализа» МТИППа, состоит из смеси Амилосубтилина Г10х, Амилоризина П10х и Целлоксингина П10х. Данная МЭК позволяет не только увеличивать на 1% выход экстракта из сырья, в котором содержится 50% несоложенного ячменя, по сравнению с экстрактом из солода и 15% ячменя, но и интенсифицировать процесс фильтрования сусла, сокращая его продолжительность не менее чем на 30%.

Наилучшим признан способ совместного затирания солода и несоложенного зернового сырья, по которому разваривание и клейстеризацию несоложенного сырья проводят после воздействия на него всех ферментов препарата и солода в интервале температур 40—70°C; после этого компоненты разваренной массы вновь гидролизуются ферментами, сохранившимися в жидкой части затора, которая была отделена декантацией.

Фильтрование затора. Отделение водного раствора экстрактивных веществ (сусла) от дробины производят в фильтрационных аппаратах или фильтр-прессах. В фильтрационном аппарате сусло подвергают фильтрованию через 2 слоя (нижний состоит из грубых частиц, верхний — из мелких).

Фильтрационный аппарат (рис. 3) представляет собой цилиндр с плоским днищем и сферической крышкой. Аппарат имеет ложное ситчатое днище, являющееся основанием для фильтрующего слоя дробины, а также фильтрационную батарею и другие устройства.



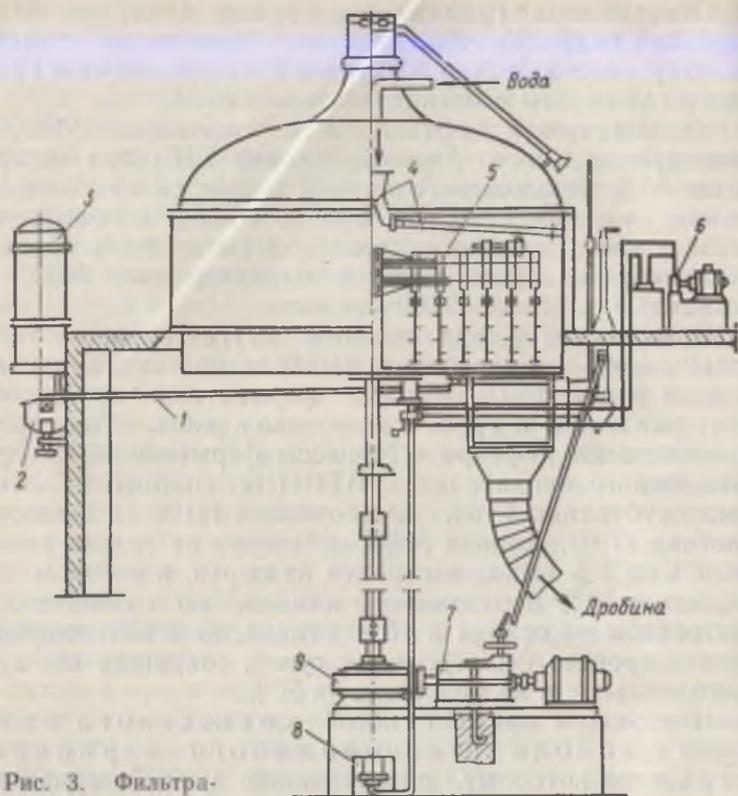


Рис. 3. Фильтрационный аппарат:

1 — фильтрационная труба; 2 — фильтрационный кран; 3 — регулятор разности давлений; 4 — сегнерово колесо; 5 — разрыхлитель; 6 — насос гидравлического подъемника; 7 — коробка скоростей; 8 — цилиндр гидравлического подъемника; 9 — редуктор

Рабочий цикл фильтрационного аппарата менее 7 ч, так что этот аппарат в среднем делает 3,5 об/сут, являясь узлом, сокращающим мощность варочного отделения, так как остальные аппараты этого отделения делают 5—6 об/сут. В целях повышения производительности фильтрационного аппарата рекомендуется при затирании применять микробный ферментный препарат Целлоконингин П10х или МЭК, созданную в МТИППе. Производительность варочного отделения может быть увеличена, если вместо фильтрационного аппарата применять фильтр-прессы, делающие в среднем 5—7 об/сут. К не-

достаткам фильтр-прессов относятся сложность и трудоемкость обслуживания.

Кипячение сусла с хмелем. Кипячение сусла, вышедшего из фильтрационного аппарата, с хмелем осуществляют в сусловарочном аппарате (рис. 4). Этот аппарат по конструкции аналогичен заторному, но в отличие от него имеет большую поверхность теплообмена, которая должна обеспечивать интенсивное выпаривание в целях концентрирования сусла. Вместимость аппарата рассчитывается по следующему соотношению: на 1 т зернопродуктов предусматривается 7 м³ объема. Цель кипячения состоит в проведении следующих процессов: экстрагирование из хмеля ароматических и горьких ве-

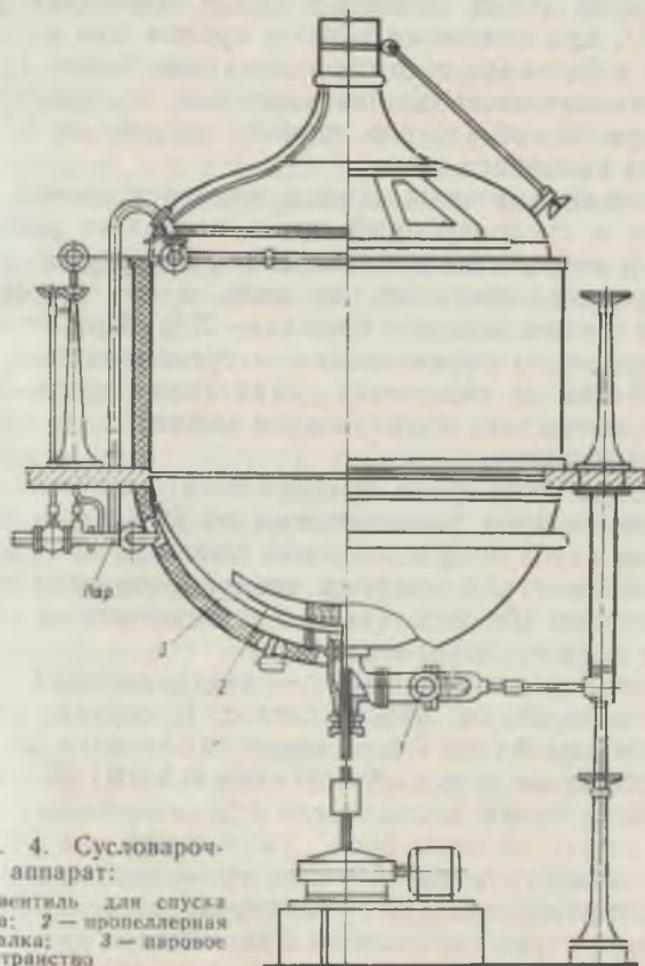


Рис. 4. Сусловарочный аппарат:

1 — вентиль для спуска сусла; 2 — пропеллерная мешалка; 3 — паровое пространство

ществ и осуществление ароматизации сусла, коагуляция белков, концентрирование сусла до установленного содержания сухих веществ и стабилизация его состава, инактивация ферментов и стерилизация сусла.

Операция кипячения сусла с хмелем заключается в следующем. После введения части сусла в суслварочный аппарат температура в нем устанавливается в пределах 70—75°C и в аппарат вводится часть хмеля. В этот период α -амилаза осахаривает крахмал, перешедший в сусло после выщелачивания дробины. При завершении введения в аппарат промывных вод содержащее его подогревают до кипячения и кипятят.

Хмель вносится в сусло в различном виде. Внесение хмеля в виде целых шишек в СССР проводят в три приема: $\frac{1}{2}$ при покрытии первым суслом дна аппарата, $\frac{1}{4}$ за 1 ч и $\frac{1}{4}$ за 0,5 ч до окончания кипячения. При замене части хмелевых шишек хмелевым экстрактом последний приливают в сусло тонкой струей за 0,5 ч до окончания кипячения.

Дробление хмелевых шишек непосредственно перед внесением в суслварочный котел позволяет увеличить на 6—14% степень их использования без ухудшения качества произведенного из них пива, а при применении хмелевых шишек мокрого помола — 20%. При этом хмелевую суспензию перекачивают в суслварочный котел за 30—40 мин до окончания кипячения сусла. За это время происходит изомеризация α -кислот и качество пива не снижается.

При охмелении сусла препаратами молотого хмеля выход изо- α -кислот увеличивается на 20%, достигаются улучшение вкуса пива и экономия хмеля.

Охмеление сусла молотым гранулированным хмелем дает экономии 15—20% хмеля в зависимости от способа внесения его в суслварочный котел.

В гранулированном или брикетированном хмеле I сорта содержится 3,5% α -кислот, II сорта — 3% при влажности не более 7% и тонкости помола не более 10% (остаток на сите с отверстиями 0,5 мм). Благодаря применению таких видов хмеля существующие нормы расхода хмеля должны быть уменьшены на 20% для брикетированного и на 15% для гранулированного.

Брикетированный или гранулированный хмель вносят в сусло перед окончанием кипячения в два приема: 80% хмелевых брикетов или гранул за 1 ч и 20% — за

0,5 ч. Гранулированный или брикетированный хмель применяют только при наличии на заводе гидроциклонных чанов. Если на заводе отсутствуют такие чаны, указанные виды хмеля могут быть использованы вместе с хмелевыми шишками в количестве до 30% при наличии любого оборудования, в котором осуществляется осветление; все количество хмеля в виде брикетов или гранул вносят в сусловарочный котел за 0,5 ч до окончания кипячения. Расчет необходимого количества препаратов хмеля в этих случаях производят исходя из нормы расхода шишкового хмеля на 1 дал, учитывая экономию того или иного препарата. При охмелении сусла хмелем мокрого помола готовая хмелевая пульпа подается мельницей-насосом в сусловарочный котел за 1 ч до окончания кипячения.

При замене хмеля его неизомеризованными экстрактами последние, как правило, вносят в сусловарочный котел. В некоторых случаях рекомендуется вносить не один экстракт, а в определенном соотношении с хмелем, учитывая, что 1 кг экстракта может заменить от 4 до 7 кг хмеля.

Экстракты хмеля в герметической упаковке имеют практически неограниченную стойкость как в обычных условиях хранения, так и при повышенной температуре. Последнее обстоятельство немаловажно для проектирования пивоваренных заводов, так как позволяет сократить площадь помещений для хранения хмеля, а также сэкономить холод. Другим преимуществом применения неизомеризованных экстрактов является высокая степень использования горьких веществ, за счет чего экономия хмеля может составить 18—50%.

Нормы расхода хмеля определяются типом и сортом изготавливаемого пива, а также периодом приготовления сусла (лето, зима) и содержанием в хмеле α -кислоты. На 1 дал готового пива расходуется хмеля в (г/дал): для Жигулевского 22, Рижского 30, Московского 36, Ленинградского 45, Украинского 20, Мартовского 22, Портера 45, Бархатного 10. В весенне-летний период нормы расхода хмеля увеличивают, а в зимний период сокращают на 10%.

После кипячения сусла с хмелем последний спускают в хмелеотделитель, который устанавливается ниже сусловарочного аппарата. Хмелеотделитель представляет собой стальной цилиндрический аппарат с коническим

дном, снабженный вставным ситом и мешалкой. Хмельная дробина задерживается на сите, а сусло проходит через него и направляется к центробежному насосу, которм перекачивается в установку для охлаждения и осветления.

Комбинированная установка для охлаждения и осветления сусла состоит из двух отстойных аппаратов: первый служит для удаления, второй — для охлаждения сусла в две стадии до температуры брожения. Продолжительность первой стадии охлаждения сусла (до 60—70°C), осуществляемой в отстойном аппарате, 1,5—2 ч. Во избежание инфицирования сусла вторую стадию охлаждения до 6—7°C проводят быстро в закрытом пластинчатом теплообменнике.

Осветление сусла проводят либо в отстойном аппарате, либо в аппаратах «Вирпул», либо в сепараторах.

Известно несколько непрерывных способов приготовления пивного сусла: НПО напитков и минеральных вод, английской фирмы APV, западногерманского пивоваренного института Валедкирха, шведской фирмы «Альфа-Лаваль».

Сбраживание пивного сусла

В пивоварении известны два способа брожения: низовое, осуществляемое при температуре 6—10°C, и верховое — при 14—25°C. В отечественной пивоваренной промышленности наиболее распространено низовое брожение.

Брожение обычно протекает в две стадии: главное брожение и дображивание. В ходе главного брожения образовавшиеся в процессе приготовления солода и сусла сахара превращаются в спирт и диоксид углерода. Первую стадию брожения осуществляют либо в открытых, либо в закрытых бродильных аппаратах при температуре 6—10°C. Продолжительность главного брожения 2—10 сут в зависимости от применяемого метода. Главное брожение осуществляют в специальном отделении, называемом бродильным, а дображивание — в отделении дображивания.

После главного брожения получается молодое пиво — довольно мутное, имеющее своеобразные аромат и вкус. Для дображивания его перекачивают в закрытые аппараты — танки. В процессе дображивания происхо-

дят медленное сбраживание небольшого количества сахаров, осветление пива, созревание его и насыщение диоксидом углерода. Процесс дображивания осуществляется в течение 21—100 сут при температуре 1—2°С под давлением 0,14—0,15 МПа.

Сбраживание пивного сусла проводится разными способами.

Периодический способ брожения. Под ведением брожения понимают регулирование режима брожения: температуры, продолжительности, степени сбраживания, включая и способ введения семенных дрожжей.

Разведение чистой культуры дрожжей состоит из двух стадий: лабораторной и производственной. Первая стадия начинается с посева чистой культуры дрожжей из пробирки с последовательным пересевом на увеличивающийся объем сусла (каждый цикл в 5 раз). Размножение осуществляют либо в стеклянных колбах, либо в медных колбах Карлсберга.

Вторая стадия проводится в установке Грейнера, состоящей из стерилизатора, бродильных цилиндров, резервуара предварительного брожения и сосуда для посева дрожжей.

Главное брожение проводится преимущественно в горизонтально расположенных цилиндрических алюминиевых герметических аппаратах. Вместимость каждого бродильного танка и танка для дображивания рассчитывают так, чтобы в него помещалось количество сусла или молодого пива, получаемого от одного или двух заторов.

Число аппаратов рассчитывают исходя из числа варок в сутки, а также продолжительности процессов главного брожения, дображивания и созревания.

Разбраживание дрожжей осуществляют в специальном аппарате, который снабжен мешалкой и барботером для подачи стерильного воздуха. Полученные жидкие дрожжи вводят в сусло в бродильный аппарат, который заполняют в 2—3 приема. Заполнение осуществляют на 85—90% общего объема.

Норма введения пивных дрожжей в сусло 0,06—0,12 л/дал; эта норма должна обеспечивать содержание дрожжей в 1 мл сусла в пределах $(7 \div 10) 10^6$ клеток.

В процессе брожения повышается температура сбраживаемого сусла, так как при сбраживании 1 кг сахара выделяется 628 кДж тепла. Отвод выделяемого тепла осуществляют путем пропуска пресной воды (0,5—1°С)

через змеевики, расположенные внутри бродильных аппаратов. Для этой цели также применяются выносные теплообменники и наружные холодильные пояса.

Для сохранения максимально возможного количества растворенного диоксида углерода в молодом пиве его температуру в конце главного брожения понижают до 5—4°C. Это дает возможность поддерживать концентрацию диоксида углерода в молодом пиве на уровне 0,2%.

Молодое пиво, направленное в отделение дображивания, должно содержать около 1% сбраживаемого экстракта в целях достижения в процессе дображивания нормального насыщения пива CO₂. Стойкость готового пива тем выше, чем большая степень сбраживания достигнута.

После окончания главного брожения молодое пиво поршневыми или центробежными насосами перекачивается в герметически закрытые аппараты для дображивания. Аппараты снабжены стационарными сливным крапом и металлическим пивопроводом. Оба эти устройства расположены в днище аппарата.

Из 1 дал сбраживаемого пивного суслу образуется около 2 л дрожжевой массы с содержанием 12—15% сухих веществ. Около 0,8 л ее используется в качестве семенных дрожжей, а около 1,2 л может быть использовано в других производствах в качестве медицинских, пищевых или кормовых дрожжей благодаря содержанию витаминов группы В и витамина Е.

Дображивание осуществляют в закрытых бродильных аппаратах при температуре 0—2°C под избыточным давлением диоксида углерода 0,03—0,07 МПа, которое называется шпунтовым.

Аппараты для дображивания наполняют снизу, что связано с меньшими потерями диоксида углерода и меньшим образованием пены. Каждый аппарат заполняется до 0,96—0,98 объема максимум за 2 сут. После создания анаэробных условий в аппарате (через 1—3 сут) осуществляют его шпунтование. Оптимальное шпунтовое давление достигается в аппарате через 6—10 сут.

Полунепрерывный способ брожения. По этому способу сусло сбраживают в закрытых вертикальных танках, соединенных в отдельные батареи. Число линий определяют по максимальному числу варок в сутки. В танке предварительного брожения дрожжи находятся непре-

рывно в процессе одного бродильного цикла в логарифмической стадии роста.

В процессе брожения обеспечивают как непрерывный приток свежего сусла в танки, так и непрерывный отбор сброживаемой смеси и в то же время гомогенность среды, содержащейся в танке.

В целях удвоения сухой биомассы клеток в течение 24 ч температура в танках предварительного брожения поддерживается на уровне 9—9,5°C.

Полунепрерывное брожение в сочетании с двухфазовым дображиванием приводит к экономии капиталовложений на 25% (на отделения брожения и дображивания) и производственных расходов за счет сокращения потребления воды и числа занятых рабочих почти на 15%.

По сравнению с классическим производством требуемая мощность бродильного отделения снижается на 14%, а отделения дображивания — на 33%.

Непрерывный способ брожения. Этот способ брожения по сравнению с периодическим более эффективен с точки зрения как физиологии дрожжей, так и лучшего использования бродильного оборудования, возможности полной автоматизации и сокращения продолжительности производства.

В промышленности нашли применение многоступенчатые гомогенные и комбинированные системы, объединяющие одноступенчатую гомогенную и многоступенчатую гомогенную или гетерогенную системы.

При применении одноступенчатой гомогенной системы брожение и дображивание ведутся в одном аппарате, в котором осуществляется тщательное перемешивание сброживаемой среды.

При использовании многоступенчатой системы несколько аппаратов, в которых осуществляется тщательное перемешивание, устанавливаются последовательно и объединяются в одну линию.

А. П. Колпакчи разработан новый способ непрерывного брожения пива с использованием иммобилизованных клеток дрожжей. По этому способу иммобилизованные на специальных насадках дрожжи находятся в колонне и через них протекают с определенной скоростью сусло и сброживаемая масса. Данный метод позволяет в значительной степени интенсифицировать процесс брожения при сохранении качества готового пива.

Производство пива в одну фазу. При данном способе брожение и дображивание объединяются в одну фазу, вследствие чего весь процесс протекает в одном танке. Преимуществами данного способа перед периодическим являются улучшение седиментации дрожжей, сокращение продолжительности сбраживания сусле, лучшее насыщение пива диоксидом углерода, улучшение условий труда, лучшее использование горьких веществ хмеля, снижение потерь пива.

Танки, применяемые для однофазового брожения, должны быть из нержавеющей стали. Их устанавливают в отдельном помещении либо вне помещения. Внешняя поверхность танков обязательно изолируется слоем 100—200 мм пенополиуретана и покрывается рубашкой из алюминиевого листа. Поверхность охлаждения танка разделяется на три секции соответственно в нижней, средней и верхней частях цилиндрического корпуса, что обеспечивает равномерное и быстрое охлаждение пива ледяной водой или этиленгликолем.

Для ускорения выведения осадочных дрожжей внутренней поверхности конического дна выполняется гладкой. Угол при вершине конического дна равен 75° . Избыточное давление 0,07—0,1 МПа поддерживается напорно-вакуумными клапанами, которые одновременно предохраняют аппарат от действия низкого давления. Танк оборудован термометрами сопротивления и манометрами, а также головкой для мойки его под давлением и дезинфекции.

Управление технологическим процессом осуществляется с общего пульта.

Введение дрожжей производят в несколько стадий: каждая порция сусле сбраживается $\frac{1}{5}$ общего количества дрожжей, и только при доливе танка суслом последней варки вводится остальная часть дрожжей. На 10 дал сусле расходуется 500—600 мл густых дрожжей. Содержание растворенного кислорода в сусле 6 мг/л. Первоначальная температура сбраживания 7°C , затем она возрастает до 15°C и на этом уровне поддерживается в течение всего времени дображивания.

При достижении температуры 15°C дрожжи быстро седиментируют (12—16 ч). В танке дрожжи не должны находиться более 2 сут. На 8-е сутки после шпунтования пиво необходимо быстро охладить (через 20 ч температура внутри танка должна быть снижена до 0°C). Через

трое суток после охлаждения пиво подвергают фильтрованию.

После опорожнения танка снимают избыточное давление, танк споласкивают холодной водой, затем моют 2—2,5%-ным горячим (80°C) раствором NaOH и ополаскивают горячей водой.

Однофазовое производство по сравнению с классическим способом позволяет снизить размер капиталовложений на строительство (до 80% за счет установки танков вне производственных помещений, до 65% на оборудование) участка бродильный цех — отделение дображивания, себестоимость пива на 4,3%, расход хмеля на 10%.

Осветление пива

Осветление пива достигается путем фильтрования и сепарирования. Данными способами из пива удаляют мелкие частицы — различные микроорганизмы, белки и хмелевые вещества, являющиеся причиной опалесценции и помутнения пива.

Фильтрование пива. В отечественной промышленности применяют фильтрование пива через намывной слой вспомогательного вещества (основное фильтрование), а также дополнительное фильтрование через осветляющие и обесцвечивающие асбестоцеоллюлозные пластины. Для этой цели используют намывные, пластинчатые и редко патронные фильтры со сменными элементами.

Пиво, отфильтрованное через диатомитовый фильтр, имеет высокую степень осветления. Производительность такого фильтра составляет 30—50 дал пива на 1 м² фильтрующей поверхности в час. На образование первичного слоя расходуется около 500 г порошка, для текущей дозировки — 50 г на 1 м² поверхности.

Сепарирование пива. Данный процесс осуществляют на различного рода сепараторах. Производительность сепараторов, предназначенных для осветления пива, колеблется в пределах 100—1000 дал/ч.

Для осветления пива применяют отечественные сепараторы марок ВСС-2, ВСС-2М, ВПО, ВСП, А1-ВСО. Сепараторы ВСС-2М и А1-ВСО применяют исключительно для осветления молодого пива, содержащего дрожжевых клеток до 100 млн./мл. Для этой же цели используются сепараторы фирм «Alfa-Laval» (Швеция) и «West-

italia» (ФРГ). Высокая степень герметизации сепараторов предотвращает окисление пива и потери диоксида углерода в нем при осветлении.

Розлив пива

Осветленное пиво разливают в деревянные и алюминиевые бочки, автотермоцистерны, бутылки и жестяные банки. Для сохранения вкуса и стойкости пива внутреннюю поверхность деревянных бочек покрывают пивной смолой, которая изготавливается из канифоли, парафина и растительного масла.

Независимо от тары розлив пива производят в изобарических условиях (под давлением) для предотвращения образования пены и потерь диоксида углерода.

Розлив пива в бутылки осуществляется на разливочной автоматической линии, на которой последовательно производятся мойка бутылок, розлив, укупорка, бракераж, этикетировка.

Автоматические линии комплектуются из автоматов для выемки бутылок из ящиков, бутылочной машины, бракеражного, разливочного, укупорочного и этикетировочного автоматов и автомата для укладки бутылок в ящики. В настоящее время пивоваренные заводы оборудованы автоматическими линиями розлива производительностью 6000, 12 000, 24 000 и более бутылок в час.

2.3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ И СЛАБОУАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Производство безалкогольных напитков осуществляется в самостоятельных цехах мощностью до 2 млн. дал в год, которые могут входить в состав пивоваренных или других заводов, а также на специализированных заводах.

В цехах или на заводах осуществляется два основных вида производства: газированных и безалкогольных напитков с розливом их в бутылки; кваса и морсов с розливом их в автоцистерны, бочки и бутылки. Ассортимент безалкогольных напитков определяется заданием на проектирование. Для типовых проектов цехов и заводов безалкогольных напитков ассортимент принят в следую-

щем соотношении: фруктовые и минеральные воды 60%, квас 40%, в том числе Московский 5%.

В случаях, когда проектирование цеха или завода осуществляют в крупных городах и промышленных центрах, в ассортимент продукции также включают товарные сиропы для снабжения небольших производств безалкогольных напитков, не имеющих своего сироповарочно-купажного отделения.

Технологическая схема производства газированных безалкогольных напитков

Безалкогольные напитки выпускаются в следующем ассортименте: газированные напитки, напитки для диабетиков, напитки из хлебного сырья, горячие негазированные напитки, сиропы для торговой сети, сухие шипучие и нешипучие напитки и искусственные минерализованные воды.

Рассмотрим технологию газированных безалкогольных напитков. Газированные безалкогольные напитки — это насыщенные диоксидом углерода водные растворы смесей сахарного сиропа, плодово-ягодных спиртованных или натуральных соков, экстрактов плодово-ягодных и из растительного сырья (в том числе из хлебного), настоев цитрусовых спиртовых, настоев трав и пряностей, вин, эссенций ароматических пищевых, композиций концентратов для напитков, колера и других красителей, разрешенных Минздравом СССР, пищевых кислот, ванилина и других компонентов.

Производство газированных безалкогольных напитков (рис. 5) состоит из следующих основных операций:

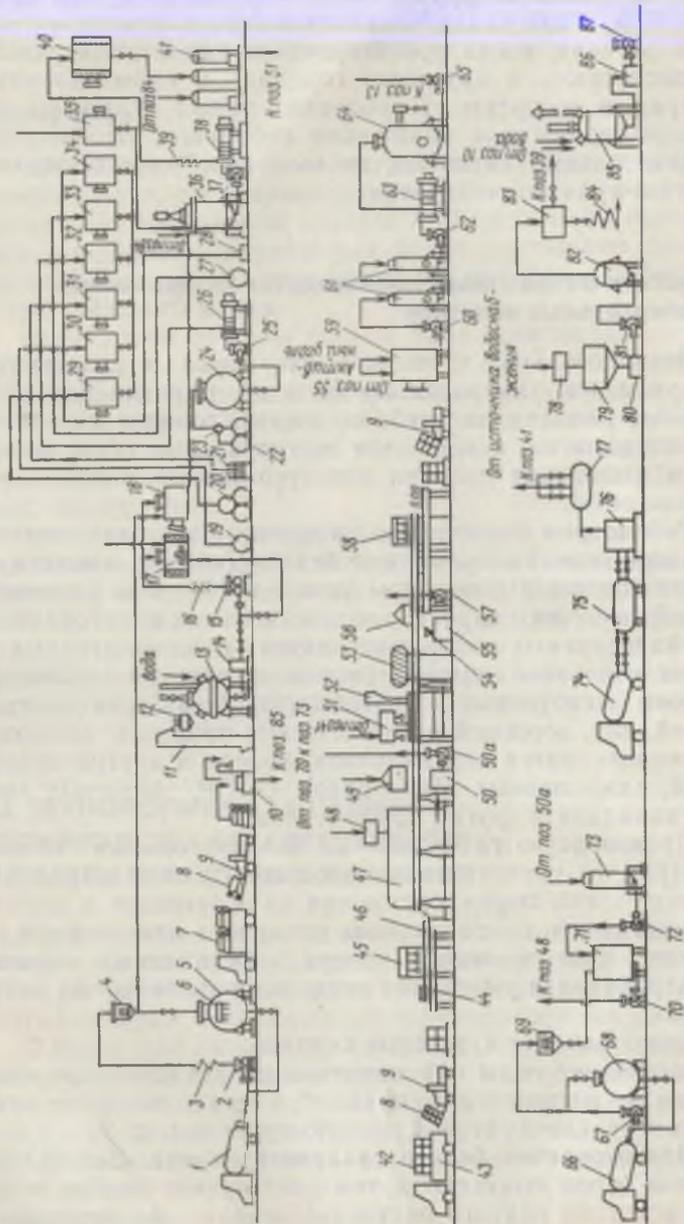
подготовка сырья, состоящая из осветления и фильтрования соков, приготовления сахарного или инвертного сиропа, приготовления колера, купажного сиропа, фильтрования и смягчения воды, направляемой на сатурацию;

приготовление купажных сиропов;

насыщение воды или напитков диоксидом углерода;

розлив напитков в бутылки, бракераж, наклейка этикеток и передача готовой продукции на склад.

Приготовление белого сахарного сиропа. Белый сахарный сироп получают путем растворения сахара в воде, кипячения водного раствора сахара, фильтрования



через фильтр-ловушку 14 и охлаждения сиропа в теплообменнике 16.

Варку сахарного сиропа осуществляют в сироповарочных котлах 13, представляющих собой закрытые стальные резервуары цилиндрической формы со сферическим днищем. Продолжительность варки сахарного сиропа около 2 ч.

Потребный объем сироповарочных котлов (в м³)

$$V = V_0 / 2\varphi,$$

где V_0 — количество сахарного сиропа, приготавливаемого в сутки, м³; 2 — количество варок в сутки; φ — коэффициент заполнения котла, учитывающий вспенивание сиропа в процессе варки ($\varphi = 0,75$).

Приготовление белого инвертного сиропа. Белый инвертный сироп отличается от обычного белого сахарного сиропа тем, что часть сахарозы в процессе варки инвертируется из-за добавления в сахарный раствор органических кислот или ферментного препарата β -фруктофурозидазы.

Гидролиз сахарозы заканчивается ее расщеплением на глюкозу и фруктозу. Инвертный сахар, полученный в результате гидролиза сахарозы, имеет более сладкий и мягкий приятный вкус. В результате присоединения молекулы воды молекулярная масса глюкозы и фруктозы увеличивается при полной инверсии сахарозы в

Рис. 5. Технологическая схема производства газированных безалкогольных напитков:

1, 43 — специализированный автотранспорт; 2, 23, 25, 37, 50а, 57, 60, 62, 65, 67, 70, 72, 81, 87 — насосы; 3, 16, 39, 84 — теплообменники; 4 — мерник; 6 — бактерицидные лампы; 5, 18, 68, 71, 83 — сборники; 7 — мешки с сахаром; 8 — поддон; 9 — автопогрузчик; 10 — весы; 11 — ковшовый подъемник; 12 — промежуточный бункер; 13 — сироповарочный котел; 14 — фильтр-ловушка; 15 — шестеренный насос; 17 — сборник для инверсии сахарозы; 19 — бочки с настоями; 20 — бочки с экстрактами; 21 — бочки с концентратами напитков; 22 — бочки с соками; 24 — сборник для соков; 26, 73 — фильтры; 27 — бочки с композициями напитков; 28 — ящики с кислотами; 29—35 — сборники-мерники; 36 — купажный чан; 38, 63 — фильтр-прессы; 40 — сборник-мерник купажного сиропа; 41 — синхронно-смесительная установка; 42 — пустая стеклотара; 44 — ленточный конвейер; 45 — автомат для выемки бутылок из ящиков; 46 — пластинчатый конвейер; 47 — бутыломоющая машина; 48 — напорный сборник рабочего раствора щелочи; 49 — световой экран; 50 — сборник для отстоя щелочи; 51 — разливающий автомат; 52 — укупорочный автомат; 53 — бракеражный автомат; 54 — воронки для слива брака; 55 — промежуточный сборник; 56 — этикетировочный автомат; 58 — автомат для укладки бутылок в ящики; 59 — сборник для обработки брака; 61 — колонки для обесцвечивания брака; 64 — вакуум-аппарат; 66 — цистерна для концентрированной щелочи; 69 — напорный сборник-мерник; 74 — автоцистерна для диоксида углерода; 75 — стационарная цистерна; 76 — станция газификации; 77 — гребенка; 78 — напорный сборник для воды; 79 — фильтр-песочник; 80 — промежуточный сборник; 82 — свечной керамический фильтр; 85 — колеровочный котел; 86 — сборник готового колера

1,0526 раза (или на 5,26%), т. е. 360,312/342,296, где 360,312 — сумма молекулярных масс глюкозы и фруктозы; 342,296 — молекулярная масса сахарозы.

Сироп хранят в алюминиевых или эмалированных сборниках 18 различного типа, оборудованных измерительными трубками. Объем сборников рассчитывается на двухсуточную потребность завода в сиропе.

Кроме кислотного гидролиза сахароза может подвергаться и ферментативному гидролизу. Инвертазу для получения глюкозно-фруктозного сиропа приготавливают из отмытых и обезгорченных пивных дрожжей в виде пасты влажностью 70—75%. Расход препарата на гидролиз составляет 0,6% к массе гидролизуемой сахарозы. Температура гидролиза 41°C. Гидролиз происходит после диспергирования субстрата в течение 20 мин с последующим ферментализмом в течение 30 мин.

Приготовление сахарного колера. Для окраски напитков в желтый или светло-коричневый цвет используется сахарный колер, приготавливаемый из сахара путем обработки сахарозы при температуре 180—200°C. При этом происходит плавление сахарозы, а продукты разложения сахарозы — карамели сообщают колеру требуемую окраску.

При дальнейшей термической обработке сахарозы от одной ее молекулы отнимаются три молекулы воды и образуется оксиметилфурфурол, подвергающийся дальнейшим изменениям. При этом он образует либо гуминовые вещества, либо органические кислоты (левулиновую или муравьиную).

При термическом разложении сахарозы может образовываться ацетон. Но наиболее ценными компонентами являются буроокрашенные водорастворимые ангидриды карамелан и карамелен.

Приготовление колера осуществляют в колероварочных котлах 85, оборудованных электрическим обогревом. Данный котел состоит из двух цилиндров разного диаметра, вставленных один в другой; во внутреннем размещена ванна-тигель, под которой смонтирован нагревательный элемент. Котел укреплен на стойках и поворачивается вокруг них. При приготовлении колера котел на 50—55% объема загружают сахаром, добавляют 1—2% воды и производят нагрев при непрерывном перемешивании. При 160°C сахар начинает плавиться и постепенно приобретает бурую окраску, а при 180—

200°C происходит его карамелизация. Процесс продолжается 6—8 ч.

Приготовленный колер охлаждают до 60—65°C, затем прибавляют горячую воду с таким расчетом, чтобы получить 79—81% -ный раствор. Выход колера, содержащего 20% воды, составляет 108% массы сахара

Приготовление купажного сиропа. Перед проведением купаживания компоненты, составляющие будущую композицию купажа, подвергают специальной обработке.

Обработка компонентов купажа состоит в следующем. Производятся детерпенизация настоев, хранящихся в бочках 19, предварительное растворение концентратов в горячей воде и фильтрование соков на фильтре 26. Затем компоненты насосом 25 задаются в сборники-мерники 29—35, откуда они по мере надобности направляются в купажный чан 36.

Перед купаживанием соки и морсы отделяют от осадков декантацией с последующим фильтрованием через различного рода фильтры; плодовые экстракты разбавляют водой (1:5) с последующими отстаиванием (2—3 ч) и фильтрованием; настои разбавляют водой в соотношении 1:5 и после 12-часового отстаивания фильтруют.

Купажный сироп может быть приготовлен холодным или горячим способом. Число купажных чанов, необходимых для осуществления плановой программы,

$$n = Vz / V_1 \varphi \tau,$$

где V — объем купажного сиропа, приготовляемого в течение суток, дал; z — оборачиваемость купажного чана в час; V_1 — полный объем купажного чана, дал; φ — коэффициент, учитывающий заполнение купажного чана сиропом ($\varphi = 0,9$); τ — время работы купажного отделения в течение суток, ч.

Сборники-мерники с компонентами купажа устанавливают на специальной предкупажной площадке, расположенной выше верхней отметки купажных чанов не менее чем на 0,5 м в целях обеспечения самотека. На предкупажной площадке необходимо устанавливать не менее пяти мерников. Объем мерников рассчитывается в следующем размере: для сахарного сиропа и спиртованных соков — около 50%, для кислот, эссенций и красителей — около 8% объема купажного сиропа.

Составление купажа осуществляется при энергичном перемешивании его компонентов. Фильтрование купаж-

ного сиропа проводят на пластинчатом фильтр-прессе 38.

При приготовлении купажа горячим способом в сахароварочный котел вначале вводят отфильтрованный сок или разбавленный экстракт и нагревают до 50—60°C, затем при работающей мешалке вносят сахар. После полного растворения сахара поднимают температуру до кипения и, введя кислоту, выдерживают при данной температуре в течение 30 мин, периодически удаляя образующуюся пену.

Сироп фильтруют в горячем состоянии, а красители и эссенции в сироп добавляют после его охлаждения. При варке сиропа потери сухих веществ составляют около 2% к массе сухих веществ, вводимых с сырьем. Готовый сироп охлаждают до 8—10°C в теплообменнике 39 и направляют в сборник-мерник 40, откуда он поступает на синхронно-смесительную установку 41 для приготовления напитка.

Расход купажного сиропа на одну бутылку (в мл)

$$D = BV/A,$$

где B — номинальная вместимость бутылки, мл; V — содержание сухих веществ в 1 л напитка, г; A — содержание сухих веществ в 1 л купажного сиропа, г.

Количество купажного сиропа не должно превышать 20% объема напитка. В противном случае готовится более концентрированный купажный сироп горячим способом.

Насыщение напитков диоксидом углерода, розлив, бракераж, наклейка этикеток и передача готовой продукции на склад. Концентрация купажного сиропа в зависимости от вида напитка находится в пределах 32—45° по сахарометру. После введения сиропа содержимое бутылки доводится до номинальной вместимости доливом газированной воды. После укупоривания содержимое бутылки размешивается в целях выравнивания концентрации экстрактивных веществ во всем объеме бутылки.

Для сохранения в напитке высокой концентрации диоксида углерода используют принцип изобарического розлива. При розливе газированных напитков осуществляют следующие операции: введение в бутылки определенной дозы купажного сиропа, а затем газированной воды разливочным автоматом 51, укупоривание заплот-

ненных напитком бутылок на автомате 52, размешивание смеси купажного сиропа и газированной воды, бракераж готовой продукции на автомате 53, этикетирование на автомате 56, укладка бутылок в ящики автоматом 58 и передача продукции на склад.

Технологическая схема производства хлебного кваса

Хлебный квас является слабоалкогольным освежающим напитком, обладающим приятным ароматом свежевыпеченного ржаного хлеба и кисловато-сладким вкусом, который обусловлен продуктами спиртового и молочнокислого брожения — диоксидом углерода и молочной кислотой.

Для производства хлебного кваса используется следующее сырье: ржаной солод, ржаная мука, сухой ячменный солод или концентрат квасного суслу (ККС).

Производство ржаного солода. Зерна различных злаков, проросшие в искусственных условиях при определенной температуре и влажности, называют солодом.

Процесс солодоращения включает следующие технологические стадии: очистка и сортировка зерен, замачивание зерна, проращивание зерна. В результате этих технологических стадий получается проросший солод.

Чтобы в солоде образовались ароматические и красящие вещества, ржаной проросший солод подвергается ферментации, а затем сушке. От сухого солода отделяют ростки, после чего его размалывают в вальцовых станках.

Производство ржаного солода изображено на рис. 6.

Для лучшей сохранности рожь перед подачей в производство подвергают очистке в воздушно-ситовых сепараторах. Перед подачей зерна на солодоращение его вновь подвергают очистке и затем сортируют. До очистки и сортировки и после них зерно пропускают через автоматические весы с целью контроля работы зерноочистительного отделения.

Очищенное и отсортированное зерно для более тщательной очистки поступает в моечный чан, а из него центробежным насосом направляется в замочный чан.

Мойку ржи производят в специальном реакторе цилиндрической формы. В центре чана вмонтирована широкая вертикальная труба, внутри которой установ-

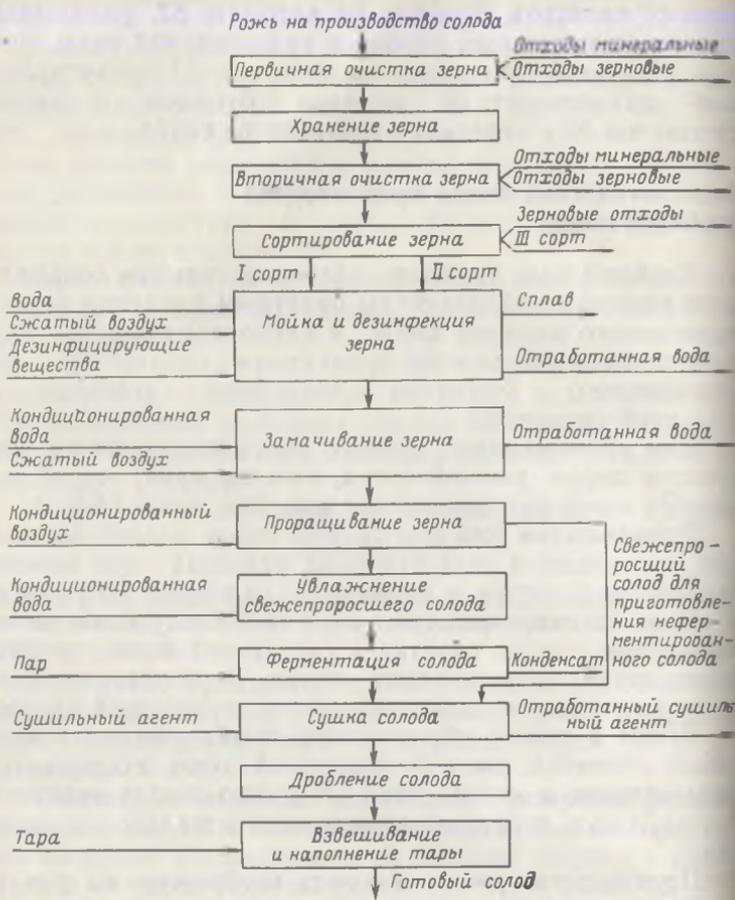


Рис. 6. Технологическая схема производства ржаного солода

лена пропеллерная мешалка. Пропеллер мешалки установлен таким образом, что крылья его вращаются выше уровня зерна в аппарате, но ниже уровня воды. Вследствие этого зерно, находящееся в аппарате, приводится к интенсивному движению, не подвергаясь повреждению. Замачивание осуществляют оросительным способом аэрированной водой с периодическим продуванием воздухом. Замоченное зерно направляют для солодоращения, которое в большинстве случаев осуществляют в барабанной солодовне.

Длительность замачивания ржи, включая промывку и транспортировку замоченного зерна в солодорастильный барабан, составляет для крупного зерна 25—40 ч, среднего 30—35 и мелкого 24—30 ч.

Продолжительность проращивания зерна в теплое время года при температуре воздуха в солодовне 17—19°C составляет 3 сут, а в холодное время года при температуре 14—15°C — 4 сут.

Показателями готовности солода являются: длина ростков, равная половине длины зерна; длина корешков, превышающая в 1,5—2 раза длину зерна.

Солод направляется на сита-трясуны, ленточные конвейеры и далее в барабаны-ферментаторы, снабженные паровым обогревом. Загруженный барабан-ферментатор для установления верхнего слоя зерна в нем в горизонтальном положении поворачивается на 360°.

Ферментация осуществляется по следующему режиму: к 24-му часу выдержки температура в среднем слое повышается до 45—52°C; к 48-му часу, если применяется обогрев, достигает 53—55°C; к 72-му часу должна достигнуть 62—63°C и к 96-му и 120-му часу при применении обогрева должна быть на уровне 65—68°C.

Равномерная ферментация и одинаковая температура во всех слоях солода обеспечиваются поворотами барабана-ферментатора: первый поворот через 24 ч; второй поворот и последующие через каждые 6 ч проращивания. К 48 ч ферментации после каждого поворота барабана производят очистку сетки путем установки ее в верхнее положение, направляют пар под сетку, вследствие чего прилипший к сеткам солод увлажняется и снимается с сетки при повороте барабана.

Продолжительность ферментации солода 120 ч. Влажность солода в конце ферментации, по данным одних исследователей, должна находиться в пределах 48—50%, по данным других — 61—62%. После ферментации солод направляют на сушку.

При производстве ферментированного солода потери составляют 23—25% и по стадиям распределяются следующим образом: при замачивании до 2%, при пятисуточном проращивании до 9, при пятисуточной ферментации до 13,5%. Выход сухого ферментированного солода влажностью 8% из 100 кг ржи составляет (потери 14,4% сухих веществ) 79,09 кг. Выход ферменти-

рованного солода в дробленном виде из солода в зерне равен 98,5%. Потери для неферментированного ржаного солода составляют 20% к массе исходного зерна.

Сушку солода осуществляют в горизонтальных двух- или трехъярусных сушилках с принудительной тягой. Для равномерного высушивания солод, находящийся на решетке, периодически перемешивается механическими ворошителями.

Выгрузка сухого солода осуществляется механической лопатой в специальный бункер, либо солодосушилки оборудуются саморазгружающимися решетками.

Из приемных бункеров пневмотранспортом солод подается в мельничное отделение. Здесь происходит размол солода на молотковых или вальцовых дробилках.

Солод для производства кваса не освобождают от ростков, так как они являются носителями меланоидинов.

Солод для приготовления концентрата квасного сусла сушат в двухъярусной сушилке (продолжительность 36 ч, по 18 ч на каждой решетке). Температурный режим сушки солода следующий: первые 9 ч постепенное возрастание температуры до 60°C, в течение последующих 9 ч — до 80—85, в течение последующих 3 ч — до 90—100°C, а через 2 ч снижение до 75°C. Влажность высушенного солода 8%.

Технология хлебного кваса состоит из следующих стадий: приготовление сахарного сиропа и при необходимости колера, приготовление квасного сусла, приготовление комбинированной закваски, брожение, купажирование и розлив кваса.

Получение сахарного сиропа и колера осуществляется по технологии, используемой в производстве безалкогольных напитков.

При использовании концентрата квасного сусла (ККС) его разбавляют водой и затем направляют в бродильно-купажный аппарат, где осуществляют брожение по определенным режимам.

Производство квасного сусла. Квасное сусло можно получить настойным способом из зернового сырья с применением микробных ферментных препаратов и путем разведения питьевой водой концентрата квасного сусла.

Настойный способ производства квасного сусла состоит в экстракции растворимых сухих веществ

из измельченных квасных хлебцев или сухих хлебоприпасов путем двух- или трехкратного настаивания в настольных чанах, оборудованных мешалками, в воде температурой 70—73°C. При данной температуре и непрерывно работающей мешалке (1400 об/мин) в течение 0,5 ч происходит настаивание, затем заторная масса остается в покое 1,5—2 ч и далее — декантация первого квасного сусла (концентрация 3—3,5% по сахарометру). Оставшуюся густую часть подвергают повторной экстракции водой (60—70°C) при перемешивании (20 мин) и отстаивании в течение 1,5 ч. Второе сусло (концентрация 1,3% по сахарометру), как и первое, а затем и третье сусло (концентрация 0,9%) после фильтрования через холодильник поступают в сборник или бродильный чан. Средняя концентрация полученного таким образом квасного сусла должна составлять 1,6%.

До брожения в квасное сусло необходимо ввести сахарный сироп в количестве 25% полагающейся нормы.

Недостатком настольного способа являются большие потери экстрактивных веществ. Полученная после третьего настаивания хлебная гуща используется на корм скоту.

Применение микробных ферментных препаратов в производстве квасного сусла ускоряет его осветление при отстаивании.

Осахаривание зернопродуктов перед запариванием способствует ускорению процесса меланоидинообразования, повышению выхода экстракта и сбраживаемых сахаров.

Производство осуществляется по следующей схеме (рис. 7). Реактор заполняют водой температурой 30—35°C на 25% его объема, при непрерывно работающей мешалке подают в него ржаную муку, доводя при этом количество воды до 4 л на 1 кг муки. Температуру в реакторе поднимают до 70°C и выдерживают при ней смесь 1 ч. В другой реактор подают ячменный солод и Амилоризин П10х (0,6% к массе затираемых продуктов) (гидромодуль 2:1, температура поступающей воды 30—35°C). Смесь в этом реакторе выдерживают 1 ч. Температуру в реакторе с мукой снижают до 35°C и направляют муку в запарник, куда также подают ячменный солод с препаратом Амилоризин П10х. Смесь в запарнике выдерживают 1 ч при температуре 50°C.

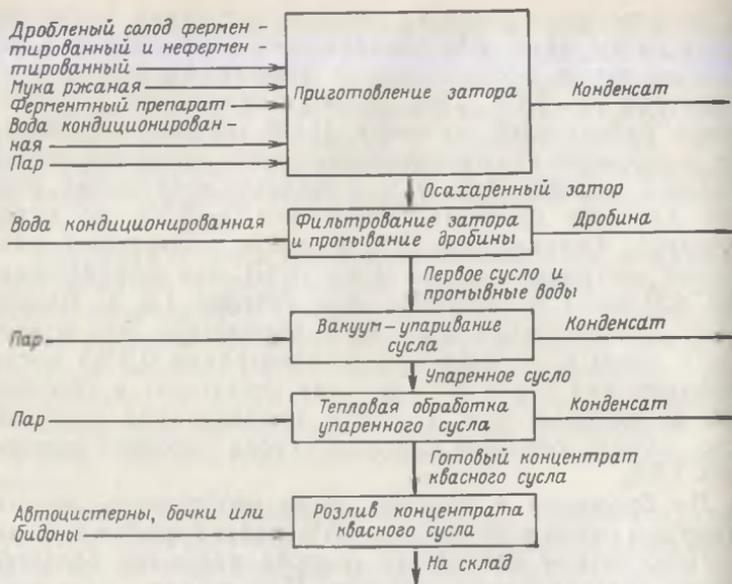


Рис. 7. Технологическая схема производства кислого сусла с применением ферментных препаратов

Далее при работающей мешалке туда задают ржаной солод, выдерживают смесь при 50°C 0,5 ч, затем температуру повышают до 70°C и выдерживают смесь при этой температуре 0,5 ч. Давление в запарнике повышают до 0,25—3,5 МПа, при непрерывно работающей мешалке выдерживают 1 ч. По истечении этого времени массу выдувают в емкость для настаивания и отделения сусла. Процессы настаивания и осветления сусла при использовании данного способа значительно интенсифицируются.

Кислое сусло, приготовленное по одному из изложенных выше способов, фильтруют.

Фильтрация сусла. После заполнения фильтрационного чана затором последний оставляют в нем на 0,5 ч в покое. Затем путем быстрого попеременного открывания и закрывания кранов в зоне стоков создают вихревые движения. Сначала через краны вытекает мутное сусло, которое центробежным насосом снова перекачивается в фильтрационный чан до тех пор, пока не станет прозрачным.

Прозрачное сусло через выносной холодильник поступает в бродительный чан. Оставшуюся гущу подвергают непрерывному или периодическому выщелачиванию. В последнем случае гущу заливают водой температурой 70°C, перемешивают и затем после выдержки в покое в течение 1 ч декантируют второе сусло. Аналогичным образом, как и второе, получают третье сусло.

Концентрация сборного сусла должна быть не менее 1,8% по сахарометру. Выход необходимого количества сусла, предназначенного для выпуска 100 дал хлебного кваса, составляет 961,2 л. Полученную гущу выгружают через люк в днище и направляют в закрытый бункер, а из него — на корм сельскохозяйственным животным.

Производство концентрата квасного сусла. Использование концентратов ощутимо упрощает технологию квасного сусла. Предложено несколько способов производства концентрата квасного сусла. Все они отличаются либо параметрами и приемами приготовления квасного сусла, либо параметрами, применяемыми при концентрировании сусла.

Л. С. Салмановой было установлено, что использование с сушеным ржаным солодом 25% и даже 10% ржаной муки затрудняет отделение сусла вследствие высокой вязкости заторов, обусловленной большим количеством слизевых и белковых веществ ржи. Ею показано, что добавление к затору 1—5% Цитороземина Ph понижает вязкость, улучшает фильтрование сусла и повышает выход экстрактивных веществ.

Наибольшее увеличение выхода экстрактивных веществ (в среднем 9,2%) и лучшее по вкусу сусло при хорошем осветлении его получаются при действии 1% препарата в течение 0,5 ч.

Увеличение экстракта в сусле происходит за счет редуцирующих веществ, в основном мальтозы и мальтотриозы, количество которых увеличивается вдвое, а также глюкозы и фруктозы.

Содержание же декстринов и сахарозы в сусле уменьшается. Последняя превращается в глюкозу и фруктозу под действием инвертазы, содержащейся в Цитороземине.

Л. С. Салмановой разработана технология концентрата квасного сусла и кваса из него, согласно кото-

рой 50% свежепроросшего ржаного солода и 50% ржаной муки затирают с 0,2% Цитороземина. Процесс ферментативного гидролиза осуществляют в течение 2,5—4 ч, после чего затор кипятят 2 ч.

Квасное сусло подвергают тепловой обработке в вакуум-аппарате в две стадии. Сначала его упаривают при 50—55°C до концентрации 63—68%, а затем выдерживают не менее 0,5 ч при 105—110°C и давлении 0,75 МПа.

Из концентрата квасного сусла готовят бутылочный квас с добавлением сахара и лимонной кислоты, квас с комбинированной закваской чистых культур дрожжей и молочнокислых бактерий, который затем разливают в крупную бочковую тару или автоцистерны, а также купажируемый концентрат хлебных квасов и напитков.

Приготовление комбинированной закваски, сбраживание сусла и купажирование. Для сбраживания квасного сусла применяют комбинированную культуру квасных дрожжей и квасных молочнокислых бактерий. Сбраживание квасного сусла путем симбиоза дрожжей и молочнокислых бактерий обеспечивает хороший вкус кваса, квас лучше осветляется и имеет повышенную стойкость.

Для разведения чистых культур в зависимости от объема выпускаемого кваса используют установку Ганзена или установку Грейнера. Аппараты Ганзена изготавливаются вместимостью 100—500 л, а для небольших заводов — вместимостью 20 л. На заводах с суточной производительностью более 2000 дал кваса необходимо устанавливать два аппарата Ганзена: один предназначен для разведения дрожжевой культуры, а другой — для получения бактериальной.

При суточной производительности завода свыше 1000 дал кваса целесообразно устанавливать установку Грейнера и чан для предварительного брожения вместимостью 1000—4000 дал.

Чистые культуры квасных дрожжей получают в аппарате Ганзена. Забродившее сусло с дрожжами переводят в стеклянную колбу на 25 мл, из нее спустя 24 ч — в колбу на 2 л, а через 24 ч — в бродильный цилиндр аппарата Ганзена. Через 12 ч дрожжевая культура готова для приготовления комбинированной закваски.

Из бродильного цилиндра аппарата Ганзена дрожжевую разводку передают в чан для комбинированной закваски.

Чистую культуру квасных молочнокислых бактерий получают из сухих бактериальных культур. После выдержки в термостате в течение 24 ч при 30°C содержимое шести пробирок переносят в колбу с 1 л квасного сусла, спустя 24 ч — в бродильный сосуд аппарата Ганзена с 20 л стерильного сусла, а через 48 ч при 30°C брожения бактерии готовы для приготовления комбинированной закваски.

Для получения комбинированной закваски разводку из молочнокислых бактерий передают из аппарата Ганзена в реактор, заполненный 40 дал пастеризованного сусла (предварительно обогащенного сахарным сиропом), где протекает молочнокислое брожение. Данную бактериальную разводку переводят затем в реактор для комбинированной закваски, который заполняется 320 дал пастеризованного квасного сусла с сахарным сиропом.

После достижения кислотности 6,8—7° из аппарата Ганзена для размножения дрожжей поступает 17—18 л дрожжевой разводки, далее совместное брожение ведут в течение 6 ч, когда 40 дал комбинированной закваски отбирают для введения в бродильно-купажный аппарат с 1000 дал квасного сусла. Расход комбинированной закваски составляет 4% к объему основного сусла. В реактор для комбинированной закваски добавляют 40 дал свежего квасного сусла, обогащенного сахарным сиропом, для продолжения совместного брожения и обновления разводки исходных культур.

При применении установки Грейнера в бродильных цилиндрах разводят молочнокислые бактерии, которые передают в аппарат для предварительного брожения, куда также поступает соответствующее количество стерилизованного квасного сусла с добавленным в него сахарным сиропом.

После мойки и стерилизации бродильных цилиндров их заполняют на 0,8 вместимости стерильным суслом, засевают чистой культурой и ведут брожение в течение 24 ч. Полученную дрожжевую разводку соединяют в аппарате для предварительного брожения с разводкой бактериальной культуры и ведут брожение 6 ч, после чего комбинированная закваска считается готовой.

рой 50% свежепроросшего ржаного солода и 50% ржаной муки затирают с 0,2% Цитороземина. Процесс ферментативного гидролиза осуществляют в течение 2,5—4 ч, после чего затор кипятят 2 ч.

Квасное сусло подвергают тепловой обработке в вакуум-аппарате в две стадии. Сначала его упаривают при 50—55°C до концентрации 63—68%, а затем выдерживают не менее 0,5 ч при 105—110°C и давлении 0,75 МПа.

Из концентрата квасного сусла готовят бутылочный квас с добавлением сахара и лимонной кислоты, квас с комбинированной закваской чистых культур дрожжей и молочнокислых бактерий, который затем разливают в крупную бочковую тару или автоцистерны, а также купажируемый концентрат хлебных квасов и напитков.

Приготовление комбинированной закваски, сбраживание сусла и купажирование. Для сбраживания квасного сусла применяют комбинированную культуру квасных дрожжей и квасных молочнокислых бактерий. Сбраживание квасного сусла путем симбиоза дрожжей и молочнокислых бактерий обеспечивает хороший вкус кваса, квас лучше осветляется и имеет повышенную стойкость.

Для разведения чистых культур в зависимости от объема выпускаемого кваса используют установку Ганзена или установку Грейнера. Аппараты Ганзена изготавливаются вместимостью 100—500 л, а для небольших заводов — вместимостью 20 л. На заводах с суточной производительностью более 2000 дал кваса необходимо устанавливать два аппарата Ганзена: один предназначен для разведения дрожжевой культуры, а другой — для получения бактериальной.

При суточной производительности завода свыше 1000 дал кваса целесообразно устанавливать установку Грейнера и чан для предварительного брожения вместимостью 1000—4000 дал.

Чистые культуры квасных дрожжей получают в аппарате Ганзена. Забродившее сусло с дрожжами переводят в стеклянную колбу на 25 мл, из нее спустя 24 ч — в колбу на 2 л, а через 24 ч — в бродильный цилиндр аппарата Ганзена. Через 12 ч дрожжевая культура готова для приготовления комбинированной закваски.

Из бродильного цилиндра аппарата Ганзена дрожжевую разводку передают в чан для комбинированной закваски.

Чистую культуру квасных молочнокислых бактерий получают из сухих бактериальных культур. После выдержки в термостате в течение 24 ч при 30°C содержимое шести пробирок переносят в колбу с 1 л квасного сусла, спустя 24 ч — в бродильный сосуд аппарата Ганзена с 20 л стерильного сусла, а через 48 ч при 30°C брожения бактерии готовы для приготовления комбинированной закваски.

Для получения комбинированной закваски разводку из молочнокислых бактерий передают из аппарата Ганзена в реактор, заполненный 40 дал пастеризованного сусла (предварительно обогащенного сахарным сиропом), где протекает молочнокислое брожение. Данную бактериальную разводку переводят затем в реактор для комбинированной закваски, который заполняется 320 дал пастеризованного квасного сусла с сахарным сиропом.

После достижения кислотности 6,8—7° из аппарата Ганзена для размножения дрожжей поступает 17—18 л дрожжевой разводки, далее совместное брожение ведут в течение 6 ч, когда 40 дал комбинированной закваски отбирают для введения в бродильно-купажный аппарат с 1000 дал квасного сусла. Расход комбинированной закваски составляет 4% к объему основного сусла. В реактор для комбинированной закваски добавляют 40 дал свежего квасного сусла, обогащенного сахарным сиропом, для продолжения совместного брожения и обновления разводки исходных культур.

При применении установки Грейнера в бродильных цилиндрах разводят молочнокислые бактерии, которые передают в аппарат для предварительного брожения, куда также поступает соответствующее количество стерилизованного квасного сусла с добавленным в него сахарным сиропом.

После мойки и стерилизации бродильных цилиндров их заполняют на 0,8 вместимости стерильным суслом, засевают чистой культурой и ведут брожение в течение 24 ч. Полученную дрожжевую разводку соединяют в аппарате для предварительного брожения с разводкой бактериальной культуры и ведут брожение 6 ч, после чего комбинированная закваска считается готовой.

В стадии производственного процесса брожения под действием комбинированной культуры дрожжей и молочнокислых бактерий сусло превращается в ароматный освежающий напиток.

Брожение осуществляют в бродильно-купажных аппаратах, снабженных рубашками и мешалками. В них также проводят отделение дрожжей, купажирование и выдержку хлебного кваса. Поступившее в бродильно-купажный аппарат квасное сусло охлаждается через рубашку до 25—27°C. К нему добавляются 25% общего количества сахарного сиропа, комбинированная закваска чистых культур дрожжей и молочнокислых бактерий. На 2—3 мин включается в работу мешалка. После всего проведенного аппарат герметически закрывают и в ходе брожения через каждые 1,5—2 ч в работу на 2—3 мин включают мешалку.

При снижении концентрации квасного сусла на 1% по сахарометру (давление в аппарате 0,1—0,12 МПа) производят охлаждение сбрасываемого сусла до 10°C, вследствие чего возрастает растворимость диоксида углерода в квасе, а давление внутри аппарата снижается до 0,04—0,05 МПа.

По мере охлаждения молодого кваса происходит осаждение дрожжей, поступающих в дрожжеотделитель вместе с остаточной хлебной гущей. Дрожжеотделитель перекрывают шибером, а в аппарат вводят 75% сахарного сиропа, раствор солей хлоридов кальция и натрия, фосфата калия, размешивают, через 5—10 мин после внесения солей добавляют раствор аскорбиновой кислоты и после установления соответствия показателей качества стандартным производят охлаждение его до 6°C и розлив.

Отходом производства кваса являются дрожжи. После очистки их повторно используют в последующих циклах производства кваса, а также готовят из них препараты медицинских сухих дрожжей. Кроме того, жидкие дрожжи идут в продажу.

В конце каждого цикла брожения аппарат моют и дезинфицируют 5%-ным раствором соды или холодной водой.

Продолжительность операций в бродильно-купажном аппарате следующая (в ч): ввод сусла в аппарат и его охлаждение до температуры брожения 3; собственно брожение 14; охлаждение молодого кваса до купажи-

рования 1; розлив кваса 1; мойка, дезинфекция и подготовка аппарата 0,5.

Розлив кваса. Готовый квас разливают в автоцистерны и бочки. При производстве Московского или Русского кваса готовый купажный сироп поступает на синхронно-смесительную установку. В эту же установку одновременно подается отфильтрованная, охлажденная и насыщенная диоксидом углерода вода в соотношении 1:5.

Готовый напиток из смесительной установки разливают в бутылки на разливочном автомате, затем бутылки последовательно переходят на автоматы для укупорки, бракеража, этикетировки, укладки в ящики и далее в склад готовой продукции.

РАСЧЕТ ПРОДУКТОВ ПРОИЗВОДСТВА, ТАРЫ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Расчет продуктов производства солода, пива, безалкогольных и слабоалкогольных напитков осуществляется с учетом нормативных данных заводов и потерь по стадиям производства. Задача расчета заключается в определении количества промежуточных продуктов, готовой продукции, отходов производства из единицы сырья, а также затрат сырья на единицу готовой продукции и годовую выработку завода. Расчет продуктов выполняется по стадиям технологического процесса.

3.1. РАСЧЕТ ПРОДУКТОВ ПРОИЗВОДСТВА СОЛОДА

В задании на дипломное проектирование помимо годового производства готового солода указываются влажность ячменя, а в некоторых случаях и дополнительные исходные данные, связанные с особенностями темы проекта.

При выполнении расчета пользуются нормами отходов и потерь по стадиям производства солода (табл. 2) и значениями влажности и насыпной плотности продуктов согласно нормативным данным Гипропищепрома-2 (табл. 3).

Таблица 2. Нормы отходов и потерь при производстве солода

Наименование операций, отходов и потерь	Единица измерения	Отходы	Потери	Всего
Транспортировка на расстояние	% к массе то-варного зерна			
до 1000 км			0,10	0,10
от 1000 до 2000 км			0,15	0,15
свыше 2000 км			0,20	0,20

Наименование операций, отходов и потерь	Единица измерения	Отходы	Потери	Всего
Очистка и сортирование ячменя	То же	12		12
В том числе				
сорная примесь		1,6		1,6
зерновая примесь		4,2		4,2
ячмень — сход с сита 2,2×20 мм		6,2		6,2
Хранение ячменя на элеваторе	»			
до 3 мес			0,05	0,05
> 6 мес			0,065	0,065
> года			0,095	0,095
Хранение солода на элеваторе до 6 мес	% к солоду, поступившему на операцию		0,065	0,065
Полировка солода	То же		0,50	0,50
Производство солода (замачивание, проращивание, сушка)	% к массе сухого вещества отсортированного ячменя	5	6,3	11,3
В том числе				
выщелачивание при замачивании			0,6	0,6
сплав		1		1
образование ростков		4		4
дыхание при проращивании			5,7	5,7

Таблица 3. Характеристика продуктов производства солода

Наименование продуктов	Влажность, %	Насыпная плотность, кг/м ³
Ячмень товарный	15	630
Ячмень сортированный	14,5	650
Ячмень — сход с сита 2,2×20 мм	15	520
Зерновая примесь	15	500
Сорная примесь	15	400
Замоченный ячмень	43	660
Сплав воздушно-сухой	15	400
Сплав сырой	30	500
Солод свежепроросший	42	390
Солод сушеный	3	510
Солод выдержанный	5	530
Товарный солод	5	530
Ростки	10	330

Таблица 4. Расчет продуктов и отходов производства солода

Показатели	Обозначение	Код программы	Формула для расчета	Алгоритм решения задач	Расчетное значение
Масса сортированного ячменя, кг	$Q_{я}$	A1		$A1 = 100$	100
Насыпная плотность сортированного ячменя, кг/м ³	$\rho_{я}$		$\rho_{я} = 650$		650
Объем сортированного ячменя, л	$V_{я}$	A2	$V_{я} = (Q_{я}/\rho_{я}) 1000$	$A2 = A1 * 1000/650$	153,8
Влажность ячменя, %	$W_{я}$	W1			14
Масса сухих веществ (СВ) сортированного ячменя, кг	$Q_{я}^{св}$	A9	$Q_{я}^{св} = Q_{я} - W_{я}$	$A9 = A1 - W1$	86
Отходы при очистке и сортировании, %	$П_{ос}$				12
Потери при хранении и разгрузке, % массы сортированного ячменя	$П_{хр}$				0,27
Масса товарного ячменя на 100 кг сортированного ячменя, кг	$Q_{тя}$	B1	$Q_{тя} = \frac{100 \cdot 100}{(100 - П_{ос})} \times \frac{100}{(100 - П_{хр})}$	$B1 = 100 * 100 * 100 / (100 - 12) (100 - 0,27)$	113,9
Насыпная плотность товарного ячменя, кг/м ³	$\rho_{тя}$		$\rho_{тя} = 630$		630
Объем товарного ячменя, л	$V_{тя}$	B2	$V_{тя} = Q_{тя} \frac{1000}{\rho_{тя}}$	$B2 = B1 * 1000/630$	180,8

Продолжение табл. 4

Показатели	Обозначение	Код программы	Формула для расчета	Алгоритм решения задач	Расчетное значение
Потери со сплавом, %	$П_{с}$				1
Потери на выщелачивание при замачивании, %	$П_{в}$				0,6
Потери при замачивании, %	$П_{з}$		$П_{з} = П_{с} + П_{в}$		1,6
Масса сухих веществ замоченного ячменя, кг	$Q_{зя}^{св}$	C9	$Q_{зя}^{св} = Q_{я}^{св} \frac{100 - П_{з}}{100}$	$C9 = A9 * (100 - 1,6) / 100$	84,62
Влажность замоченного ячменя, %	$W_{зя}$	W2			43
Масса замоченного ячменя, кг	$Q_{зя}$	C1	$Q_{зя} = Q_{зя}^{св} \frac{100}{100 - W_{зя}}$	$C1 = C9 * 100 / (100 - W2)$	148,45
Насыпная плотность замоченного ячменя, кг/м ³	$\rho_{зя}$		$\rho_{зя} = 660$		660
Объем замоченного ячменя, л	$V_{зя}$	C2	$V_{зя} = Q_{зя} \frac{1000}{\rho_{зя}}$	$C2 = C1 * 1000/660$	224,9
Потери на дыхание при проращивании, % к массе СВ сортированного ячменя	$П_{д}$				5,7
Масса СВ свежепросоженного солода, кг	$Q_{пс}^{св}$	D9	$Q_{пс}^{св} = Q_{зя}^{св} \frac{100 - П_{д}}{100}$	$D9 = C9 * (100 - 5,7) / 100$	79,80
Влажность свежепросоженного солода, %	$W_{пс}$	W3			42

Показатели	Обозначение	Код программы	Формула для расчета	Алгоритм решения задач	Расчетное значение
Масса свежепросоженного солода, кг	Q_{nc}	D1	$Q_{nc} = Q_{nc}^{cb} \frac{100}{100 - W_{nc}}$	$D1 = D9 * 100 / (100 - W3)$	137,6
Объем свежепросоженного солода, л	V_{nc}	D2	$V_{nc} = Q_{nc} \frac{1000}{\rho_{nc}}$	$D2 = D1 * 1000 / 390$	352,8
Потери сухих веществ на образование ростков, % к массе СВ сортированного ячменя	Π_p				4
Масса сухих веществ ростков, кг	Q_p^{cb}	P3	$Q_p^{cb} = Q_p^{cb} \frac{\Pi_p}{100}$	$P3 = A9 * 4,0 / 100$	3,44
Влажность ростков, %	W_p				10
Масса ростков, кг	Q_p	P1	$Q_p = Q_p^{cb} \frac{100}{100 - W_p}$	$P3 = P3 * 100 / (100 - 10)$	3,82
Насыпная плотность ростков, кг/м ³	ρ_p		$\rho_p = 330$		330
Объем ростков, л	V_p	P2	$V_p = Q_p \frac{1000}{\rho_p}$	$P2 = P3 * 1000 / 330$	11,6
Масса СВ сушеного солода, кг	Q_{cc}^{cb}	E9	$Q_{cc}^{cb} = Q_{nc}^{cb} - Q_p$	$E9 = D9 - P1$	76,36
Влажность сушеного солода, %	W_{cc}	W4			3

Показатели	Обозначение	Код программы	Формула для расчета	Алгоритм решения задач	Расчетное значение
Масса сушеного солода, кг	Q_{cc}	E1	$Q_{cc} = Q_{cc}^{cb} \frac{100}{100 - W_{cc}}$	$E1 = E9 * 100 / (100 - W4)$	78,72
Насыпная плотность сушеного солода, кг/м ³	ρ_{cc}		$\rho_{cc} = 510$		510
Объем сушеного солода, л	V_{cc}	E2	$V_{cc} = Q_{cc} \frac{1000}{\rho_{cc}}$	$E2 = E1 * 1000 / 510$	154,35
Влажность выдержанного солода, %	W_{vc}	W5			5
Масса выдержанного солода, кг	Q_{vc}	F1	$Q_{vc} = Q_{cc}^{cb} \frac{100}{100 - W_{vc}}$	$F1 = E9 * 100 / (100 - W5)$	80,3
Насыпная плотность выдержанного солода, кг/м ³	ρ_{vc}		$\rho_{vc} = 530$		530
Объем выдержанного солода, л	V_{vc}	F2	$V_{vc} = Q_{vc} \frac{1000}{\rho_{vc}}$	$F2 = F1 * 1000 / 530$	151,5
Количество ячменя III сорта, % к массе товарного ячменя	Π_{III}				6,2
Масса ячменя III сорта, кг на 100 кг сортированного ячменя	Q_{III}	G1	$Q_{III} = 100 \frac{\Pi_{III} Q_{cc}}{100 Q_n}$	$G1 = 100 * 6,2 * B1 / (100 * * A1)$	7,06
Насыпная плотность ячменя III сорта, кг/м ³	ρ_{III}		$\rho_{III} = 520$		520

Показатели	Обозначение	Код программы	Формула для расчета	Алгоритм решения задач	Расчетное значение
Объем ячменя III сорта, л	V_{III}	G2	$V_{III} = Q_{III} \frac{1000}{\rho_{III}}$	$G2 = G1 * 1000 / 520$	13,58
Содержание зерновой примеси, % к массе товарного ячменя	$P_{зп}$				4,2
Содержание зерновой примеси, кг на 100 кг сортированного ячменя	$Q_{зп}$	H1	$Q_{зп} = 100 \frac{P_{зп}}{100} \frac{Q_{гя}}{Q_{я}}$	$H1 = 100 * 4,2 * B1 / (100 * A1)$	4,78
Насыпная плотность зерновой примеси, кг/м ³	$\rho_{зп}$		$\rho_{зп} = 500$		500
Объем зерновой примеси, л	$V_{зп}$	H2	$V_{зп} = Q_{зп} \frac{1000}{\rho_{зп}}$	$H2 = H1 * 1000 / 500$	9,56
Количество сорной примеси, % к массе товарного ячменя	$P_{сп}$				1,6
Содержание сорной примеси, кг на 100 кг сортированного ячменя	$Q_{сп}$	J1	$Q_{сп} = 100 \frac{P_{сп} Q_{гя}}{100 Q_{я}}$	$J1 = 100 * 1,6 * B1 / (100 * A1)$	1,82
Насыпная плотность сорной примеси, кг/м ³	$\rho_{сп}$		$\rho_{сп} = 400$		400
Объем сорной примеси, л	$V_{сп}$	J2	$V_{сп} = Q_{сп} \frac{1000}{\rho_{сп}}$	$J2 = J1 * 1000 / 400$	4,55
Влажность влажного сплава, %	W_c				30

Продолжение табл. 4

Показатели	Обозначение	Код программы	Формула для расчета	Алгоритм решения задач	Расчетное значение
Масса влажного сплава, кг	Q_c	M1	$Q_c = Q_{я}^{св} \frac{P_c}{100} \frac{100}{100 - W_c}$	$M1 = A9 * 100 / ((100 - 30) * 100)$	1,23
Насыпная плотность влажного сплава, кг/м ³	ρ_c		$\rho_c = 500$		500
Объем влажного сплава, л	V_c	M2	$V_c = Q_c \frac{1000}{\rho_c}$	$M2 = M1 * 1000 / 500$	2,46
Влажность воздушно-сухого сплава, %	$W_{всс}$				15
Масса воздушно-сухого сплава, кг	$Q_{всс}$	N1	$Q_{всс} = \frac{P_c * 100}{100(100 - W_{всс})}$	$N1 = A9 * 100 / ((100 - 15) * 100)$	1
Насыпная плотность воздушно-сухого сплава, кг/м ³	$\rho_{всс}$		$\rho_{всс} = 400$		400
Объем воздушно-сухого сплава, л	$V_{всс}$	N2	$V_{всс} = Q_{всс} \frac{1000}{\rho_{всс}}$	$N2 = N1 * 1000 / 400$	2,5
Потери при полировке солода, %	$P_{оп}$				0,5
Отходы при полировке солода, кг	$Q_{оп}$	R1	$Q_{оп} = Q_{вс} \frac{P_{оп}}{100}$	$R1 = F1 * 0,50 / 100$	0,4
Насыпная плотность отходов полировки, кг/м ³	$\rho_{оп}$		$\rho_{оп} = 350$		350

Показатели	Обозначение	Код программы	Формула для расчета	Алгоритм решения задач	Расчетное значение
Объем отходов при полировке, л	$V_{оп}$	R2	$V_{оп} = Q_{оп} \frac{1000}{P_{оп}}$	$R2 = R1 * 1000 / 350$	1,14
Коэффициент K_1 , равный отношению массы сортированного ячменя к массе выдержанного солода	K_1	K1	$K_1 = Q_{я} / Q_{вс}$	$K1 = 100 / F1$	1,245
Коэффициент K_2 для пересчета продуктов на годовое производство (в т)	K_2	K2	$K_2 = Q_{вс}^* / 100$	$K2 = Q / 100$	200
Коэффициент K_3 , равный доле суточного продукта от годового производства	K_3	K3	$K_3 = 1 / 330$	$K3 = 1 / 330$	0,00303
Коэффициент K_4 , равный доле приема зерна в сутки	K_4	K4	$K_4 = 2,5 / 120$	$K4 = 2,5 / 120$	0,02083
Коэффициент K_5 , равный доле суточного максимального количества зерновых отходов при первичной очистке	K_5	K5	$K_5 = \frac{0,4 \cdot 2,5}{120}$	$K5 = 0,4 * 2,5 / 120$	0,00833
Коэффициент K_6 , то же, при вторичной очистке	K_6	K6	$K_6 = 0,6 / 330$	$K6 = 0,6 / 330$	0,00182
Коэффициент K_7 , равный доле суточного максимального количества сорной примеси при первичной очистке	K_7	K7	$K_7 = \frac{0,5 \cdot 2,5}{120}$	$K7 = 0,5 * 2,5 / 120$	0,01042

Показатели	Обозначение	Код программы	Формула для расчета	Алгоритм решения задач	Расчетное значение
Коэффициент K_8 , то же, при вторичной очистке	K_8	K8	$K_8 = 0,5 / 330$	$K8 = 0,5 / 330$	0,001515
Расход сортированного ячменя кг на 100 кг солода	$Q_{я}^*$	A3	$Q_{я}^* = 100 K_1$	$A3 = 100 * K1$	124,5
л на 100 кг солода	$V_{я}^*$	A4	$V_{я}^* = V_{я} K_1$	$A4 = A2 * K1$	191,5
т/год	$Q_{я}^*$	A5	$Q_{я}^* = Q_{я}^* K_2$	$A5 = A3 * K2$	24900
м ³ /год	$V_{я}^*$	A6	$V_{я}^* = V_{я}^* K_2$	$A6 = A4 * K2$	38300
т/сут	$Q_{я}^*$	A7	$Q_{я}^* = Q_{я}^* K_3$	$A7 = A5 * K3$	75,4
м ³ /сут	$V_{я}^*$	A8	$V_{я}^* = V_{я}^* K_3$	$A8 = A6 * K3$	116
Расход товарного ячменя кг на 100 кг солода	$Q_{тя}^*$	B3	$Q_{тя}^* = Q_{тя} K_1$	$B3 = B1 * K1$	141,8
л на 100 кг солода	$V_{тя}^*$	B4	$V_{тя}^* = V_{тя} K_1$	$B4 = B2 * K1$	225,1
т/год	$Q_{тя}^*$	B5	$Q_{тя}^* = Q_{тя}^* K_2$	$B5 = B3 * K2$	28360
м ³ /год	$V_{тя}^*$	B6	$V_{тя}^* = V_{тя}^* K_2$	$B6 = B4 * K2$	45020
т/сут	$Q_{тя}^*$	B7	$Q_{тя}^* = Q_{тя}^* K_4$	$B7 = B5 * K4$	590,7
м ³ /сут	$V_{тя}^*$	B8	$V_{тя}^* = V_{тя}^* K_4$	$B8 = B6 * K4$	937,8

Показатели	Обозначение	Код программы	Формула для расчета	Алгоритм решения задач	Расчетное значение
Расход замоченного ячменя					
кг на 100 кг солода	$Q'_{з\text{я}}$	C3	$Q'_{з\text{я}} = Q_{з\text{я}} K_1$	$C3 = C1 * K_1$	184,8
л на 100 кг солода	$V'_{з\text{я}}$	C4	$V'_{з\text{я}} = V_{з\text{я}} K_1$	$C4 = C2 * K_1$	280
т/год	$Q''_{з\text{я}}$	C5	$Q''_{з\text{я}} = Q'_{з\text{я}} K_2$	$C5 = C3 * K_2$	36960
м ³ /год	$V''_{з\text{я}}$	C6	$V''_{з\text{я}} = V'_{з\text{я}} K_2$	$C6 = C4 * K_2$	56000
т/сут	$Q'''_{з\text{я}}$	C7	$Q'''_{з\text{я}} = Q''_{з\text{я}} K_3$	$C7 = C5 * K_3$	112
м ³ /сут	$V'''_{з\text{я}}$	C8	$V'''_{з\text{я}} = V''_{з\text{я}} K_3$	$C8 = C6 * K_3$	169,7
Расход свежепоросшего солода					
кг на 100 кг солода	$Q'_{пс}$	D3	$Q'_{пс} = Q_{пс} K_1$	$D3 = D1 * K_1$	171,3
л на 100 кг солода	$V'_{пс}$	D4	$V'_{пс} = V_{пс} K_1$	$D4 = D2 * K_1$	439,2
т/год	$Q''_{пс}$	D5	$Q''_{пс} = Q'_{пс} K_2$	$D5 = D3 * K_2$	34226
м ³ /год	$V''_{пс}$	D6	$V''_{пс} = V'_{пс} K_2$	$D6 = D4 * K_2$	87840
т/сут	$Q'''_{пс}$	D7	$Q'''_{пс} = Q''_{пс} K_3$	$D7 = D5 * K_3$	103,7
м ³ /сут	$V'''_{пс}$	D8	$V'''_{пс} = V''_{пс} K_3$	$D8 = D6 * K_3$	266,2

Показатели	Обозначение	Код программы	Формула для расчета	Алгоритм решения задач	Расчетное значение
Расход сушеного солода					
кг на 100 кг выдержанного солода	$Q'_{сс}$	E3	$Q'_{сс} = Q_{сс} K_1$	$E3 = E1 * K_1$	98
л на 100 кг выдержанного солода	$V'_{сс}$	E4	$V'_{сс} = V_{сс} K_1$	$E4 = E2 * K_1$	192,2
т/год	$Q''_{сс}$	E5	$Q''_{сс} = Q'_{сс} K_2$	$E5 = E3 * K_2$	19600
м ³ /год	$V''_{сс}$	E6	$V''_{сс} = V'_{сс} K_2$	$E6 = E4 * K_2$	38440
т/сут	$Q'''_{сс}$	E7	$Q'''_{сс} = Q''_{сс} K_3$	$E7 = E5 * K_3$	59,4
м ³ /сут	$V'''_{сс}$	E8	$V'''_{сс} = V''_{сс} K_3$	$E8 = E6 * K_3$	116,5
Расход выдержанного солода					
кг на 100 кг выдержанного солода	$Q'_{вс}$	F3	$Q'_{вс} = Q_{вс} K_1$	$F3 = F1 * K_1$	100
л на 100 кг выдержанного солода	$V'_{вс}$	F4	$V'_{вс} = V_{вс} K_1$	$F4 = F2 * K_1$	188,6
т/год	$Q''_{вс}$	F5	$Q''_{вс} = Q'_{вс} K_2$	$F5 = F3 * K_2$	20000
м ³ /год	$V''_{вс}$	F6	$V''_{вс} = V'_{вс} K_2$	$F6 = F4 * K_2$	37720
т/сут	$Q'''_{вс}$	F7	$Q'''_{вс} = Q''_{вс} K_3$	$F7 = F5 * K_3$	60,6
м ³ /сут	$V'''_{вс}$	F8	$V'''_{вс} = V''_{вс} K_3$	$F8 = F6 * K_3$	114,3

Показатели	Обозначение	Код программы	Формула для расчета	Алгоритм решения задач	Расчетное значение
Расход ячменя III сорта					
кг на 100 кг выдержанного солода	Q'_{III}	G3	$Q'_{III} = Q_{III}K_1$	$G3 = G1 * K1$	8,79
л на 100 кг выдержанного солода	V'_{III}	G4	$V'_{III} = V_{III}K_1$	$G4 = G2 * K1$	16,9
т/год	Q''_{III}	G5	$Q''_{III} = Q'_{III}K_2$	$G5 = G3 * K2$	1758
м ³ /год	V''_{III}	G6	$V''_{III} = V'_{III}K_2$	$G6 = G4 * K2$	3380
т/сут	Q'''_{III}	G7	$Q'''_{III} = Q''_{III}K_3$	$G7 = G5 * K3$	5,3
м ³ /сут	V'''_{III}	G8	$V'''_{III} = V''_{III}K_3$	$G8 = G6 * K3$	10,2
Количество зерновой примеси					
кг на 100 кг солода	$Q'_{зп}$	H3	$Q'_{зп} = Q_{зп}K_1$	$H3 = H1 * K1$	5,95
л на 100 кг солода	$V'_{зп}$	H4	$V'_{зп} = V_{зп}K_1$	$H4 = H2 * K1$	11,9
т/год	$Q''_{зп}$	H5	$Q''_{зп} = Q'_{зп}K_2$	$H5 = H3 * K2$	1190
м ³ /год	$V''_{зп}$	H6	$V''_{зп} = V'_{зп}K_2$	$H6 = H4 * K2$	2380

Показатели	Обозначение	Код программы	Формула для расчета	Алгоритм решения задач	Расчетное значение
при первичной очистке					
т/сут	$Q''_{зп}$	I1	$Q''_{зп} = Q'_{зп}K_5$	$I1 = H5 * K5$	9,91
м ³ /сут	$V''_{зп}$	I2	$V''_{зп} = V'_{зп}K_5$	$I2 = H6 * K5$	19,82
при вторичной очистке					
т/сут	$Q'''_{зп}$	I3	$Q'''_{зп} = Q''_{зп}K_6$	$I3 = H5 * K6$	2,17
м ³ /сут	$V'''_{зп}$	I4	$V'''_{зп} = V''_{зп}K_6$	$I4 = H6 * K6$	4,33
Масса зерновой примеси, т	$Q'''_{зп}$	H7	$Q'''_{зп} = Q''_{зп} + Q'''_{зп}$	$H7 = I1 + I3$	12,08
Объем зерновой примеси, м ³	$V'''_{зп}$	H8	$V'''_{зп} = V''_{зп} + V'''_{зп}$	$H8 = I2 + I4$	24,15
Количество сорной примеси					
кг на 100 кг солода	$Q'_{сп}$	J3	$Q'_{сп} = Q_{сп}K_1$	$J3 = J1 * K1$	2,27
л на 100 кг солода	$V'_{сп}$	J4	$V'_{сп} = V_{сп}K_1$	$J4 = J2 * K1$	5,66
т/год	$Q''_{сп}$	J5	$Q''_{сп} = Q'_{сп}K_2$	$J5 = J3 * K2$	454
м ³ /год	$V''_{сп}$	J6	$V''_{сп} = V'_{сп}K_2$	$J6 = J4 * K2$	1132

Показатели	Обозначение	Код программы	Формула для расчета	Алгоритм решения задач	Расчетное значение
при первичной очистке					
т/сут	$Q_{\text{сп}}^{\text{II}}$	L1	$Q_{\text{сп}}^{\text{II}} = Q_{\text{сп}}^{\text{I}} K_7$	L1 = J5 * K7	4,73
м ³ /сут	$V_{\text{сп}}^{\text{II}}$	L2	$V_{\text{сп}}^{\text{II}} = V_{\text{сп}}^{\text{I}} K_7$	L2 = J6 * K7	11,8
при вторичной очистке					
т/сут	$Q_{\text{сп}}^{\text{B}}$	L3	$Q_{\text{сп}}^{\text{B}} = Q_{\text{сп}}^{\text{I}} K_8$	L3 = J5 * K8	0,69
м ³ /сут	$V_{\text{сп}}^{\text{B}}$	L4	$V_{\text{сп}}^{\text{B}} = V_{\text{сп}}^{\text{I}} K_8$	L4 = J6 * K8	1,71
Масса сорной примеси, т	$Q_{\text{сп}}^{\text{r}}$	J7	$Q_{\text{сп}}^{\text{r}} = Q_{\text{сп}}^{\text{II}} + Q_{\text{сп}}^{\text{B}}$	J7 = L1 + L3	5,42
Объем сорной примеси, м ³	$V_{\text{сп}}^{\text{r}}$	J8	$V_{\text{сп}}^{\text{r}} = V_{\text{сп}}^{\text{II}} + V_{\text{сп}}^{\text{B}}$	J8 = L2 + L4	13,51
Количество сырого сплава					
кг на 100 кг солода	Q'_c	M3	$Q'_c = Q_c K_1$	M3 = M1 * K1	1,53
л на 100 кг солода	V'_c	M4	$V'_c = V_c K_1$	M4 = M2 * K1	3,06
т/год	Q_c^{r}	M5	$Q_c^{\text{r}} = Q'_c K_2$	M5 = M3 * K2	306
м ³ /год	V_c^{r}	M6	$V_c^{\text{r}} = V'_c K_2$	M6 = M4 * K2	612

Показатели	Обозначение	Код программы	Формула для расчета	Алгоритм решения задач	Расчетное значение
т/сут	Q_c^{r}	M7	$Q_c^{\text{r}} = Q_c^{\text{r}} K_3$	M7 = M5 * K3	0,93
м ³ /сут	V_c^{r}	M8	$V_c^{\text{r}} = V_c^{\text{r}} K_3$	M8 = M6 * K3	1,85
Количество воздушно-сухого сплава					
кг на 100 кг солода	$Q'_{\text{всс}}$	N3	$Q'_{\text{всс}} = Q_{\text{всс}} K_1$	N3 = N1 * K1	1,25
л на 100 кг солода	$V'_{\text{всс}}$	N4	$V'_{\text{всс}} = V_{\text{всс}} K_1$	N4 = N2 * K1	3,11
т/год	$Q_{\text{всс}}^{\text{r}}$	N5	$Q_{\text{всс}}^{\text{r}} = Q'_{\text{всс}} K_2$	N5 = N3 * K2	250
м ³ /год	$V_{\text{всс}}^{\text{r}}$	N6	$V_{\text{всс}}^{\text{r}} = V'_{\text{всс}} K_2$	N6 = N4 * K2	622
т/сут	$Q_{\text{всс}}^{\text{r}}$	N7	$Q_{\text{всс}}^{\text{r}} = Q_{\text{всс}}^{\text{r}} K_3$	N7 = N5 * K3	0,76
м ³ /сут	$V_{\text{всс}}^{\text{r}}$	N8	$V_{\text{всс}}^{\text{r}} = V_{\text{всс}}^{\text{r}} K_3$	N8 = N6 * K3	1,88
Содержание ростков					
кг на 100 кг солода	Q'_p	P3	$Q'_p = Q_p K_1$	P3 = P1 * K1	4,76
л на 100 кг солода	V'_p	P4	$V'_p = V_p K_1$	P4 = P2 * K1	14,44
т/год	Q_p^{r}	P5	$Q_p^{\text{r}} = Q'_p K_2$	P5 = P3 * K2	952

Показатели	Обозначение	Код программы	Формула для расчета	Алгоритм решения задач	Расчетное значение
м ³ /год	V_p''	P6	$V_p'' = V_p K_2$	P6=P4*K2	2888
т/сут	Q_p'''	P7	$Q_p''' = Q_p'' K_3$	P7=P5*K3	2,88
м ³ /сут	V_p'''	P8	$V_p''' = V_p'' K_3$	P8=P6*K3	8,75
Отходы при полировке					
кг на 100 кг солода	$Q_{оп}'$	R3	$Q_{оп}' = Q_{оп} K_1$	R3=R1*K1	0,5
л на 100 кг солода	$V_{оп}'$	R4	$V_{оп}' = V_{оп} K_1$	R4=R2*K1	1,41
т/год	$Q_{оп}''$	R5	$Q_{оп}'' = Q_{оп}' K_2$	R5=R3*K2	100
м ³ /год	$V_{оп}''$	R6	$V_{оп}'' = V_{оп}' K_2$	R6=R4*K2	282
т/сут	$Q_{оп}'''$	R7	$Q_{оп}''' = Q_{оп}'' K_3$	R7=R5*K3	0,3
м ³ /сут	$V_{оп}'''$	R8	$V_{оп}''' = V_{оп}'' K_3$	R8=R6*K3	0,85

* — знак умножения.

Таблица 5. Сводная таблица расчета продуктов

Продукт	На 100 кг сортированного ячменя		На 100 кг солода		В сутки		В год	
	кг	л	кг	л	т	м ³	т	м ³
Ячмень сортированный	100,0	153,8	124,5	191,5	75,4	116,0	24900	38300
Ячмень товарный	113,9	180,8	141,8	225,1	590,7	937,8	28360	45020
Ячмень замоченный	148,45	224,9	184,8	280,0	112,0	169,7	36960	56000
Солод свежепоросший	137,6	352,8	171,3	439,2	103,7	266,2	34226	87840
Солод сушеный	78,72	154,35	98,0	192,2	59,4	116,5	19600	38440
Солод выдержанный	80,3	151,5	100,0	188,6	60,6	114,3	20000	37720
Ячмень III сорта	7,06	13,58	8,79	16,9	5,3	10,2	1758	3380
Зерновая примесь — всего	4,78	9,56	5,95	11,9	12,08	24,15	1190	2380
В том числе								
первичной очистки	1,91	3,82	2,39	4,78	9,91	19,82	476	952
вторичной очистки	2,87	5,74	3,59	7,17	2,17	4,33	714	1428
Сорная примесь — всего	1,82	4,55	2,27	5,66	5,42	13,51	454	1132
В том числе								
первичной очистки	0,91	2,275	1,14	2,83	4,73	11,80	227	566
вторичной очистки	0,91	2,275	1,14	2,83	0,69	1,71	227	566
Сплав								
сырой	1,23	2,46	1,53	3,06	0,93	1,85	306	612
воздушно-сухой	1,00	2,50	1,25	3,11	0,76	1,88	250	622
Ростки	3,82	11,60	4,76	14,44	2,88	8,75	952	2888
Отходы при полировке	0,40	1,14	0,50	1,41	0,30	0,85	100	282

Путем умножения полученных в результате расчета величин на коэффициент $K_1 = 124,5 : 100 = 1,245$ определяют количество продуктов на 100 кг готового солода. Затем рассчитывают годовое количество продуктов, а при определении суточного количества учитывают режим работы различных производственных подразделений. В табл. 4 приведен полный расчет продуктов для солодовенного завода мощностью 20 тыс. т готового солода в год на ЭВМ с использованием языка BAS IC.

Итогом расчета продуктов является сводная таблица продуктов (табл. 5), которая включает расход сырья, полупродуктов, выход готовой продукции и отходы в расчете на 100 кг очищенного ячменя, на 100 кг товарного солода, их годовое и суточное количество.

3.2. РАСЧЕТ ПРОДУКТОВ ПРОИЗВОДСТВА ПИВА

Определение количества продуктов производства пива состоит в расчете расхода сырья, количества промежуточных продуктов, готовой продукции и отходов производства.

Исходные данные для расчета продуктов включают: качественные показатели сырья, технологическую схему, ассортимент выпускаемой продукции, нормы потерь по стадиям производства и годовой выпуск пива.

Вначале выполняется расчет количества промежуточных продуктов, готового пива и отходов производства, получаемых из 100 кг зернового сырья. Полученные данные позволяют определить расход сырья, количество промежуточных продуктов и отходов на 1 дал и годовую выработку пива.

Качественные показатели сырья, используемого при производстве пива, определяются в задании на дипломное проектирование или принимаются в соответствии с нормами технологического проектирования (табл. 6).

Величины потерь по стадиям производства принимаются в расчете из табл. 7.

Рассмотрим расчет продуктов для проектируемого завода по выработке пива Жигулевского, Московского и Мартовского.

Таблица 6. Характеристика сырья, используемого в производстве пива

Сырье	Влажность, %	Экстрактивность, % на сухое вещество	Насыпная плотность, кг/м ³
Солод светлый	5,6 *	76 *	530
Солод темный	5	74	530
Солод карамельный	6	72	530
Ячмень товарный	15	75	630
Ячмень очищенный	14,5	76	650
Рисовая крупа (сечка)	15	85	700
Мука ячменная	15	72	400
Мука кукурузная	15	76	400
Сахар-песок	0,15	99,55	800
Хмель (прессованный, гранулированный, экстракт)	В соответствии с инструкцией ТИ 18-6-11—83 и РДМУ 18-6-16—83		

* Приведенные значения приняты с учетом поступления 40% солода I класса и 60% солода II класса.

Таблица 7. Потери при производстве пива

Потери	Жигулевское	Рижское	Столичное	Московское	Украинское	Мартовское	Ленинградское
В варочном цехе экстракта при затирании, % к массе сырья	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,7	2,8
В варочном цехе в солодовой, хмелевой дробине, на стадии осветления и охлаждения сусле, % к объему горячего сусле	6	6	6	6	6	6	6,5
В отделении главного брожения, % к объему холодного сусле	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,5
В отделениях дображивания и фильтрования, % к объему молодого пива	2,35	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	3
в том числе при фильтровании	1,55	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	2

Потери	Жигулевское	Рижское	Столичное	Московское	Украинское	Мартовское	Ленинградское
В отделении брожения и дображивания пива в ЦКБА, % к общему холодному суслу	4,65	4,65	4,65	4,65			
в том числе при фильтровании	1,55	1,55	1,55	1,55			
При розливе, % к объему фильтрованного пива							
в бутылки	2	2	2	2	2	2	2
в бочки	0,5						
при бестарной перевозке (с учетом налива в автотермоцистерны, транспортировки и передачи в торговую сеть)	0,33						
При розливе 70% Жигулевского пива в бутылки, 15% в бочки и 15% в пивовозы	1,51						
При пастеризации пива в бутылках, % к объему пива, подлежащего пастеризации	2	2	2	2	2	2	2

Определение выхода экстракта в варочном цехе из 100 кг зернового сырья. Жигулевское пиво готовится из 85% светлого солода и 15% ячменя. Следовательно, масса солода $Q' = 85$ кг, масса ячменя $Q'' = 15$ кг. Потери солода при полировке $\Pi_{\text{п}} = 0,5\%$ к массе, т. е.

$$O_{\text{п}} = Q' \frac{\Pi_{\text{п}}}{100} = 85 \frac{0,50}{100} = 0,43 \text{ кг.}$$

Количество полированного солода

$$Q_{\text{ис}} = Q' \frac{100 - \Pi_{\text{п}}}{100} = 85 \frac{100 - 0,5}{100} = 84,57 \text{ кг.}$$

При влажности солода $W' = 5,6\%$ и ячменя $W'' = 15\%$ количество сухих веществ:

в солоде

$$Q_{св}' = Q_{ис} \frac{100 - W'}{100} = 84,57 \frac{100 - 5,6}{100} = 79,83 \text{ кг};$$

в ячмене

$$Q_{св}'' = \frac{100 - W''}{100} = 15 \frac{100 - 15}{100} = 12,75 \text{ кг}.$$

Экстрактивность солода \mathcal{E}' принимается равной 76% и ячменя $\mathcal{E}'' = 75\%$ массы сухих веществ. Отсюда содержание экстрактивных веществ:

в солоде

$$Q_{эв}' = Q_{св}' \frac{\mathcal{E}'}{100} = 79,83 \frac{76}{100} = 60,67 \text{ кг};$$

в ячмене

$$Q_{эв}'' = Q_{св}'' \frac{\mathcal{E}''}{100} = 12,75 \frac{75}{100} = 9,56 \text{ кг}.$$

Общее количество сухих веществ

$$Q_{св} = Q_{св}' + Q_{св}'' = 79,83 + 12,75 = 92,58 \text{ кг},$$

экстрактивных веществ

$$Q_{эв} = Q_{эв}' + Q_{эв}'' = 60,67 + 9,56 = 70,23 \text{ кг}.$$

Потери экстракта в варочном цехе $\Pi_э$ равняются $2,6\%$ к массе зернопродуктов, или

$$Q_{пэ} = Q \frac{\Pi_э}{100} = 100 \frac{2,6}{100} = 2,6 \text{ кг}.$$

Следовательно, в сусло перейдет экстрактивных веществ

$$\mathcal{E}_с = Q_{эв} - Q_{пэ} = 70,23 - 2,6 = 67,63 \text{ кг}.$$

Московское пиво готовится из 80% светлого солода и 20% рисовой крупы, следовательно, в 100 кг исходных зернопродуктов содержится 80 кг светлого солода Q' и 20 кг рисовой крупы Q'' влажностью

$W''' = 15\%$ и экстрактивностью $\mathcal{E}''' = 85\%$ к массе сухих веществ. При полировке 80 кг солода потери

$$O_{\text{п}} = Q' \frac{W_{\text{п}}}{100} = 80 \frac{0,50}{100} = 0,40 \text{ кг,}$$

а количество полированного солода

$$Q_{\text{пс}} = Q_{\text{с}} \frac{100 - W_{\text{п}}}{100} = 80 \frac{100 - 0,50}{100} = 79,60 \text{ кг.}$$

Содержание сухих веществ:
в солоде

$$Q'_{\text{св}} = Q_{\text{пс}} \frac{100 - W'}{100} = 79,60 \frac{100 - 5,6}{100} = 75,14 \text{ кг;}$$

в рисовой крупе

$$Q''_{\text{св}} = Q''' \frac{100 - W'''}{100} = 20 \frac{100 - 15}{100} = 17 \text{ кг.}$$

Содержание экстрактивных веществ:
в солоде

$$Q'_{\text{эв}} = Q'_{\text{св}} \frac{\mathcal{E}'}{100} = 75,14 \frac{76}{100} = 57,10 \text{ кг;}$$

в рисовой крупе

$$Q''_{\text{эв}} = Q''_{\text{св}} \frac{\mathcal{E}'''}{100} = 17,00 \frac{85}{100} = 14,45 \text{ кг.}$$

Общее количество:
сухих веществ

$$Q_{\text{св}} = Q'_{\text{св}} + Q''_{\text{св}} = 75,14 + 17 = 92,14 \text{ кг;}$$

экстрактивных веществ

$$Q_{\text{эв}} = Q'_{\text{эв}} + Q''_{\text{эв}} = 57,10 + 14,45 = 71,55 \text{ кг.}$$

Потери экстракта в варочном цехе $P_{\text{э}} = 2,8\%$ к массе зернопродуктов, или

$$Q_{\text{пэ}} = Q \frac{P_{\text{э}}}{100} = 100 \frac{2,8}{100} = 2,8 \text{ кг.}$$

В сусло перейдет экстрактивных веществ

$$\mathcal{E}_{\text{с}} = Q_{\text{эв}} - Q_{\text{пэ}} = 71,55 - 2,8 = 68,75 \text{ кг.}$$

Мартовское пиво готовится из 50% светлого солода, 40% темного солода и 10% карамельного со-

лода. Следовательно, в 100 кг исходных зернопродуктов содержится (в кг): светлого солода $Q' = 50$, темного $Q'' = 40$, карамельного $Q''' = 10$.

Отходы при полировке:
светлого солода

$$O'_n = Q' \frac{P_n}{100} = 50 \frac{0,50}{100} = 0,25 \text{ кг};$$

темного солода

$$O''_n = Q'' \frac{P_n}{100} = 40 \frac{0,50}{100} = 0,20 \text{ кг}.$$

Таким образом, после полировки количество светлого солода

$$Q'_{nc} = Q' \frac{100 - P_n}{100} = 50 \frac{100 - 0,50}{100} = 49,75 \text{ кг},$$

темного солода

$$Q''_{nc} = Q'' \frac{100 - P_n}{100} = 40 \frac{100 - 0,50}{100} = 39,80 \text{ кг}.$$

Карамельный солод не полируется. Влажность темного солода $W'' = 5\%$, карамельного солода $W''' = 6\%$.

Масса сухих веществ:

в светлом солоде

$$Q'_{cb} = Q'_{nc} \frac{100 - W'}{100} = 49,75 \frac{100 - 5,6}{100} = 46,96 \text{ кг};$$

в темном солоде

$$Q''_{cb} = Q''_{nc} \frac{100 - W''}{100} = 39,80 \frac{100 - 5}{100} = 37,81 \text{ кг};$$

в карамельном солоде

$$Q'''_{cb} = Q''' \frac{100 - W'''}{100} = 10 \frac{100 - 6}{100} = 9,40 \text{ кг}.$$

Экстрактивность темного солода $\mathcal{E}'' = 74\%$, карамельного солода $\mathcal{E}''' = 72\%$.

Содержание экстрактивных веществ:

в светлом солоде

$$Q'_{zn} = Q'_{cb} \frac{\mathcal{E}'}{100} = 46,96 \frac{76}{100} = 35,69 \text{ кг};$$

$W''' = 15\%$ и экстрактивностью $\mathcal{E}''' = 85\%$ к массе сухих веществ. При полировке 80 кг солода потери

$$O_{\text{п}} = Q' \frac{П_{\text{п}}}{100} = 80 \frac{0,50}{100} = 0,40 \text{ кг,}$$

а количество полированного солода

$$Q_{\text{пс}} = Q_{\text{с}} \frac{100 - П_{\text{п}}}{100} = 80 \frac{100 - 0,50}{100} = 79,60 \text{ кг.}$$

Содержание сухих веществ:

в солоде

$$Q'_{\text{св}} = Q_{\text{пс}} \frac{100 - W'}{100} = 79,60 \frac{100 - 5,6}{100} = 75,14 \text{ кг;}$$

в рисовой крупе

$$Q''_{\text{св}} = Q''' \frac{100 - W'''}{100} = 20 \frac{100 - 15}{100} = 17 \text{ кг.}$$

Содержание экстрактивных веществ:

в солоде

$$Q'_{\text{эв}} = Q'_{\text{св}} \frac{\mathcal{E}'}{100} = 75,14 \frac{76}{100} = 57,10 \text{ кг;}$$

в рисовой крупе

$$Q''_{\text{эв}} = Q''_{\text{св}} \frac{\mathcal{E}'''}{100} = 17,00 \frac{85}{100} = 14,45 \text{ кг.}$$

Общее количество:

сухих веществ

$$Q_{\text{св}} = Q'_{\text{св}} + Q''_{\text{св}} = 75,14 + 17 = 92,14 \text{ кг;}$$

экстрактивных веществ

$$Q_{\text{эв}} = Q'_{\text{эв}} + Q''_{\text{эв}} = 57,10 + 14,45 = 71,55 \text{ кг.}$$

Потери экстракта в варочном цехе $П_{\text{э}} = 2,8\%$ к массе зернопродуктов, или

$$Q_{\text{пэ}} = Q \frac{П_{\text{э}}}{100} = 100 \frac{2,8}{100} = 2,8 \text{ кг.}$$

В сусло перейдет экстрактивных веществ

$$\mathcal{E}_{\text{с}} = Q_{\text{эв}} - Q_{\text{пэ}} = 71,55 - 2,8 = 68,75 \text{ кг.}$$

Мартовское пиво готовится из 50% светлого солода, 40% темного солода и 10% карамельного со-

лода. Следовательно, в 100 кг исходных зернопродуктов содержится (в кг): светлого солода $Q' = 50$, темного $Q'' = 40$, карамельного $Q''' = 10$.

Отходы при полировке:
светлого солода

$$O'_n = Q' \cdot \frac{\Pi_n}{100} = 50 \frac{0,50}{100} = 0,25 \text{ кг};$$

темного солода

$$O''_n = Q'' \cdot \frac{\Pi_n}{100} = 40 \frac{0,50}{100} = 0,20 \text{ кг}.$$

Таким образом, после полировки количество светлого солода

$$Q'_{nc} = Q' \frac{100 - \Pi_n}{100} = 50 \frac{100 - 0,50}{100} = 49,75 \text{ кг},$$

темного солода

$$Q''_{nc} = Q'' \frac{100 - \Pi_n}{100} = 40 \frac{100 - 0,50}{100} = 39,80 \text{ кг}.$$

Карамельный солод не полируется. Влажность темного солода $W'' = 5\%$, карамельного солода $W''' = 6\%$.

Масса сухих веществ:

в светлом солоде

$$Q'_{св} = Q'_{nc} \frac{100 - W'}{100} = 49,75 \frac{100 - 5,6}{100} = 46,96 \text{ кг};$$

в темном солоде

$$Q''_{св} = Q''_{nc} \frac{100 - W''}{100} = 39,80 \frac{100 - 5}{100} = 37,81 \text{ кг};$$

в карамельном солоде

$$Q'''_{св} = Q''' \frac{100 - W'''}{100} = 10 \frac{100 - 6}{100} = 9,40 \text{ кг}.$$

Экстрактивность темного солода $\mathcal{E}'' = 74\%$, карамельного солода $\mathcal{E}''' = 72\%$.

Содержание экстрактивных веществ:

в светлом солоде

$$Q'_{эв} = Q'_{св} \frac{\mathcal{E}'}{100} = 46,96 \frac{76}{100} = 35,69 \text{ кг};$$

в темном солоде

$$Q_{\text{ЭВ}}'''' = Q_{\text{СВ}}'''' \frac{\text{Э}''''}{100} = 37,81 \frac{74,0}{100} = 27,98 \text{ кг};$$

в карамельном солоде

$$Q_{\text{ЭВ}}'''''' = Q_{\text{СВ}}'''''' \frac{\text{Э}''''''}{100} = 9,40 \frac{72}{100} = 6,77 \text{ кг.}$$

Общее количество:
сухих веществ

$$Q_{\text{СВ}} = Q_{\text{СВ}}' + Q_{\text{СВ}}'''' + Q_{\text{СВ}}'''''' = 46,96 + 37,81 + 9,40 = 94,17 \text{ кг};$$

экстрактивных веществ

$$Q_{\text{ЭВ}} = Q_{\text{ЭВ}}' + Q_{\text{ЭВ}}'''' + Q_{\text{ЭВ}}'''''' = 35,69 + 27,98 + 6,77 = 70,44 \text{ кг.}$$

Потери экстракта в варочном цехе $P_{\text{э}} = 2,7\%$ к массе зернопродуктов, или

$$Q_{\text{Пэ}} = Q \frac{P_{\text{э}}}{100} = 100 \frac{2,7}{100} = 2,7 \text{ кг.}$$

Количество экстрактивных веществ, перешедших в сусло,

$$\text{Э}_c = Q_{\text{ЭВ}} - Q_{\text{Пэ}} = 70,40 - 2,7 = 67,70 \text{ кг.}$$

Полученные при расчете данные сведены в табл. 8, 9.

Определение количества промежуточных продуктов и готового пива. В горячее сусло в соответствии с расчетом переходит следующее количество экстрактивных веществ (в кг): для Жигулевского 67,63; Московского 68,75; Мартовского 67,70.

Масса сусла определяется отношением количества экстрактивных веществ к массовой доле сухих веществ в начальном сусле, деленной на 100. Массовая доля сухих веществ в начальном сусле (e) для Жигулевского пива 11%, плотность сусла при 20°C (d) равна 1,0442 кг/л, для Московского — соответственно 13 и 1,0526, для Мартовского — 14,5% и 1,0590 кг/л. Масса сусла

$$Q_c = \text{Э}_c \frac{100}{e};$$

объем сусла при 20°C

$$V_c = Q_c / d.$$

Таблица 8. Расчет количества экстрактивных веществ зернопродуктов

Показатели	Обозначение	Формула для расчета	Сусло						
			Жигулевское		Московское		Мартовское		
			светлый солод	ячмень	светлый солод	рисовая крупа	светлый солод	темный солод	карамельный солод
Расход сырья, кг	Q^i		85	15	80	20	50	40	10
Норма потерь при полировке, %	Π_{Π}		0,5	—	0,5	—	0,50	0,5	—
Отходы при полировке, кг	O_{Π}	$O_{\Pi} = Q \frac{\Pi_{\Pi}}{100}$	0,43	—	0,4	—	0,25	0,2	—
Масса полированного солода, кг	$Q_{\Pi\sigma}$	$Q_{\Pi\sigma} = \frac{100 - \Pi_{\Pi}}{100}$	84,57	—	79,6	—	49,75	39,8	—
Влажность, %	W^i		5,6	15	5,6	15	5,6	5	6
Масса сухих веществ, кг	Q_{CB}^i	$Q_{CB}^i = Q^i \times \frac{100 - W^i}{100}$	79,83	12,75	75,14	17	49,96	37,81	9,4
Экстрактивность, %	\mathcal{E}^i		76	75	76	85	76,0	74	72
Экстрактивность зернопродуктов, кг	$Q_{\mathcal{E}}^i$	$Q_{\mathcal{E}}^i = Q_{CB}^i \frac{\mathcal{E}^i}{100}$	60,67	9,56	57,1	14,45	35,69	27,98	6,77

Таблица 9. Расчет количества экстрактивных веществ, переходящих в сусло

Показатели	Обозначение	Формула для расчета	Жигулевское	Московское	Мартовское
Содержание сухих веществ в сырье, кг	Q_{CB}	$Q_{CB} = \sum Q_{CB}$	92,58	92,14	94,17
Количество экстрактивных веществ в сырье, кг	$Q_{\mathcal{E}}$	$Q_{\mathcal{E}} = \sum Q_{\mathcal{E}}^i$	70,23	71,55	70,44
Норма потерь экстракта в варочном цехе, % к массе затираемого сырья	$\Pi_{\mathcal{E}}$		2,6	2,8	2,7
Потери экстракта в варочном цехе, кг	$Q_{\Pi\mathcal{E}}$	$Q_{\Pi\mathcal{E}} = Q \frac{\Pi_{\mathcal{E}}}{100}$	2,6	2,8	2,7
Количество экстрактивных веществ, переходящих в сусло, кг	\mathcal{E}_{σ}	$\mathcal{E}_{\sigma} = Q_{\mathcal{E}} - Q_{\Pi\mathcal{E}}$	67,63	68,75	67,70

Таким образом,

$$\begin{aligned} \text{для Жигулевского } Q_c &= 67,63 \frac{100}{11} = 614,82 \text{ кг}; V_c = \\ &= \frac{614,82}{1,0442 \cdot 10} = 58,880 \text{ дал}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{для Московского } Q_c &= 68,75 \frac{100}{13} = 528,85 \text{ кг}; V_c = \\ &= \frac{528,85}{1,0526 \cdot 10} = 50,242 \text{ дал}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{для Мартовского } Q_c &= 67,70 \frac{100}{14,5} = 466,90 \text{ кг}; V_c = \\ &= \frac{466,90}{1,0590 \cdot 10} = 44,089 \text{ дал}. \end{aligned}$$

Коэффициент объемного расширения при нагревании сусла до 100°C равен 1,04. С учетом этого коэффициента объем горячего сусла $V_{гс}$ равен для пива:

$$\text{Жигулевского } 58,880 \cdot 1,04 = 61,235 \text{ дал};$$

$$\text{Московского } 50,242 \cdot 1,04 = 52,252 \text{ дал};$$

$$\text{Мартовского } 44,089 \cdot 1,04 = 45,853 \text{ дал}.$$

Потери сусла $P_{хд}$ в варочном цехе с солодовой и хмелевой дробиной, на стадии осветления и охлаждения сусла равны для Жигулевского, Московского и Мартовского пива 6% объема горячего сусла.

Объем холодного сусла

$$V_{хс} = V_{гс} \frac{100 - P_{хд}}{100}.$$

Таким образом:

$$\text{для Жигулевского } V_{хс} = 61,235 \frac{100 - 6}{100} = 57,561 \text{ дал};$$

$$\text{для Московского } V_{хс} = 52,252 \frac{100 - 6}{100} = 49,117 \text{ дал};$$

$$\text{для Мартовского } V_{хс} = 45,853 \frac{100 - 6}{100} = 43,102 \text{ дал}.$$

Количество нефильтрованного и фильтрованного пива зависит от способа сбраживания пивного сусла.

Ниже приводится расчет с использованием периодического способа сбраживания для всех сортов пива и сбраживания Жигулевского пива в ЦКБА.

1. *Сбраживание по периодической схеме.* Потери в отделении главного брожения P_6 принимаются равными 2,3% объема холодного сусла для Жигулевского, Московского и Мартовского пива.

Объем молодого пива

$$V_{\text{мп}} = V_{\text{хс}} \frac{100 - P_6}{100}.$$

Следовательно,
для Жигулевского

$$V_{\text{мп}} = 57,561 \frac{100 - 2,3}{100} = 56,237 \text{ дал};$$

для Московского

$$V_{\text{мп}} = 49,117 \frac{100 - 2,3}{100} = 47,987 \text{ дал};$$

для Мартовского

$$V_{\text{мп}} = 43,102 \frac{100 - 2,3}{100} = 42,111 \text{ дал.}$$

Потери в отделении дображивания и отделении фильтрования $P_{\text{дф}}$ для Жигулевского пива равны 2,35%, Московского 2,7, Мартовского 2,7% объема молодого пива, в том числе потери при фильтровании $P_{\text{ф}}$ Жигулевского пива достигают 1,55%. Московского и Мартовского по 1,7%. Следовательно, потери при дображивании $P_{\text{д}} = P_{\text{дф}} - P_{\text{ф}}$, т. е. для пива Жигулевского, Московского и Мартовского соответственно составляют 0,8; 1; 1%.

Объем нефильтрованного пива

$$V_{\text{нф}} = V_{\text{мп}} \frac{100 - P_{\text{д}}}{100}.$$

Следовательно,
для Жигулевского

$$V_{\text{нф}} = 56,237 \frac{100 - 0,8}{100} = 55,787 \text{ дал};$$

для Московского

$$V_{\text{нф}} = 47,987 \frac{100 - 1,0}{100} = 47,507 \text{ дал};$$

для Мартовского

$$V_{\text{нф}} = 42,111 \frac{100 - 1,0}{100} = 41,690 \text{ дал.}$$

Объем фильтрованного пива

$$V_{\text{фи}} = V_{\text{мп}} \frac{100 - P_{\text{дф}}}{100}.$$

Следовательно,
для Жигулевского

$$V_{\text{фи}} = 56,237 \frac{100 - 2,35}{100} = 54,915 \text{ дал};$$

для Московского

$$V_{\text{фи}} = 47,987 \frac{100 - 2,7}{100} = 46,691 \text{ дал};$$

для Мартовского

$$V_{\text{фи}} = 42,111 \frac{100 - 2,7}{100} = 40,974 \text{ дал}.$$

2. *Сбраживание Жигулевского пива в ЦКБА.* Потери в отделении брожения и дображивания пива в ЦКБА и отделении фильтрования $P_{\text{бф}}$ для сортов пива с массовой долей сухих веществ в начальном сусле 11, 12, 13% равны и составляют 4,65% объема холодного сусла, в том числе потери при фильтровании $P_{\text{ф}} = 1,55\%$. Потери при брожении и дображивании

$$P_{\text{б}} = P_{\text{бф}} - P_{\text{ф}} = 4,65 - 1,55 = 3,1\%.$$

Объем нефильтрованного пива

$$V_{\text{ни}} = V_{\text{хс}} \frac{100 - P_{\text{б}}}{100} = 57,561 \frac{100 - 3,1}{100} = 55,777 \text{ дал},$$

а объем фильтрованного пива

$$V_{\text{фи}} = V_{\text{хс}} \frac{100 - P_{\text{бф}}}{100} = 57,561 \frac{100 - 4,65}{100} = 54,884 \text{ дал}.$$

Потери говарного пива при розливе в бутылки равны 2%, в бочки 0,5, при бестарной перевозке (с учетом налива в автотермоцистерны, транспортировки и передачи в торговую сеть) 0,33% к объему фильтрованного пива. Предполагается, что 70% Жигулевского пива разливается в бутылки, 20% в бочки и 10% в пивовозы. Потери пива в среднем составят 1,53%, т. е.

$$\frac{2 \cdot 70 + 0,5 \cdot 20 + 0,33 \cdot 10}{100}$$

Количество товарного пива

$$V_{\text{тп}} = V_{\text{фп}} \frac{100 - \Pi_p^t}{100}.$$

Следовательно,
для Жигулевского

$$V_{\text{тп}} = 54,915 \frac{100 - 1,53}{100} = 54,075 \text{ дал};$$

для Московского

$$V_{\text{тп}} = 46,691 \frac{100 - 2}{100} = 45,757 \text{ дал};$$

для Мартовского

$$V_{\text{тп}} = 40,974 \frac{100 - 2}{100} = 40,155 \text{ дал}.$$

Общие видимые потери по жидкой фазе определяются по разности между объемом горячего сусла и товарного пива и составляют:

$$\text{для Жигулевского} \quad 61,235 - 54,075 = 7,160 \text{ дал};$$

$$\text{для Московского} \quad 52,252 - 45,757 = 6,495 \text{ дал};$$

$$\text{для Мартовского} \quad 45,853 - 40,155 = 5,698 \text{ дал}.$$

или по отношению к объему горячего сусла:

$$\text{для Жигулевского} \quad \frac{7,160}{61,235} 100 = 11,69;$$

$$\text{для Московского} \quad \frac{6,495}{52,252} 100 = 12,43;$$

$$\text{для Мартовского} \quad \frac{5,698}{45,853} 100 = 12,43.$$

Расчет количества промежуточных продуктов и готового пива можно выполнить при заполнении табл. 10.

Определение расхода хмеля, ферментных препаратов и молочной кислоты. Расход хмеля определяют одним из двух способов: по единым нормам без учета содержания в хмеле горьких веществ и по нормам, рассчитанным с учетом массовой доли в хмеле α -кислот и влаги.

Таблица 10. Расчет количества промежуточных продуктов и готового пива

Показатели	Обозначение	Формула для расчета	Жигулевское	Московское	Мартовское
Массовая доля сухих веществ в начальном сусле, %	e		11	13	14,5
Масса сусла, кг	Q_c	$Q_c = \mathcal{E}_c \frac{100}{e}$	614,82	528,85	466,90
Плотность сусла при 20°C, кг/л	d		1,0442	1,0526	1,0590
Объем сусла при 20°C, дал	V_c	$V_c = \frac{Q_c}{d \cdot 10}$	58,880	50,242	44,089
Коэффициент расширения сусла при его нагревании до 100°C	b		1,04	1,04	1,04
Объем горячего сусла, дал	$V_{гс}$	$V_{гс} = V_c b$	61,235	52,252	45,853
Потери сусла в варочном цехе с солодовой и хмелевой дробинкой на стадии осветления и охлаждения сусла, % к объему горячего сусла	$\Pi_{вц}$		6	6	6
Объем холодного сусла, дал	$V_{хс}$	$V_{хс} = V_{гс} \times \frac{100 - \Pi_{вц}}{100}$	57,561	49,117	43,102
Потери в отделении главного брожения, % к объему холодного сусла	Π_b		2,3	2,3	2,3
Объем молодого пива, дал	$V_{мп}$	$V_{мп} = V_{хс} \times \frac{100 - \Pi_b}{100}$	56,237	47,987	42,111
Потери в отделении дображивания и отделении фильтрования, % к объему молодого пива	$\Pi_{дф}$		2,35	2,7	2,7
Потери при дображивании, % к объему молодого пива	$\Pi_{д}$		0,8	1	1

Показатели	Обозначение	Формула для расчета	Жигулевское	Московское	Мартовское
Объем нефильтрованного пива, дал	$V_{нф}$	$V_{нф} = V_{мп} \times \frac{100 - \Pi_{\lambda}}{100}$	55,787	47,507	41,690
Объем фильтрованного пива, дал	$V_{фп}$	$V_{фп} = V_{мп} \times \frac{100 - \Pi_{\lambda ф}}{100}$	54,915	46,691	40,974
Потери пива при розливе, % к объему фильтрованного пива					
в бутылки	Π'_p		2	2	2
в бочки	Π''_p		0,5		
в пивовозы	Π'''_p		0,33		
Объем товарного пива, дал	$V_{тп}$	$V_{тп} = V_{фп} \times \frac{100 - \Pi'_p}{100}$	54,075	45,757	40,155

При расчете по единым нормам расход хмеля на 1 дал готового пива (табл. 11) умножают на количество пива, получаемого из 100 кг сырья:

$$Q_x = \frac{V_{тп} H_x}{1000}.$$

Таблица 11. Единые нормы расхода хмеля и горьких веществ

Сорт пива	Массовая доля сухих веществ в начальном сусле, %	Расход хмеля (H_x), г/дал готового пива	Расход горьких веществ (Γ_c), г/дал горячего сусла
-----------	--	---	---

Светлое пиво

Жигулевское	11	22	0,62
Рижское	12	30	0,99
Столичное	12	30	0,99
Московское	13	36	1,20
Ленинградское	20	45	1,49

Темное пиво

Украинское	13	20	0,57
Мартовское	14,5	22	0,62

Норма расхода хмеля H_x на 1 дал Жигулевского пива равна 22 г, Московского 36, Мартовского 22 г. Следовательно, расход хмеля:

$$\text{для Жигулевского} \quad Q_x = \frac{54,075 \cdot 22}{1000} = 1,19 \text{ кг};$$

$$\text{для Московского} \quad Q_x = \frac{45,757 \cdot 36}{1000} = 1,65 \text{ кг};$$

$$\text{для Мартовского} \quad Q_x = \frac{40,155 \cdot 22}{1000} = 0,88 \text{ кг}.$$

Второй способ расчета применяют, если показатели хмеля отличаются от базисных: массовая доля α -кислот составляет 3,5% на сухое вещество, массовая доля влаги 13%. Количество хмеля в зависимости от содержания в нем α -кислот определяют в конце расчета продуктов после вычисления потерь по жидкой фазе.

В табл. 11 приведены нормы горьких веществ (G_c) на 1 дал горячего суслу, пользуясь которыми рассчитывают норму расхода воздушно-сухого хмеля на 1 дал пива по формуле

$$H_i = \frac{G_{ci} \cdot 10^6}{(\alpha + 1)(100 - W)(100 - P)},$$

где G_{ci} — норма горьких веществ на 1 дал горячего суслу i -го сорта пива, г/дал; α — массовая доля α -кислот, % к массе сухих веществ; 1 — величина горечи β -фракции в хмеле, % к массе сухих веществ; W — массовая доля влаги в хмеле, % на сухое вещество; P — потери по жидкой фазе для i -го сорта пива, %.

Количество ферментных препаратов зависит от степени их очистки, активности и доли несоло-

Таблица 12. Расход ферментного препарата, % к массе сырья

Масса ячменя, % к массе сырья (солод+ячмень)	Амилоризин Пх	Цитороземин Пх	Амилосубти- лин Г10х	МЭК ПП-1
20	0,10	0,17	0,005	0,02
25	0,20	0,29	0,008	0,004
30	0,30	0,40	0,01	0,005
35	0,45	0,65	0,016	0,010
40	0,60	0,85	0,02	0,015
45	0,80	1,00	0,025	0,020
50	1,00	1,2	0,03	0,025

женого сырья. В соответствии с технологической инструкцией по производству солода и пива осуществляется расчет потребного количества ферментных препаратов со стандартной активностью или МЭК (табл. 12).

Молочная кислота 100%-ной концентрации используется для подкисления затора в количестве 0,08 кг на 100 кг сырья.

Определение количества отходов. Количество дробины солодовой и хмелевой, шлама сепараторного в расчете на 100 кг зернопродуктов берется из табл. 13.

При брожении сусла по периодической схеме получается 0,8 л избыточных дрожжей влажностью 88% на 10 дал сброживаемого сусла, а при брожении и дображивании в ЦКБА — 2 л. Исходя из этого, количество избыточных дрожжей на 100 кг сырья для Жигулевского пива по периодической схеме составит 4,60 л, т. е. $57,561 \cdot 0,8/10$, в ЦКБА — 11,51 л ($57,561 \cdot 2/10$); для Московского 3,93 л ($49,117 \cdot 0,8/10$); для Мартовского 3,45 л ($43,102 \cdot 0,8/10$).

На 1 дал готового пива при главном брожении выделяется 150 г диоксида углерода, который может утилизироваться. Годовое количество CO_2 .

$$Q_{\text{CO}_2} = 0,15V_{\text{тп}}^{\text{год}},$$

где $V_{\text{тп}}^{\text{год}}$ — объем товарного пива за год.

Исправимый брак пива из цеха розлива составляет 2% по всем сортам пива. Его объем за год

$$V_{\text{иб}} = 0,02V_{\text{тп}}^{\text{год}}.$$

В табл. 14 приводятся данные, полученные при расчете на 100 кг зернового сырья.

При расчете на 1 дал пива количество каждого продукта делят на количество товарного пива, которое получается из 100 кг зернового сырья. Например, объем холодного сусла для Жигулевского пива составит 1,064 дал ($57,561 : 54,075$). Умножая количество продуктов, необходимых для получения 1 дал пива, на его годовой выпуск, получают годовое количество сырья, промежуточных продуктов и отходов.

88 Таблица 13. Нормы отходов при производстве пива

Отходы	Единица измерения	Жигулевское	Рижское	Московское	Украинское	Мартовское	Ленинградское
Дробина солодовая, W=88%	кг на 100 кг зернопродуктов	201,4	204,9	189,2	214,5	210,8	197,2
Дробина хмелевая, W=85%	То же	4,9	6,0	6,6	3,7	3,5	5,1
Шлам сепараторный, W=80%	»	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
Дрожжи избыточные, W=88%	л на 10 дал сбраживаемого сусла						
периодическая схема брожения в ЦКБА		0,8 (0,5—1,0) 2,0 (1,5—2,5)	0,8 (0,5—1,0) 2,0 (1,5—2,5)	0,8 (0,5—1,0) 2,0 (1,5—2,5)	0,8 (0,5—1,0)	0,8 (0,5—1,0)	0,8 (0,5—1,0)
Диоксид углерода	г на 1 дал готового пива	150	150	150	150	150	150
Исправимый брак пива из цеха розлива	%	2	2	2	2	2	2
Сухие кормовые дрожжи, W=9%	кг на 10 дал пива	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Кизельгуровый осадок	То же	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

Примечание. Потери солода при полировке составляют 0,5% к массе солода, поступающего на полировку.

Таблица 14. Нормы расхода сырья и продуктов

Сырье и продукты	Жигулевское			Московское			Мартовское			На годовую выработку пива
	на 100 кг зернового сырья	на 1 дал	на ... млн. дал	на 100 кг зернового сырья	на 1 дал	на ... млн. дал	на 100 кг зернового сырья	на 1 дал	на ... млн. дал.	
<i>Зерновое сырье, кг</i>										
Солод светлый	85	1,57		80	1,75		50	1,25		
Солод темный							40	1,00		
Солод карамельный							10	0,25		
Ячмень	15	0,27		20	0,44					
Рисовая сечка										
Всего	100	1,84		100	2,19		100	2,50		
<i>Другие виды сырья, кг</i>										
Хмель	1,19	0,022		1,65	0,036		0,88	0,022		
Ферментный препарат										
Молочная кислота (100%-ная)										
<i>Промежуточные продукты и товарное пиво, дал</i>										
Сусло горячее	61,235	1,132		52,252	1,142		45,853	1,142		
Сусло холодное	57,561	1,064		49,117	1,073		43,102	1,073		
Пиво молодое	56,237	1,040		47,987	1,049		42,111	1,049		
Пиво нефильтованное	55,787	1,032		47,507	1,038		41,690	1,038		
Пиво фильтрованное	54,915	1,016		46,691	1,020		40,974	1,020		
Дрожжи семенные, л		0,053			0,054			0,054		
Пиво товарное	54,075	1,000		45,757	1,000		40,155	1,000		
<i>Отходы, кг</i>										
Дробина солодовая	201,4	3,72		189,2	4,13		210,8	5,25		
Дробина хмелевая	4,9	0,091		6,6	0,144		3,5	0,087		
Шлам сепараторный	1,75	0,032		1,75	0,038		1,75	0,044		
Дрожжи избыточные, л		0,085			0,086			0,086		
Диоксид углерода		0,15			0,15			0,15		
Отходы при полировке	0,43	0,0080		0,40	0,0087		0,45	0,0112		
Исправимый брак пива, л		0,2			0,2			0,2		

3.3. РАСЧЕТ ТАРЫ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СОЛОДА И ПИВА

Новые бутылки поступают на завод на возмещение боя в производстве. Суммарные потери зависят от способа хранения бутылок и используемого в производстве оборудования.

Ниже приведены нормативы потерь стеклянных бутылок на пивоваренных заводах.

<i>Потери на складах тары, % к количеству принятых бутылок плюс отпущенных, деленному на два</i>	
Хранение бутылок всех типов и вместимостей на пристанционных складах, базах предприятий, включая приемку, штабелирование, расштабелирование и отпуск в таре (обычных ящиках и ящиках из сетки металлической)	0,06
в связках	0,3
в мешках, кулях, лотках, контейнерах	0,2
Обработка бутылок типа X в тарных цехах, включая сортирование, бракераж, внутриваровое перемещение, выемку ¹ из ящиков и отпуск	0,45
<i>Потери в производстве, % к количеству бутылок, поступивших в производство</i>	
Мойка бутылок типа X (0,5 и 0,33 л), розлив, включая укупорку, оформление, укладку в ящики и передачу в цех готовой продукции	2
Бутылочная пастеризация	2
Предварительная мойка сильно загрязненных бутылок типа X	1,5
<i>Потери в цехах готовой продукции, % к количеству принятых бутылок плюс отпущенных, деленному на два</i>	
Внутрискладская транспортировка, хранение и погрузка в автомашины или железнодорожные вагоны	0,09
Упаковка в закрытые деревянные ящики	0,04
Упаковка в картонные ящики	0,015
<i>Надбавки к нормативам потерь (боя), % к количеству бутылок, поступивших в производство</i>	
Механизованная укладка продукции в ящики на автоматах импортных	0,1
отечественных	0,15
Механизованное пакетирование ²	0,03
Склад готовой продукции на предприятиях Крайнего Севера и в районах, приравненных к нему	0,004

¹ При выемке бутылок из ящиков и контейнеров в цехе розлива нормы снижаются на 0,18%.

² Нормы потерь (боя) при пакетировании готовой продукции на импортном оборудовании составляют 0,05%.

Таблица 15. Расход вспомогательных материалов на производство солода

Операция	Материал	Единица измерения	Норма
Дезинфекция при мойке ячменя	Гашеная известь	г на 100 кг сортированного ячменя	150—300
	Хлорная известь		30
	Перманганат калия		4,6
Дезинфекция солодорастильных ящиков	Формалин	мл/м ³ воды	300—500
	Хлорная известь	г на 100 кг сортированного ячменя	8—10

Таблица 16. Расход вспомогательных материалов на производство пива

Операция	Материал	Единица измерения	Норма
Фильтрация пива	Картон опорный	г/дал	1,4
	Картон осветляющий	г/дал	0,8
	Кизельгур (диатомит)	г/дал	25
Подкисление затора	Кислота молочная, пищевая	кг на 100 кг сырья	0,08
Укупорка бутылок с пивом	Кроненпробка	% к количеству бутылок готовой продукции	104,5
Этикетировка бутылочной продукции	Этикетки	шт./дал для бутылок на 0,5 л	20,9
		шт./дал для бутылок на 0,33 л	30,9
Этикетировка бочковой продукции		шт./гл	2
Наклейка этикеток	Декстрин	г/дал	5,5
		Ферментный препарат МЭК	г/т
Приготовление затора (несоложеного сырья 25%)			
Дезинфекция оборудования и коммуникаций (приготовление антиформина) помещений	Известь хлорная	кг/тыс. дал	1,6
		кг/м ² площади в год	0,5
территории (особо загрязненных мест)		кг/м ² площади в год	18

Операция	Материал	Единица измерения	Норма
Приготовление антиформина для снятия пивного камня, мойки сепараторов и т. д.	Сода каустическая	кг/тыс. дал пива	1,7
Мойка стеклотары	То же	кг/млн. бутылок	1100
Мойка стеклотары	Сульфанол НП-3 40%-ный	кг/млн. дал	225
	То же в сочетании с антивспенивателем — ацетилованным моноглицеридом АМГ-100	кг/млн. дал	11
Приготовление раствора антиформина	Сода кальцинированная техническая	кг/тыс. дал	3,6
Укупорка бочек с пивом	Шкранты для бочек	% к числу бочек	105
Приготовление покрытий емкостей для главного брожения и дображивания	Эпросин	кг/м ² поверхности емкостей	0,8
	Лак ХС-76	То же	0,3
	Лак ВХЛ-4000	»	0,15
	Грунт ХС-0,4	»	0,5
	Белая эмаль	»	
	ХСЭ-А для поверхностей металлических бетонных		0,8
	Антимикробное фильтровальное иглопробивное полотно		1
Очистка воздуха	Антимикробное фильтровальное иглопробивное полотно	м ³ /млн. дал	1,2— 1,3

Количество оборотных бутылок рассчитывается с учетом 40 оборотов бутылок в год.

Годовое количество ящиков численно равно годовому выпуску бутылочного пива в декалитрах. Из них ремонту подлежат 10%. Потребность в оборотных ящиках определяется из условия 40 оборотов в год.

Расчет количества бочек производится исходя из годового количества бочкового пива и вместимости бочек. В расчете принимается количество оборотных бочек 90%, оборотов в год 40.

Для расчета расхода вспомогательных материалов при производстве солода и пива воспользуемся нормативными данными табл. 15, 16.

3.4. РАСЧЕТ ПРОДУКТОВ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ, ТАРЫ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Производственная мощность завода (цеха) безалкогольных напитков определяется в декалитрах готовой продукции, выпускаемой в заданном ассортименте в течение календарного года отдельно по безалкогольным напиткам и квасу.

Таблица 17. Режим работы безалкогольного завода

Вид производства	Число смен в сутки		Число дней работы	
	летом	зимой	в месяц	в год
Безалкогольные газированные напитки, Московский и Русский квас	2	1	21	238 (или 323 смены)
Хлебный квас	2	—	25	100 (или 175 смен)
Товарные сиропы	1	1	21	238

Мощность завода (цеха), сезонность его работы, ассортимент выпускаемой продукции и виды ее фасовки, точка строительства определяются заданием на дипломное проектирование. Данные о режиме работы завода безалкогольных напитков приведены в табл. 17.

Расчет выпуска продукции в ассортименте

Зная ассортимент выпускаемой продукции и режим работы завода, определяют выпуск продукции в ассортименте в год, месяц, сутки, смену, сводя данные в табл. 18.

Таблица 18. Сводная таблица выпуска продукции в ассортименте

Выпуск продукции	Обозначение	Формула для расчета	Наименование ассортимента				Итого
			1	2	3	4	
Годовой	Г	$G_1 = \frac{Gk^*}{100}$	G ₁	G ₂	G ₃	G ₄	G

Выпуск продукции	Обозначение	Формула для расчета	Наименование ассортимента				Итого
			1	2	3	4	
Суточный	C	$C = \frac{\Gamma}{\tau_{\Gamma}}$	C_1	C_2	C_3	C_4	C
Сменный	$C_{см}$	$C_{см} = \frac{\Gamma}{\tau_{см}}$	$C_{см1}$	$C_{см2}$	$C_{см3}$	$C_{см4}$	$C_{см}$
Месячный	M	$M = \frac{\Gamma \tau_{\Gamma}}{\tau_{\Gamma}}$	M_1	M_2	M_3	M_4	M

Примечание. k^* — выпуск продукции данного ассортимента, %; τ_{Γ} , τ_{Γ} — число дней работы в год, месяц; $\tau_{см}$ — число смен работы в год.

Расчет расхода сырья на 100 дал напитка с учетом потерь

Расход сырья на 100 дал готового напитка рассчитывается с учетом содержания сухих веществ в сырье, содержания сырья в готовом напитке, прироста сухих веществ за счет инверсии сахарозы и фактических потерь сухих веществ (в %): безалкогольные газированные напитки 4,35; сиропы товарные 2,8.

Приготовление купажного сиропа холодным способом. Расчет расхода сахара (в кг в пересчете на сухое вещество) осуществляется по формуле

$$Q_c = Q_p \cdot 100 / (100 - p),$$

где Q_p — содержание сухих веществ в 100 дал готового напитка по рецептуре, вносимое с сахаром, кг; p — фактические потери сухих веществ, % ($p = 4,35$).

Расход товарного сахара (в кг на 100 дал напитка) определяется по формуле

$$Q_T = Q_c \cdot 100 / (100 - W),$$

где W — влажность сахара, %.

Расход лимонной кислоты на производство 100 дал напитка состоит из количества кислоты, используемой для инверсии сахарозы, и количества кислоты, вносимой в купажный сироп.

Расход лимонной кислоты на инверсию сахарозы (в кг)

$$L_{\tau 1} = Q_{\tau} k / 100,$$

где k — расход лимонной кислоты на инверсию 100 кг сахара ($k = 0,75$ кг).

Расход лимонной кислоты (в кг) в пересчете на сухое вещество

$$L_{CB1} = L_{\tau 1} B / 100,$$

где B — содержание сухих веществ в лимонной кислоте, %.

Расчет лимонной кислоты с учетом потерь p :

$$L_{CB2} = L_{CB1} \cdot 100 / (100 - p) \text{ и } L_{\tau 2} = L_{CB2} \cdot 100 / B,$$

где $L_{\tau 2}$ — расход лимонной кислоты на инверсию, кг.

Расход товарной лимонной кислоты, вносимой в купажный сироп, без учета потерь (в кг)

$$L_{\text{куп. } \tau 1} = L_p - L_{\tau 1},$$

где L_p — расход товарной лимонной кислоты по рецептуре, кг.

Расход лимонной кислоты, вносимой в купажный сироп, без учета потерь (в кг)

$$L_{\text{куп. CB1}} = L_{\text{куп. } \tau 1} B / 100.$$

Расход лимонной кислоты, вносимой в купажный сироп, с учетом потерь (в кг в пересчете на сухое вещество на производство 100 дал напитка):

$$L_{\text{куп. CB2}} = L_{\text{куп. CB1}} \cdot 100 / [100 - (p - p_1)] \text{ и}$$

$$L_{\text{куп. } \tau 2} = L_{\text{куп. CB2}} \cdot 100 / B,$$

где $L_{\text{куп. } \tau 2}$ — расход лимонной кислоты на производство 100 дал напитка, вносимой в купажный сироп, с учетом потерь, кг; p_1 — потеря сухих веществ на стадии варки сахарного сиропа, % ($p_1 = 1$).

Общий расход кислоты с учетом потерь составит: в пересчете на сухое вещество

$$L_{CB} = L_{CB2} + L_{\text{куп. CB2}};$$

в натуральной массе

$$L_{\tau} = L_{\tau 2} + L_{\text{куп. } \tau 2}.$$

Расход настоя на приготовление 100 дал готового напитка с учетом потерь (в л)

$$H = H_p \cdot 100 / [100 - (p - p_1)],$$

где H_p — норма расхода настоя на приготовление 100 дал готового напитка по рецептуре, л.

Расход колера на приготовление 100 дал готового напитка в пересчете на сухие вещества (в кг)

$$\mathcal{E}_{CB} = \mathcal{E}_p \cdot 100 / [100 - (p - p_1)],$$

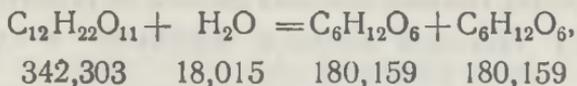
где \mathcal{E}_p — содержание сухих веществ в 100 дал готового напитка по рецептуре, кг.

Расход колера в натуральной массе

$$\mathcal{E}_n = \mathcal{E}_{CB} \cdot 100 / B_1,$$

где B_1 — содержание сухих веществ в колере, %.

Расчет прироста сухих веществ за счет инверсии сахарозы осуществляется в следующем порядке. Теоретически при 100%-ной инверсии из 100 г чистой сахарозы получается 105,26 г инвертного сахара, т. е. если записать так:



то получим $\frac{180,159 + 180,159}{342,303} = 105,26$ г.

При 45%-ной инверсии сахарозы прирост сухих веществ составит 2,36%, т. е. $5,26 \cdot 0,45$. При 30%-ной инверсии сахарозы прирост сухих веществ составит 1,58%, т. е. $5,26 \cdot 0,3$. Следовательно, из 100 кг сухих веществ сахарозы при 100%-ной инверсии дополнительно образуется 5,26 кг инвертного сахара, при 45%-ной инверсии — 2,36, при 30%-ной — 1,58 кг.

Прирост сухих веществ за счет инверсии сахарозы (в кг)

$$I_{CB} = Q_c k / 100,$$

где k — прирост сухих веществ на 100 кг сухих веществ сахара.

Потери от прироста сухих веществ за счет инверсии сахарозы (в кг)

$$I_n = I_{CB} p / 100.$$

Пример. Рассчитать расход сырья на 100 дал напитка «Саяны-тонизирующий», если фактические потери сухих веществ $p = 4,35\%$.

Таблица 19. Рецепттура на 100 дал готового напитка

Сырье	Расход сырья, кг	Содержание сухих веществ в сырье	
		%	кг
Сахар	92,29	99,85	92,15
Кислота лимонная	1,408	90,97	1,28
Настой лимонный	6,27 л		
Экстракт левзеи	0,58 л		
Колер	0,96	70	0,67
Диоксид углерода	4,0		
Итого			94,1
Прирост сухих веществ за счет 45%-ной инверсии сахарозы			2,17
Всего сухих веществ в 100 дал готового напитка			96,27

в том числе при варке сахарного сиропа $p_1 = 1\%$, при купажировании $p_2 = 1\%$, при розливе $p_3 = 2,35\%$. Данные для расчета приведены в табл. 19.

Расход сахара:

$$Q_c = 92,15 \cdot 100 / (100 - 4,35) = 96,341 \text{ кг};$$

$$Q_T = 96,341 \cdot 100 / (100 - 0,15) = 96,486 \text{ кг}.$$

Расход лимонной кислоты на инверсию сахарозы:

$$L_{T1} = 96,486 \cdot 0,75 / 100 = 0,724 \text{ кг};$$

$$L_{CB1} = 0,724 \cdot 90,97 / 100 = 0,659 \text{ кг};$$

$$L_{CB2} = 0,659 \cdot 100 / (100 - 4,35) = 0,689 \text{ кг};$$

$$L_{T2} = 0,689 \cdot 100 / 90,97 = 0,757 \text{ кг}.$$

Расход лимонной кислоты для внесения в купажный сироп:

$$L_{\text{куп. T1}} = 1,408 - 0,724 = 0,684 \text{ кг};$$

$$L_{\text{куп. CB1}} = 0,684 \cdot 90,97 / 100 = 0,621 \text{ кг};$$

$$L_{\text{куп. CB2}} = 0,621 \cdot 100 / (100 - 3,35) = 0,643 \text{ кг};$$

$$L_{\text{куп. T2}} = 0,643 \cdot 100 / 90,97 = 0,707 \text{ кг}.$$

Общий расход кислоты с учетом потерь:

$$L_{CB} = 0,689 + 0,643 = 1,332 \text{ кг};$$

$$L_T = 0,757 + 0,707 = 1,464 \text{ кг}.$$

Расход настоя лимонного:

$$H = 6,27 \cdot 100 / [100 - (4,35 - 1)] = 6,487 \text{ л.}$$

Расход экстракта левзеи:

$$H = 0,58 \cdot 100 / [100 - (4,35 - 1)] = 0,600 \text{ л.}$$

Расход колера:

$$Э_{СВ} = 0,67 \cdot 100 / [100 - (4,35 - 1)] = 0,693 \text{ кг;}$$

$$Э_{н} = 0,693 \cdot 100 / 70 = 0,99 \text{ кг.}$$

Прирост сухих веществ за счет 45%-ной инверсии сахарозы:

$$И_{СВ} = 96,341 \cdot 2,36 / 100 = 2,274 \text{ кг;}$$

$$И_{п} = 2,274 \cdot 4,35 / 100 = 0,099 \text{ кг.}$$

В табл. 20 сведены результаты расчета.

Т а б л и ц а 20. Расход сырья на 100 дал напитка «Саяны-тонирующий» с учетом потерь

Сырье	Расход сырья, кг	Содержание сухих веществ в сырье		Потери	
		%	кг	кг	%
Сахар	96,486	99,85	96,341	4,191	4,35
Кислота лимонная *	1,464	90,97	0,689	0,030	4,35
			0,643	0,022	3,35
Настой лимонный	6,487 л	—	—	—	—
Экстракт левзеи	0,600 л	—	—	—	—
Колер	0,99	70	0,693	0,023	3,35
Диоксид углерода	20	—	—	—	—
Прирост сухих веществ за счет 45%-ной инвер- сии сахарозы		100	2,274	0,099	4,35
Итого			100,64	4,365	
Всего сухих веществ в 100 дал готового напитка					96,275

* Цифра в числителе означает расход на инверсию сахарозы, в знаменателе — в купажный сироп.

Приготовление купажного сиропа полугорячим способом. Расход сахара на производство 100 дал готового напитка определяют так же, как и расход сахара на напитки, купажные сиропы для которых готовят холодным способом.

Расход сока на приготовление 100 дал напитка рассчитывают как сумму расхода части сока, которая вносится в сироповарочный котел для совместного уваривания с сахаром, учитывая потери сухих веществ (p), и расхода части сока, которая вносится в купажный сироп, с учетом потерь сухих веществ ($p-p_1$).

На варку сахарного сиропа расходуется 50% сока. Расход сока, который вносится в сироповарочный котел (в кг в пересчете на сухие вещества),

$$C_{CB1} = C_p B_c \cdot 100/2 (100 - p),$$

где C_p — содержание сока в 100 дал готового напитка по рецептуре, л; B_c — содержание сухих веществ в 1 л сока, кг; p — фактические потери сухих веществ, % ($p=4,35$).

Расход сока, вносимого в сироповарочный котел (в л),

$$C_{T1} = C_{CB1} / B_c.$$

Расход сока, который вносится в купажный сироп, с учетом потерь сухих веществ (в кг)

$$C_{CB2} = C_p B_c \cdot 100/2 [100 - (p - p_1)],$$

где p_1 — потери сухих веществ при варке сахарного сиропа, % ($p_1=1$).

Расход сока, вносимого в купажный сироп (в л)

$$C_{T2} = C_{CB2} / B_c.$$

Расход сока с учетом потерь (в л)

$$C_T = C_{T1} + C_{T2}.$$

Содержание лимонной кислоты в 100 дал готового напитка с учетом потерь сухих веществ (в кг)

$$L_{CB} = K \cdot 0,064 \cdot 10 \cdot 100 / [100 - (p - p_1)],$$

где K — кислотность напитка, мл; 0,064 — количество лимонной кислоты, эквивалентное 1 мл 1 М раствора NaOH, г; p — фактические потери сухих веществ, %; p_1 — потери сухих веществ при варке сахарного сиропа, %.

Количество лимонной кислоты, вносимое с соком (в кг),

$$L_c = k C_T \cdot 1000/100,$$

где k — содержание лимонной кислоты в 100 мл сока, кг; C_T — расход сока на приготовление 100 дал напитка, л.

Количество кислоты, которое необходимо внести в купажный сироп с учетом кислотности сока (в кг в пересчете на сухие вещества)

$$L = L_{\text{св}} - L_{\text{с}}$$

Количество лимонной кислоты, которое необходимо внести в купажный сироп в натуральной массе (в кг),

$$L_{\text{т}} = L \cdot 100 / B.$$

Расход колера на производство 100 дал готового напитка, купажный сироп для которого готовят полугорячим способом, определяют так же, как и для напитков, купажные сиропы для которых готовят холодным способом.

Прирост сухих веществ за счет инверсии сахарозы при приготовлении купажного сиропа горячим и полугорячим способами рассчитывают с учетом 30%-ной инверсии сахарозы.

Пример. Рассчитать расход сырья на 100 дал напитка «Вишня», если фактические потери сухих веществ $p = 4,35\%$, из них потери при варке сахарного сиропа $p_1 = 1\%$, при купажировании $p_2 = 1\%$, при розливе $p_3 = 2,35\%$.

В табл. 21 приведены необходимые для расчета данные.

Таблица 21. Рецепт на 100 дал готового напитка «Вишня»

Сырье	Расход сырья, кг	Содержание сухих веществ в сырье	
		%	кг
Сахар	66,15	99,85	66,05
Сок вишневый	95,53 л	11,4 г/100 мл	10,89
Кислота лимонная	1,408— <i>a</i> *	90,97	0,13
Колер	0,067	70	0,047
Диоксид углерода	4,0		
Итого			77,11
Прирост сухих веществ за счет 30%-ной инверсии сахарозы			1,04
Всего сухих веществ в 100 дал готового напитка			78,15

* *a* — количество кислоты, вносимой с соком.

Расход сахара:

$$Q_c = 66,05 \cdot 100 / (100 - 4,35) = 69,053 \text{ кг};$$

$$Q_r = 69,053 \cdot 100 / (100 - 0,15) = 69,157 \text{ кг}.$$

Расход сока вишневого:

$$C_{CB1} = 95,53 \cdot 0,114 \cdot 100 / 2 (100 - 4,35) = 5,692 \text{ кг};$$

$$C_{r1} = 5,692 / 0,114 = 49,935 \text{ л};$$

$$C_{CB2} = 95,53 \cdot 0,114 \cdot 100 / 2 [100 - (4,35 - 1)] = 5,633 \text{ кг};$$

$$C_{r2} = 5,633 / 0,114 = 49,412 \text{ л}.$$

Расход сока с учетом потерь:

$$C_r = 49,935 + 49,412 = 99,347 \text{ л};$$

$$C_{CB} = 99,347 \cdot 0,114 = 11,325 \text{ кг}.$$

Расход кислоты лимонной:

$$L_c = 0,0012 \cdot 99,347 \cdot 1000 / 100 = 1,192 \text{ кг};$$

$$L_{CB} = 2 \cdot 0,064 \cdot 10 \cdot 100 / [100 - (4,35 - 1)] = 1,324 \text{ кг};$$

$$L = 1,324 - 1,192 = 0,132 \text{ кг};$$

$$L_r = 0,132 \cdot 100 / 90,97 = 0,145 \text{ кг}.$$

Расход колера:

$$\mathcal{E}_{CB} = 0,047 \cdot 100 / [100 - (4,35 - 1)] = 0,0486 \text{ кг};$$

$$\mathcal{E}_n = 0,0486 \cdot 100 / 70 = 0,0695 \text{ кг}.$$

Прирост сухих веществ за счет 30%-ной инверсии сахарозы:

$$H_{CB} = 69,053 \cdot 1,58 / 100 = 1,09 \text{ кг};$$

$$H_n = 1,09 \cdot 4,35 / 100 = 0,048 \text{ кг}.$$

Полученные данные сведены в табл. 22.

Пример. Рассчитать расход сырья на производство 100 дал сиропа «Вишневый». Купажный сироп готовится полугорячим способом; фактические потери сухих веществ $p = 2,8\%$, из них потери при варке сахарного сиропа $p_1 = 1\%$, при фильтрации и розливе $p_2 = 1,8\%$. Данные для расчета приведены в табл. 23.

Расход сахара:

$$Q_c = 761,9 \cdot 100 / (100 - 2,8) = 783,848 \text{ кг};$$

$$Q_r = 783,848 \cdot 100 / (100 - 0,15) = 785,025 \text{ кг}.$$

Расход сока вишневого:

$$C_{CB1} = 485 \cdot 0,144 \cdot 100 / 2 (100 - 2,8) = 28,44 \text{ кг};$$

$$C_{r1} = 28,44 / 0,114 = 249,470 \text{ л};$$

Таблица 22. Расход сырья на 100 дал напитка «Вишня» с учетом потерь

Сырье	Расход сырья, кг	Содержание сухих веществ		Потери	
		%	кг	%	кг
Сахар	69,157	99,85	69,053	4,35	3,004
Сок вишневый					
в сироп	49,935 л	} 11,4 г/ 100 мл	5,692	4,35	0,248
в кулаж	49,412 л		5,633	3,35	0,189
Кислота лимонная	0,145 л	90,97	0,132	3,35	0,004
Колер	0,0695	70	0,0486	3,35	0,0020
Диоксид углерода	16				
Прирост сухих веществ за счет 30%-ной инверсии сахарозы		100	1,09	4,35	0,048
Итого			81,648		3,495
Всего сухих веществ в 100 дал готового напитка					78,153

Таблица 23. Рецепт 100 дал сиропа «Вишневый»

Сырье	Расход сырья, кг	Содержание сухих веществ в сырье	
		%	кг
Сахар	763,05	99,85	761,90
Сок вишневый	485 л	11,4 г/100 мл	55,29
Кислота лимонная	10,56—а *	90,97	3,78
Колер	0,69	70	0,48
Эссенция «Вишневая Владимирская»	До 2,45 л	—	—
Итого			821,45
Прирост сухих веществ за счет 30%-ной инверсии сахарозы			12,04
Всего сухих веществ в 100 дал готового сиропа			833,49

* а — количество кислоты, вносимой с вишневым соком.

$$C_{CB2} = 485,0,114 \cdot 100/2 [(100 - (2,8 - 1))] = 28,15 \text{ кг};$$

$$C_{T2} = 28,15/0,114 = 246,945 \text{ л.}$$

Расход сока с учетом потерь:

$$C_T = 249,47 + 246,945 = 496,415 \text{ л};$$

$$C_{CB} = 496,415 \cdot 0,114 = 56,59 \text{ кг.}$$

Расход лимонной кислоты:

$$L_C = 0,0012 \cdot 496,415 \cdot 1000/100 = 5,957 \text{ кг};$$

$$L_{CB} = 15,0,064 \cdot 10 \cdot 100/[100 - (2,8 - 1)] = 9,876 \text{ кг};$$

$$L = 9,876 - 5,957 = 3,829 \text{ кг};$$

$$L_T = 3,829 \cdot 100/90,97 = 4,209 \text{ кг.}$$

Расход колера:

$$\mathcal{E}_{CB} = 0,48 \cdot 100/[100 - (2,8 - 1)] = 0,489 \text{ кг};$$

$$\mathcal{E}_H = 0,489 \cdot 100/70 = 0,7 \text{ кг.}$$

Расход эссенции «Вишневая Владимирская»

$$H = 2,45 \cdot 100/[100 - (2,8 - 1)] = 2,5 \text{ л.}$$

Таблица 24. Расход сырья на 100 дал сиропа «Вишневый» с учетом потерь

Сырье	Расход сырья, кг	Содержание сухих веществ в сиропе		Потери	
		%	кг	%	кг
Сахар	785,03	99,85	783,85	2,8	21,95
Кислота лимонная	4,209	90,97	3,829	1,8	0,0689
Сок вишневый					
в сироп	249,470 л	11,4 г/ 100 мл	28,44	2,8	0,796
в купаж	246,945 л		28,15	1,8	0,507
Колер	0,7	70	0,49	1,8	0,009
Эссенция «Вишневая Владимирская»	2,5 л	—	—	—	—
Приrost сухих веществ за счет 30%-ной инверсии сахарозы	—	100	12,384	2,8	0,346
Итого			857,154		23,667
Всего сухих веществ в 100 дал готового сиропа					833,487

Прирост сухих веществ за счет 30%-ной инверсии сахарозы:

$$I_{CB} = 783,848 \cdot 1,58/100 = 12,384 \text{ кг};$$

$$I_{II} = 12,384 \cdot 2,8/100 = 0,346 \text{ кг}.$$

Данные расчета сведены в табл. 24.

Расчет расхода сырья в год, месяц, сутки, смену

Зная расход сырья на 100 дал напитка с учетом потерь, можно определить расход сырья в год, месяц, сутки, смену в зависимости от ассортимента выпускаемой продукции по формулам, приведенным в табл. 25.

Таблица 25. Расход сырья в год, месяц, сутки, смену, кг

Сырье	Обозначение	Формула расчета	Наименование ассортимента	Итого
Сахар				
на 100 дал напитка	Q_T		$Q_{T1}, Q_{T2}, Q_{T3}, Q_{T4}$	
в год	Q_G	$G_1 Q_{T1}/100$	$Q_{G1}, Q_{G2}, Q_{G3}, Q_{G4}$	Q_G
в месяц	Q_M	$M_1 Q_{T1}/100$	$Q_{M1}, Q_{M2}, Q_{M3}, Q_{M4}$	Q_M
в сутки	Q_C	$C_1 Q_{T1}/100$	$Q_{C1}, Q_{C2}, Q_{C3}, Q_{C4}$	Q_C
в смену	Q_{CM}	$C_{CM} Q_{T1}/100$	$Q_{CM1}, Q_{CM2}, Q_{CM3}, Q_{CM4}$	Q_{CM}
Лимонная кислота				
на 100 дал напитка	L		L_1, L_2, L_3, L_4	
в год	L_G	$G_1 L_1/100$	$L_{G1}, L_{G2}, L_{G3}, L_{G4}$	L_G
в месяц	L_M	$M_1 L_1/100$	$L_{M1}, L_{M2}, L_{M3}, L_{M4}$	L_M
в сутки	L_C	$C_1 L_1/100$	$L_{C1}, L_{C2}, L_{C3}, L_{C4}$	L_C
в смену	L_{CM}	$C_{CM} L_1/100$	$L_{CM1}, L_{CM2}, L_{CM3}, L_{CM4}$	L_{CM}

Таким же образом производится расчет расхода других видов сырья в зависимости от ассортимента выпускаемой продукции.

Расчет компонентов сахарного сиропа

По заданному содержанию сахара в сахарном сиропе (60—65%) определяют относительную плотность сахарного сиропа и массу 100 л сахарного сиропа, затем по содержанию сахара находят количество сахара и воды (в кг). Например, сироп, содержащий 64 г са-

хара в 100 г, имеет относительную плотность 1,31028. Масса 100 л сиропа будет равна $1,31028 \cdot 100 = 131,028$ кг при содержании в нем:

$$\text{сахара} \quad \frac{131,028 \cdot 64}{100} = 83,858 \text{ кг};$$

$$\text{воды} \quad \frac{131,028 \cdot 36}{100} = 47,17 \text{ кг}.$$

Влажность товарного сахарного песка 0,15%. На варку сиропа необходимо задать сахара 83,978 кг, т. е.

$$83,858 + \frac{83,858 \cdot 0,15}{100}.$$

Воды с учетом потерь при варке на испарение (в среднем 10%) понадобится 51,887 кг, т. е.

$$47,17 + \frac{47,17 \cdot 10}{100}.$$

При варке сахарного сиропа используют брак напитка, брак сиропа, промывные воды, остатки сахара от выбивки мешков, т. е. сахарсодержащие отходы. Расход сахара и воды при этом необходимо соответственно уменьшить. Например, на 100 л сахарного сиропа используется 15 л брака с содержанием сухих веществ 61,31 г/л и 20 л промывных вод с содержанием сухих веществ 64,45 г/л.

В отходах содержится 2,21 кг сухих веществ, т. е. $15 \cdot 61,31 + 20 \cdot 64,45$. Следовательно, на варку сахарного сиропа с содержанием 64 г сахара в 100 г сахарного сиропа необходимо задать 81,768 кг сахара ($83,978 - 2,21$) и 17,587 кг воды [$51,887 - (20 + 15 - 2,21/1,56)$] (1,56 — относительная плотность сахара).

Расчет расхода сока с учетом его экстрактивности

В рецептуре указываются количество сока, расходуемое на приготовление 100 дал напитка, и содержание сухих веществ в нем. Если на производство поступит сок с более низким (или более высоким) содержанием сухих веществ, то делают пересчет количества сока, поступающего на варку сахарного сиропа и купажирование.

Пример. С соком необходимо задать 5,692+5,633 кг сухих веществ на 100 дал напитка «Вишня» (см. табл. 22). На производство поступил сок с массовой долей сухих веществ 11,9%.

В 1 л такого сока содержится 124,5 г сухих веществ. Для того чтобы обеспечить внесение 11,325 кг сухих веществ сока с массовой долей их 11,9%, потребуется 90,96 л сока, т. е. 11325/124,5.

Расчет компонентов колера

На расплавление сахара требуется 1—2% воды. На расплавление 100 кг сахара-песка требуется 2 кг воды. При расплавлении объем сахара-песка уменьшается на 25%, тогда объем смеси

$$V_{см} = (100 \cdot 1000 / 1050 + 2) \cdot 0,75 = 72,93 \text{ л},$$

где 1050 — насыпная плотность сахара-песка, кг/м³.

При варке объем колера увеличивается почти в 4 раза за счет образования пены. Вместимость колероварочного аппарата равна 292 л, т. е. 72,93 · 4. Сахар-песок содержит 99,85 кг сухих веществ $\left[100 - \left(\frac{100 \cdot 0,15}{100} \right) \right]$.

В смесь после изменения цвета вносят 8% воды от массы взятого на варку сахара-песка, т. е. 8 л. Выход колера должен составить 105% количества сухих веществ сахара-песка, т. е. 104,85 кг (99,85 · 105/100).

При варке колера теряется 27% сухих веществ сахара, т. е. 26,95 кг (99,85 · 27/100), в готовом колере остается сухих веществ 72,90 кг (99,85 — 26,95), а в 100 кг готового колера — 69,5 кг.

Расчет купажа на 100 дал напитка. На бутылку вместимостью 0,5 л принята доза купажа 0,1 л. Тогда на 1000 л доза купажа равна 200 л. Потери при купажировании составляют 1%, а при розливе — 2,35%. С учетом потерь потребуется купажа 206,7 л, т. е. 200 · 1,0335. Количество купажа в ассортименте

$$K_{с1} = C_1 \cdot 206,7 / 100 \text{ или } K_{см1} = C_{см1} \cdot 206,7 / 100,$$

где $K_{с1}$ — расход купажа данного ассортимента, л/сут; C_1 — выпуск продукции данного ассортимента, дал/сут; $K_{см1}$ — расход купажа данного ассортимента, л в смену; $C_{см1}$ — выпуск продукции данного ассортимента, дал в смену.

Расчет содержания сухих веществ в купажном сиропе

Содержание сухих веществ в 1 л купажного сиропа (в г)

$$A = BV/D,$$

где B — номинальная вместимость бутылки, мл; V — содержание сухих веществ в 1 л готового напитка, г; D — доза купажа, мл.

Зная содержание сухих веществ b в 100 г напитка и относительную плотность напитка d , определяют содержание сухих веществ в 1 л напитка ($B=10 bd$), затем рассчитывают содержание сухих веществ в 1 л купажного сиропа A и содержание сухих веществ в 100 г купажного сиропа ($a=A/10 d_1$, где d_1 — относительная плотность купажного сиропа).

Пример. Рассчитать содержание сухих веществ в купажном сиропе напитка «Апельсин». Напиток «Апельсин» согласно рецептуре должен содержать сухих веществ 6,6 г в 100 г напитка, или 67,6 г в 1 л его. Таким образом, в 1 л купажного сиропа содержание сухих веществ

$$A = \frac{BV}{D} = \frac{500 \cdot 67,6}{100} = 338 \text{ г.}$$

По названному выше соотношению находим, что в 100 г купажного сиропа для напитка «Апельсин» содержится 30 г сухих веществ, в 1 л — 338 г.

Расчет компонентов на 100 дал напитка «Саяны-тонизирующий»

Сахар употребляется в виде сахарного сиропа, в 100 г которого содержится 64 г сахара. В 1 л сахарного сиропа содержится 0,838 кг сухих веществ. Потери при варке сахарного сиропа $p_1=1\%$, что составляет 0,9634 кг, т. е. $96,341 \cdot 0,01$.

На купажирование поступит 95,3776 кг ($96,341 - 0,9634$) сахара или 113,81 л ($95,3776/0,838$) сахарного сиропа.

Кислота лимонная употребляется в виде 50%-ных растворов. Расход кислоты равен 0,757 кг на инверсию сахарозы и 0,707 кг в купаж, всего $L_T = 1,464$ кг или $1,464/0,8 = 1,83$ л, где $0,8 \text{ г/м}^3$ — объемная плотность лимонной кислоты. Для приготовления 50%-ного раствора кислота растворяется в равном количестве воды.

Следовательно, на 100 дал напитка «Саяны-тонизирующий» расходуется 50%-ной лимонной кислоты 3,66 л, т. е. $1,83 \cdot 2$.

При расчете расхода лимонной кислоты вводится поправка на количество кислоты, пошедшей на нейтрализацию щелочности воды для напитка.

Количество воды, вносимое на 100 дал напитка (в л).

$$V = V_1 - (V_2 + V_3),$$

где V_1 — общий объем напитка, л; V_2 — объем сока, вносимого по рецептуре, л; V_3 — объем, занимаемый сахаром, л.

Расход лимонной кислоты на нейтрализацию солей жесткости (в кг в пересчете на сухое вещество)

$$L_{жсв} = жV / 1000 \cdot 1000,$$

где $ж$ — расход органических кислот на нейтрализацию щелочности воды, г на 100 дал.

Количество товарной лимонной кислоты, расходуемой на нейтрализацию солей жесткости (в кг),

$$L_{жт} = L_{жсв} \cdot 100 / B.$$

Общий расход кислоты

$$L = L_1 + L_{жт}$$

Колер употребляется в виде раствора в разведении водой 1:5. Относительная плотность колера 1,3. Объем колера равен 0,76 л (0,99:1,3), объем воды — 3,8 л (0,76·5). Объем разведенного в воде колера равен 4,56 л.

Ароматические настои и эссенции, содержащие осадок, перед введением в купаж должны быть отфильтрованы. При использовании настоев цитрусовых их до фильтрования разбавляют водой в соотношении 1:5, отстаивают не менее 12 ч, фильтруют и вводят в купаж.

На приготовление 100 дал напитка «Саяны-тонизирующий» расходуется 6,487 л лимонного настоя и 32,435 л (6,487·5) воды. Итого в купаж вводят 38,92 л разбавленного лимонного настоя.

Экстракт левзеи вводят в купаж в количестве 0,60 л.

Таким образом, в 100 дал напитка «Саяны-тонизирующий» необходимо ввести в купажный чан следующие компоненты (в л): сахарный сироп — 113,81; кислота лимонная — 3,66; настой лимонный — 38,92; экстракт левзеи — 0,60; колер — 4,56; вода — 46,15.

Аналогичные расчеты выполняются по всему заданному ассортименту.

расчет расхода воды на сатурацию

Расход воды на автоматических моечно-разливочных линиях (в м³/ч)

$$Q_v = \delta \alpha \cdot 0,4 \cdot 1,15 / 1000,$$

где δ — число автоматических линий, шт.; α — паспортная производительность автоматической линии, бутылок в час; 0,4 — объем воды в бутылке вместимостью 0,5 л; 1,15 — коэффициент, учитывающий потери воды при подготовке и сатурации (15%).

Расчет расхода тары и вспомогательных материалов

В производстве безалкогольных напитков применяются различные материалы (табл. 26).

Таблица 26. Нормы расхода вспомогательных материалов

Материал	Операция	Единица измерения	Норма расхода
Этикетки	Этикетировка бутылочной продукции	% к количеству бутылок готовой продукции	103
Кроненпробка	Укупорка бутылок с напитками	То же	104,5
Картон фильтровальный	Фильтрование безалкогольных напитков и сиропов	кг/тыс. дал	9,8
Декстрин	Наклейка этикеток на бутылки	г/дал	
	0,5 л		5,5
	0,3 л		8,3
Дезинфицирующие вещества			
известь хлорная	Дезинфекция помещений	кг/м ² в год	0,5
	Дезинфекция территории, особо загрязненных мест	То же	18
	Дезинфекция оборудования и коммуникаций	кг/тыс. дал	1,9
едкий натр технический	Мойка стеклотары	кг/млн. бутылок	1070
сода кальцинированная техническая	Мойка стеклотары	То же	760
Крышки для бутылей	Укупоривание бутылей	% общего количества готовой продукции	103
Активный уголь	Осветление воды, соков, напитков	г на 1000 дал напитка	37,5

Таблица 27. Потери бутылок в производстве

Вид потерь	Норма потерь, %	По отношению к какому количеству бутылок
Бой при производстве	2—2,45	К поступившим в производство
Бой при пастеризации	2,2	К поступившим в пастеризаторы
Бой при хранении в цехах готовой продукции	0,1	К принятым + отпущенным, деленным на 2
Бой при хранении в посудных цехах	0,6	То же
Оседание у населения в городе	4	К объему выпуска готовой продукции
в сельской местности	9	То же
Возврат оборотной посуды при внутригородской и иногородней поставке	96	»
при поставке в сельскую местность	91	»
Бой бутылей вместимостью 3 л	3	К общему количеству бутылей с готовой продукцией

Таблица 28. Срок службы, износ, ремонт ящиков и поддонов

Тара	Срок службы, годы	Износ, %	Ремонт, %
Оборотные ящики			
дощатый	1,5	60	8
полимерный	3	30	—
Поддон	2	50	6

Зная выпуск продукции и нормы расхода материалов, определяют расход материалов в год, месяц, сутки и смену.

В табл. 27 приведены потери бутылок в производстве безалкогольных напитков, в табл. 28 — срок службы, износ и ремонт ящиков и поддонов.

Зная выпуск продукции и пользуясь данными табл. 27, 28, определяют необходимое число возвратных бутылок и ящиков в год, месяц, сутки и смену.

3.5. РАСЧЕТ ПРОДУКТОВ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБНОГО КВАСА

При приготовлении кваса расчет расхода концентрата квасного сусла (ККС) необходимо производить с учетом действительного содержания сухих

веществ. По рецептуре расход ККС составляет 29,4 кг при массовой доле сухих веществ 70%, или 21,8 л. Разведение ККС производится в 2—2,5 раза. Следовательно, при разведении концентрата с 70 до 28% получается 54,5 л ($21,8 \cdot 2,5$) разведенного концентрата.

По рецептуре задавать на брожение допускается все количество концентрата квасного сусла без последующего купаживания кваса концентратом или 70% нормы. В бродильном чане разведение концентрата предусматривается с 28 до 1,5%, т. е. в 18,66 раза. В бродильно-купажном аппарате или бродильном чане объем сусла с массовой долей сухих веществ 1,5% равен 1016,97 л, т. е. $54,5 \cdot 18,66$.

Сахар-песок в производстве употребляется в виде сахарного сиропа с массовой долей сухих веществ 60—65%. Согласно рецептуре на приготовление 100 дал кваса расходуется 50 кг сахара. Потери при варке составляют 1%, т. е. 0,5 кг ($50 \cdot 0,01$).

На приготовление кваса поступит 49,5 кг товарного сахара, т. е. (50—0,5), а сахарного сиропа — 59,069 л ($49,5/0,838$), в том числе: на брожение 14,76 л ($59,069 \cdot 0,25$), на купаживание 44,32 л ($59,069 \cdot 0,75$).

Чистая культура дрожжей и молочнокислых бактерий для сбраживания квасного сусла расходуется в количестве 2—4% объема сбраживаемого сусла. Объем сбраживаемого сусла составит 1031,73 л ($1016,97 + 14,76$), объем комбинированной закваски — 30,95 л ($1031,73 \times 0,03$).

Согласно нормам технологического проектирования потери в бродильном отделении при приготовлении кваса из концентрата квасного сусла принимаются в размере 1%, при сбраживании чистой культуры дрожжей и молочнокислых бактерий — 3%. Следовательно, на купаживание поступит 1020,17 л сброженного сусла $\{(1016,97 + 14,76 + 30,95) \cdot 0,96\}$ и 44,32 л сахарного сиропа. В итоге купаженного кваса будет получено 1064,49 л.

Потери кваса при купаживании составляют 3%. Следовательно, на выдержку кваса поступит 1032,5 л ($1064,49 \cdot 0,97$). Потери кваса при розливе в автотермостерны равны 2%. Следовательно, готового кваса будет получено около 1000 л ($1032,5 \cdot 0,98$).

ТЕХНОХИМИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА

Основными процессами при производстве солода, пива, безалкогольных и слабоалкогольных напитков являются биохимические превращения составных веществ используемого сырья. При соложении ячменя, приготовлении пивного и квасного сусла происходит целый ряд ферментативных процессов. Брожение и дображивание сусла сопровождается сложными биохимическими, химическими и физико-химическими процессами, в результате которых образуются не только основные, но и побочные продукты брожения, влияющие на вкус и аромат готовых изделий.

Важным в решении задачи выпуска продуктов высокого качества, отвечающих требованиям государственных стандартов при соблюдении установленных норм расхода сырья, является технохимический контроль производства, осуществляемый заводскими лабораториями.

Заводские лаборатории проводят контроль сырья, полупродуктов, готовой продукции, а также совместно с технологами завода разрабатывают и уточняют технологический режим, намечают пути устранения недостатков и снижения потерь в производстве, предупреждают выпуск недоброкачественной продукции.

Контроль производства имеет некоторые специфические особенности, которые требуют при его проведении определенных условий как в смысле помещений лаборатории и их расположения, так и в смысле снабжения инвентарем и материалами.

Так как контроль производственных процессов охватывает все цехи завода, выбор места для расположения лаборатории должен быть сделан с таким расчетом, чтобы была возможность легко и быстро попасть в каждый из цехов. Наиболее удобно центральное расположение лаборатории, но помещать ее вблизи

таких помещений, как котельная и других пыльных цехов нельзя.

Здание, в котором помещается лаборатория, должно быть в достаточной степени фундаментальным, чтобы в нем не ощущались сотрясения и дрожание пола, так как это отрицательно отражается на приборах и затрудняет работу с ними. Желательно, чтобы лаборатория была расположена на первом этаже. Помещения лаборатории должны быть светлыми, предпочтительно с окнами, выходящими на северную сторону с большой световой площадью, хорошо вентилируемыми, с подводкой воды, электричества, газа, сжатого воздуха и с канализацией.

Размеры и штат лаборатории определяются производственной мощностью завода. На новостроящихся заводах площадь лаборатории принимается согласно нормам технологического проектирования равной 45—70 м² в зависимости от их мощности.

По характеру выполняемых работ контроль распадается на три части: исследования технические, химические и микробиологические; для каждого вида работ желательно иметь самостоятельное помещение. Кроме того, в каждой лаборатории для ряда технических подготовительных работ, например мойки посуды, стерилизации посуды, для микробиологических работ следует иметь отдельное помещение. Весьма желательно, чтобы для точных взвешиваний выделялась специальная комната. В комнате для микробиологических анализов должен быть выделен бокс для работ, требующих условий стерильности.

Таким образом, в хорошо оснащенной лаборатории должны быть следующие комнаты: комната для технических работ и технических анализов; комната для химических анализов и комната для микробиологических работ.

Схема контроля производства является составной частью специальной инструкции, утвержденной Министерством пищевой промышленности СССР (1975 г.). В схеме приведен перечень анализов, необходимых для оценки качества сырья, готового продукта и регулирования технологических процессов, с указанием места отбора проб, определяемых показателей и периодичности анализов.

Производственный учет и контроль в солодовне на-

чинается с замочки ячменя и кончается сушкой свежепросоженного солода.

В производстве уделяется исключительное внимание контролю качества ячменя и его хранению, так как от свойств ячменя зависят свойства получаемого из него солода, который в свою очередь влияет на качество пива.

Главным критерием экономической ценности пивоваренного ячменя является его экстрактивность. По экстрактивности ячменя можно судить об экстрактивности получаемого из него солода, а следовательно, и о выходе пива.

Приемка ячменя сопровождается определением его физических, физиологических и химических показателей.

В период передачи ячменя в производство не реже одного раза в неделю контролируют его влажность, абсолютную массу, засоренность и зараженность зерновыми вредителями.

Каждая партия хмеля, который является основным и незаменимым видом сырья в производстве пива, подвергается органолептической оценке, физико-химическому анализу.

Вода наряду с ячменным солодом и хмелем является основным видом сырья в пивоварении. Вода из городского водопровода и артезианских скважин, используемая для технологических целей, раз в квартал подвергается органолептической оценке и химическому анализу.

На основании химических показателей дается технологическая оценка воды, определяется ее влияние на рН производственных сред.

Повседневный контроль солодоращения начинается со стадии замачивания. В каждом замочном чане определяются температура воды и степень замачивания ячменя. С передачей замоченного зерна в солодорастильный аппарат измеряется температура кондиционированного воздуха, контролируется температура и интенсивность проветривания проращиваемого зерна.

Качество сырого солода оценивается по внешним признакам и по активности отдельных групп ферментов.

Контроль сушки сырого солода заключается в наблюдении за температурой в слое солода.

В период хранения солода, так же как и при хранении зерна, периодически измеряются температура солодовой массы и ее влажность.

Одним из основных показателей готового солода является степень растворения эндосперма солодового зерна, указывающая на глубину всех ферментативных процессов, которые имели место при солодоращении и сушке свежепроросшего солода. Главным критерием степени растворения солода является разница в содержании экстрактивных веществ, которая получается при затирании солода различных помолов (тонкого и грубого).

Технохимический контроль производства солода заканчивается учетом расходуемого зерна и количества полученного готового солода, переданного после росткотбивной машины на склад или в силос.

Технохимический контроль производства пива включает контроль сырья, приготовления и сбраживания пивного сусла, дображивания и выдержки пива, оценку качества готового пива и учет его производства.

При затирании зернопродуктов в каждом заторе проверяют полноту осахаривания крахмала и определяют активную кислотность заторной массы.

В ходе фильтрации каждого затора сначала проверяют концентрацию первого сусла, концентрацию и полноту осахаривания промывных вод.

В готовом охмеленном сусле определяют концентрацию, полноту осахаривания, кислотность и рН, цветность.

Один раз в неделю из каждого варочного агрегата отбирают пробу солодовой дробины, в которой определяют влажность, общее содержание экстракта, вымываемый и невымываемый экстракт.

На основании данных по варочному отделению составляют баланс использования экстрактивных веществ солода с установлением выхода и отдельных видов потерь, что позволяет сделать заключение о правильности проведения отдельных стадий приготовления пивного сусла.

После осветления и охлаждения пивного сусла при поступлении в бродильный танк определяют его концентрацию по сахарометру, измеряют температуру и объем, что позволяет рассчитать выход экстракта в бродильном отделении.

Ход дображивания и выдержки пива контролируют по убыли экстрактивных веществ, повышению шпунтового давления в танке, степени осветления и, наконец, по аромату, вкусу и пеностойкости проб.

При подготовке пива к выпуску руководствуются степенью сбраживания и стандартными сроками выдержки.

В ходе розлива в каждом сборнике фильтрованного пива проверяют давление при его заполнении и температуру.

После розлива и подготовки к транспортировке в образцах, взятых из склада, проверяют полноту налива, герметичность укупорки бутылок и бочек, внешнее оформление и температуру пива в бутылках.

Контроль производства пива заканчивается учетом, который включает инвентаризацию продуктов незавершенного производства, расчет постадийных потерь сусла и пива, пересчет продуктов незавершенного производства на условное пиво и, наконец, расчет фактического и планового расхода сырья на 1 дал.

Технохимический контроль производства безалкогольных и слабоалкогольных напитков включает контроль сырья и его хранения, контроль правильности ведения технологических процессов, оценку качества готовых напитков на соответствие стандартам или техническим условиям и учет их производства.

Каждая партия поступающего на завод сахара, экстрактов, красителей, кислот и углекислоты в баллонах подвергается контролю согласно существующей схеме.

В ходе приготовления безалкогольных напитков контролируется закладка сырья, варка сахарного сиропа, купажирование, газирование воды и ее предварительная обработка, розлив готовых напитков и их качество.

При производстве кваса особое внимание уделяется качеству комбинированной закваски, приготовлению сусла и его сбраживанию, а также оценке готового продукта.

Контроль производства безалкогольных напитков заканчивается учетом производства, на основе которого устанавливаются расход сырья, выход готовых изделий и потери в производстве.

Кроме технохимического контроля на предприятиях по производству пива, безалкогольных и слабоалкогольных напитков проводится микробиологический контроль основного сырья, вспомогательных материалов, полупродуктов и готовых изделий. Микробиологическому контролю подвергают также и обслуживающий производственные процессы персонал.

Таким образом, контроль производства должен обеспечивать выпуск высококачественной и стандартной продукции при наименьшей затрате сырья и вспомогательных материалов. Высокая техническая культура производства невозможна без правильно организованного контроля.

РАСЧЕТ И ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

При подборе машин и аппаратов исходят из того, что оборудование должно быть высокопроизводительным и обеспечивать проектную производительность завода при выпуске продукции высокого качества, предпочтительно автоматическим, легко поддающимся обслуживанию, регулированию, очистке и ремонту, с минимальными затратами рабочей силы, а также минимальными отходами и потерями, расходом электроэнергии, воды, пара, холода. При подборе оборудования, как правило, нужно ориентироваться на машины и аппараты, серийно выпускаемые отечественными заводами.

Основанием для расчета и подбора оборудования являются: режим работы завода, принятая технологическая схема, данные продуктового расчета и нормы технологического проектирования. Вначале по справочникам, каталогам выбирают тип основных аппаратов, установок или машин, а затем производят расчет количества оборудования. Для обеспечения бесперебойной работы в отдельных случаях предусматривают резервное оборудование. Для нестандартного оборудования требуется расчет его технической характеристики.

Для разработки аппаратурной части проекта необходима техническая характеристика технологического оборудования: марка (завод-изготовитель), производительность, габаритные размеры, необходимая мощность, площадь поверхности нагрева или охлаждения, предельно допустимое давление, масса машины или аппарата и др.

Расчет и подбор оборудования производят в последовательности технологического процесса.

5.1. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СОЛОДА

Оборудование для приема и хранения зерна

При строительстве заводов для хранения и обработки зерна предусматривают элеваторы — комплекс сооружений, в состав которых входят устройства для погрузки и

выгрузки зерна, рабочее здание, силосные корпуса. Для определения типа, числа и мощности оборудования зернохранилища необходимы следующие исходные данные:

процентное соотношение зерна, поступающего железнодорожным и автомобильным транспортом;

типы автомобилей и автопоездов, количество перевозимого ими зерна;

продолжительность, коэффициенты суточной и часовой неравномерности поступления зерна.

Солодовенный завод работает в целом 11 мес в году. Продолжительность смены 8 ч. Ниже приводится режим работы завода.

	<i>Число рабочих дней в году</i>	<i>Число смен в сутки</i>
Рабочая башня элеватора	330	2
Прием зерна с автотранспорта		
южная зона	15	2
центральная зона	20	2
восточная зона	30	2
Прием зерна с железной дороги	120	2
Производство солода	330	3

Доставку зерна на солодовенные заводы производят с производительностью 40 тыс. т солода в год и выше осуществляют железнодорожным транспортом. Зерно, поступающее по железной дороге, взвешивается на вагонных весах, а доставляемое автотранспортом — на автомобильных.

Для приема и отгрузки зерна предусматривают типовое приемно-отпускное устройство (ПОУ). Прием зерна с железной дороги осуществляют с помощью вагоноразгрузчика, механической лопаты, приемного бункера, конвейера ленточного, нории, а с автотранспорта — автомобильеразгрузчика, приемного бункера, конвейера ленточного, нории (табл. 29).

В зависимости от расчетного суточного приема зерна выбирают железнодорожное приемное устройство с одним (рис. 8) или двумя железнодорожными путями. При суточном приеме до 1000 т зерна приемное устройство рассчитано на один вагон (один железнодорожный путь), а при большем количестве — на два вагона. Зерно поступает как в обычных крытых большегрузных вагонах, так и в вагонах-зерновозах. Для выгрузки зерна из обычных

Таблица 29. Техническая характеристика оборудования для выгрузки и погрузки зерна

Оборудование	Производительность, т/ч	Мощность электродвигателей, кВт	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
Автомобилеразгрузчик ГУАР-15С гидравлический грузоподъемностью 15 т		10	10870×3425×1312	4131
Универсальный гидравлический автомобилеразгрузчик ГУАР-30М грузоподъемностью 30 т		22	16700×5450×2220	9460
Автомобилеразгрузчик АВС-50 грузоподъемностью 30 т с разгрузкой через борт		10	14000×3325×1480	980
Вагоноразгрузчик ВГК	70	24,4	7350—4200*×12400— —7700*×2400	—
ВРГ	240	37	17500×4000×3200	20000
Механическая лопата ТМЛ-2М	100	4	2830×1268×485	743

* Один размер — для рабочего, другой — для нерабочего положений.

вагонов используют разгрузчики ВГК и ВРГ с наклоняющейся платформой для вагона и механические лопаты.

Приемно-отпускное устройство оснащается бункерами вместимостью не менее 55 т зерна каждый, представляющими собой монолитную или сборную железобетонную конструкцию. Бункер для зерна, доставляемого автотранспортом, вмещает до 20 т зерна.

Продолжительность поступления ячменя τ для солодовенных заводов принимается равной 120 дням с коэффициентом суточной неравномерности поступления и отгрузки зерна $K_c^* = 2,5$. Если долю массы зерна, поступающей по железной дороге, обозначить через x , то суточное поступление (в т)

$$Q_{\text{сут}}^* = \frac{Q_{\text{та}}^* K_c^* x}{\tau},$$

где $Q_{\text{та}}^*$ — масса товарного ячменя, перерабатываемого за год (по данным расчета продуктов), т.

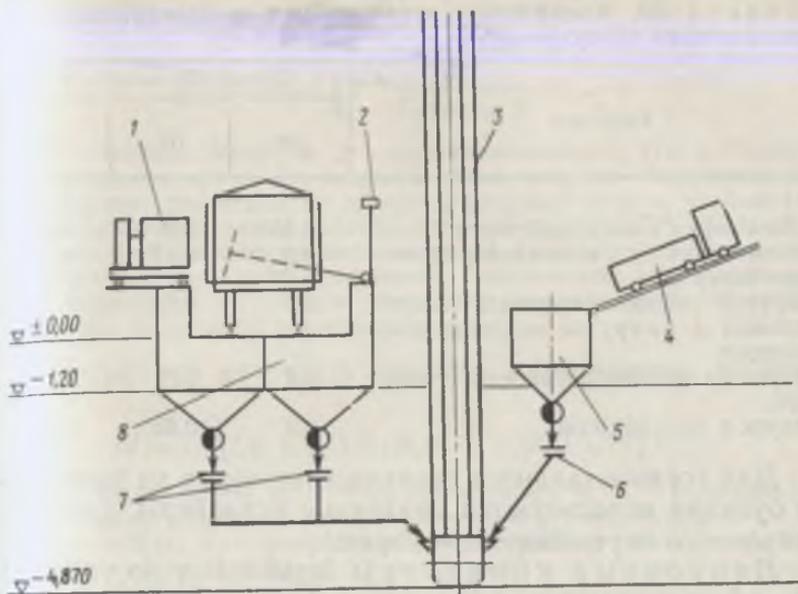


Рис. 8. Схема приема зерна из железнодорожного и автомобильного транспорта:

1 — вагоноразгрузчик механический ВГК; 2 — лопата механическая ТМЛ-2М; 3 — нория; 4 — автомобилеразгрузчик ГУАР-30М; 5 — бункер для приема с автотранспорта; 6, 7 — конвейеры ленточные; 8 — бункер для приема с железной дороги

Коэффициент суточной неравномерности разгрузки автомашин (K_c^*) для восточной зоны произрастания ячменя и места строительства завода равен 1,6, для центральной — 1,4 и для южной — 1,3. Коэффициент часовой неравномерности K_q для всех районов одинаков и равен 1,6.

Количество ячменя, доставляемого автотранспортом (в т),

$$Q_{\text{сут}}^* = \frac{Q_{\text{тя}}^* K_c^* K_q (1 - x)}{\tau}$$

Для транспортировки зерна используются нории, конвейеры ленточные и винтовые, цепные и скребковые конвейеры, а в исключительных случаях — пневмотранспорт. Расчет и подбор транспортных механизмов производят с учетом коэффициента использования производительности (табл. 30).

Таблица 30. Коэффициент использования производительности транспортного оборудования

Операция	Производительность, т/ч		
	100	175	350
Прием зерна с автотранспорта	0,85	0,8	0,75
Прием зерна с железнодорожного транспорта	0,8	0,75	0,7
Загрузка надсепараторных, надсушильных и разгрузка подсушильных бункеров	0,9	0,85	0,8
Отпуск на железнодорожный транспорт	0,8	0,75	0,7
Отпуск в производство	0,9	0,85	0,8

Для горизонтального перемещения зерна из приемного бункера используются ленточные конвейеры, для вертикального перемещения — нории.

Ленточные конвейеры подбирают по табл. 31 или рассчитывают ширину ленты и потребную мощность исходя из часовой производительности приемных устройств и времени разгрузки подвижного состава.

Таблица 31. Техническая характеристика ленточных конвейеров

Показатели	Ширина ленты, мм			
	400 *	500	650	800
Производительность по зерну ($\rho=0,75$ т/м ³), т/ч	50	100	175	350
Скорость движения ленты, м/с	2,5—2,8	2,5—2,8	2,5—2,8	2,5—2,8
Расход мощности, кВт/м горизонтального участка				
до 25 м	0,033	0,058	0,080	0,135
26—50 м	0,032	0,055	0,075	0,130
51—75 м	0,031	0,053	0,072	0,125
свыше 75 м	0,030	0,052	0,071	0,120
кВт на 1 м подъема	0,200	0,400	0,700	1,400
кВт на разгрузочную тележку	0,800	1,200	1,800	3,200
Мощность на приводном валу, кВт	10	17	22	30
Предельная длина, м	330	350	310	250

* Ленточные конвейеры с шириной ленты 400 мм применяются ограниченно.

Ширина ленты конвейера (в м)

$$B = \sqrt{\frac{Q}{C_0 v \rho \cos^3 \beta}},$$

где B — ширина ленты, м; Q — производительность, т/ч; ρ — насыпная плотность, кг/м³; v — скорость ленты, м/с; C_0 — геометрический коэффициент для ленты на прямых роликовых опорах, равный 114, на желобчатых с углом наклона боковых роликов 30° — 234; β — угол наклона конвейера в месте загрузки, град (при загрузке на наклонном участке); $\cos^3 \beta$ — величина, учитывающая уменьшения высоты слоя груза на ленте в результате скапливания и рассыпания зерна при загрузке на наклонном участке.

Потребная мощность (в кВт) определяется по формуле

$$N = (K_1 L v + 0,00015 Q L \pm 0,0027 Q H) K_2,$$

где L — длина ленты, м; H — высота подъема, м; K_1 — коэффициент, зависящий от ширины ленты (для $B=0,5$ м $K_1=0,015$; $0,65$ м — $0,02$; $0,8$ м — $0,024$); K_2 — коэффициент, зависящий от длины конвейера (для длины L до 15 м $K_2=1,25$; от 15 до 30 м — $1,12$; от 30 до 45 м — $1,05$; от 45 до 80 м — $1,03$; от 80 до 100 м — $1,01$; более 100 м — $1,0$).

Нории для вертикального перемещения зерна изготавливают двух типов: I и II. Нории типа I имеют центробежно-гравитационную разгрузку и скорость движения ленты 1,0—1,8 м/с, нории типа II имеют центробежную разгрузку и скорость движения ленты 2,2—3,6 м/с. В обозначении норий вначале указывается ее тип, затем — производительность, высота, ГОСТ. Например, нория одинарная типа I производительностью 5 т/ч и высотой 30 м обозначается как нория 1-5/30 ГОСТ 10190—70; нория сдвоенная типа II производительностью 175 т/ч и высотой 60 м — II-2×175/60 ГОСТ 10190—70 (табл. 32).

Потребная мощность электродвигателя нории (в кВт)

$$N = QH / (367 \eta),$$

где Q — производительность нории, т/ч; H — высота подъема, определяемая компоновкой, м; η — КПД нории; находится от высоты подъема в следующей зависимости:

H , м	До 30	30—40	40—50	50—60
η	0,70	0,75	0,80	0,85

Шнеки (винтовые конвейеры) служат для горизонтального перемещения. ГОСТ 2037—75 предусматривает следующий ряд стандартных диаметров сплошных вин-

Таблица 32. Техническая характеристика денточных норий

Показатели	Тип норий									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Производительность * по пшенице ($\rho=0,75$ т/м ² , $W=17\%$), т/ч	5	10	20	50	100	175	250	350	500	
Высота норий, м, не более	45	45	45	60	60	60	60	60	60	60
Диаметр барабана головки, мм	300	400	500	630	750	1160	1320	1600	2000	
Длина барабанов головки и башмака, мм	150	170	220	220	320	500	650	850	1200	
Ширина ленты, мм	125	150	175	200	300	450	600	800	1100	
Скорость движения ленты, м/с	1,2	1,4	1,8	2,2	2,4	2,5	2,8	3,2	3,6	
Шаг ковшей, мм	210	260	260	160	180	210	210	320	320	
Размеры поперечного сечения трубя норий в свету, мм	197×197	197×197	232×232	275×275	373×255	597×377	750×377	950×400	1200×546	

* При подборе норий для транспортировки муки величина производительности умножается на 0,7.

тов: 0,1; 0,125; 0,16; 0,2; 0,25; 0,32; 0,4; 0,5; 0,63; 0,8 м. В производстве солода, пива и безалкогольных напитков применяют в основном винты диаметром 0,2; 0,25; 0,32 м. Из этого ряда выбирают диаметр D_B и рассчитывают шаг винта s по формуле

$$s = K_B D_B.$$

Для сыпучих, пылевидных грузов коэффициент $K_B = 0,8 \div 1,0$.

Производительность шнека (в т/ч)

$$Q = 0,047 K_B D_B^3 n_{рф} C,$$

где n — частота вращения винта, об/мин; φ — коэффициент заполнения желоба (для зерна $\varphi = 0,35 \div 0,45$, для муки 0,32); C — поправочный коэффициент, учитывающий снижение производительности из-за наклона. При угле наклона $10^\circ C = 0,9$; $15^\circ — 0,9$; $30^\circ — 0,8$; $45^\circ — 0,7$; $60^\circ — 0,6$; $75^\circ — 0,5$.

Потребная мощность электродвигателя (в кВт)

$$N = \frac{Q}{367} (H + L\omega),$$

где H — высота подъема груза, м (для горизонтального перемещения груза $H = 0$); L — длина горизонтального участка транспортировки, м; ω — коэффициент сопротивления перемещению груза (при транспортировке зерна, муки $\omega = 1,2 \div 1,5$).

Весы (табл. 33) подбираются по производительности транспортных механизмов.

Таблица 33. Техническая характеристика автоматических весов

Марка	Предел взвешивания, кг	Производительность, т/ч	Объем ковша, м ³	Мощность, кВт	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
Д-20	15—20	1,44—6,01	0,044	—	900×750×800	155
ДМ-20	15—20	0,50—1,98	0,072	0,6	955×1025×1185	330
Д-50	30—50	4,00—12	0,120	—	1250×1000×1000	360
Д-100-3	60—100	7,99—23,98	0,200	1,4	1250×1000×1400	475
ДН-500	250—500	19,98—60,12	1,150	—	1500×1700×1590	1000
ДН-1000-2	500—1000	39,98—119,88	1,900	—	1500×1700×2140	1100
ДНР-500	250—500	60,12	1,100	0,6	2390×1470×2790	1300
ДНР-1000	500—1000	119,88	1,900	0,6	2330×1470×3340	1380

Оборудование для очистки и сортирования ячменя

Примеси, отличающиеся по размерам и аэродинамическим свойствам от основной массы зерна, выделяются с помощью плоских колеблющихся сит и вентилятора.

Сепараторы для первичной очистки зерна должны иметь производительность, равную производительности приемных механизмов. Сепараторы для вторичной очистки зерна (табл. 34) рассчитываются исходя из суточной переработки ячменя с учетом отходов при первичной очистке и продолжительности работы сепаратора в течение 16 ч в сутки.

Таблица 34. Техническая характеристика сепараторов типа ЗСМ

Показатели	ЗСМ-5	ЗСМ-10	ЗСМ-20	ЗСМ-50	ЗСМ-100
Производительность по товарному ячменю ($\rho = 630 \text{ кг/м}^3$, $W = 15\%$), т/ч	4,1	8,3	16,6	41,4	82,9
Расход воздуха на аспирацию, м ³ /ч	3500	10400	10600	10800	21600
Электродвигатель эксцентрикового колебателя					
мощность, кВт	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
частота вращения ротора, об/мин	1450	1440	1400	930	930
Электродвигатель шнеков					
мощность, кВт	—	—	—	1,1	1,1
частота вращения, об/мин	—	—	—	1400	1400
Габаритные размеры, мм					
длина	2755	2700	2770	3400	3400
ширина	1200	2790	2790	1850	3750
высота	2500	2670	2670	3000	3000
Масса, кг	900	1450	1550	1660	3200

Триеры используются для выделения примесей, отличающихся от зерен основной культуры длиной. Отечественной промышленностью триеры уже не изготавливаются, но до настоящего времени применяются на некоторых солодовенных предприятиях.

На триере зерно очищается после сепаратора для вторичной очистки. Количество зерна, поступающего на триер, равно количеству зерна, направляемого в сепаратор с вычетом отходов при вторичной очистке. Используют дисковые и цилиндрические триеры (табл. 35, 36).

Таблица 35. Техническая характеристика дисковых триеров

Показатели	ЗТК-2,5; ЗТО-2,5	ЗТК-5р; ЗТО-5р	ЗТО-5м	ЗТО-10м
Производительность по пшенице ($\rho=0,76 \text{ т/м}^3$), т/ч	2,5	5	5	10
Число дисков				
рабочих	12	20	11	19
контрольных	4	7	3	5
Наружный диаметр дисков, мм	630	630	630	630
Суммарная площадь ячеистой поверхности, м ²	—	10,8	5,6	9,6
Расход воздуха на аспирацию, м ³ /ч	600	600	600	800
Мощность электродвигателя, кВт	1,5	2,8	2,2	4,0
Частота вращения дисков, об/мин	55	52	55	56
Габаритные размеры, мм				
длина	1750	2450	1500	2185
ширина	860	1200	950	1025
высота	1050	1045	1000	1450
Масса, кг	600	1000	580	770

Таблица 36. Техническая характеристика цилиндрических триеров

Показатели	Триер	
	без ворошилки	с ворошилкой
Производительность по зерну ($\rho=0,75 \text{ т/м}^3$), кг/ч		
куколеотборника	3000	4000
овсюгоотборника	2100	2800
Диаметр цилиндра, мм	600	600
Длина цилиндра, мм	2000	2000
Частота вращения, об/мин	45	45
Расход воздуха на аспирацию триера, м ³ /мин	5	5
Потребная мощность, кВт	0,6	1,0
Масса, кг	350	350

Рассев А1-БРУ (рис. 9) самобалансирующийся, двухкорпусный, с ситовыми корпусами пакетной конструкции и набором сит для сортирования ячменя.

К потолочному перекрытию здания прикрепляют на четырех стальных тросах, перекинутых через опоры, металлическую раму 5. К этой раме подвешивают главную раму 2 с прикрепленными к ней двумя ситовыми корпу-

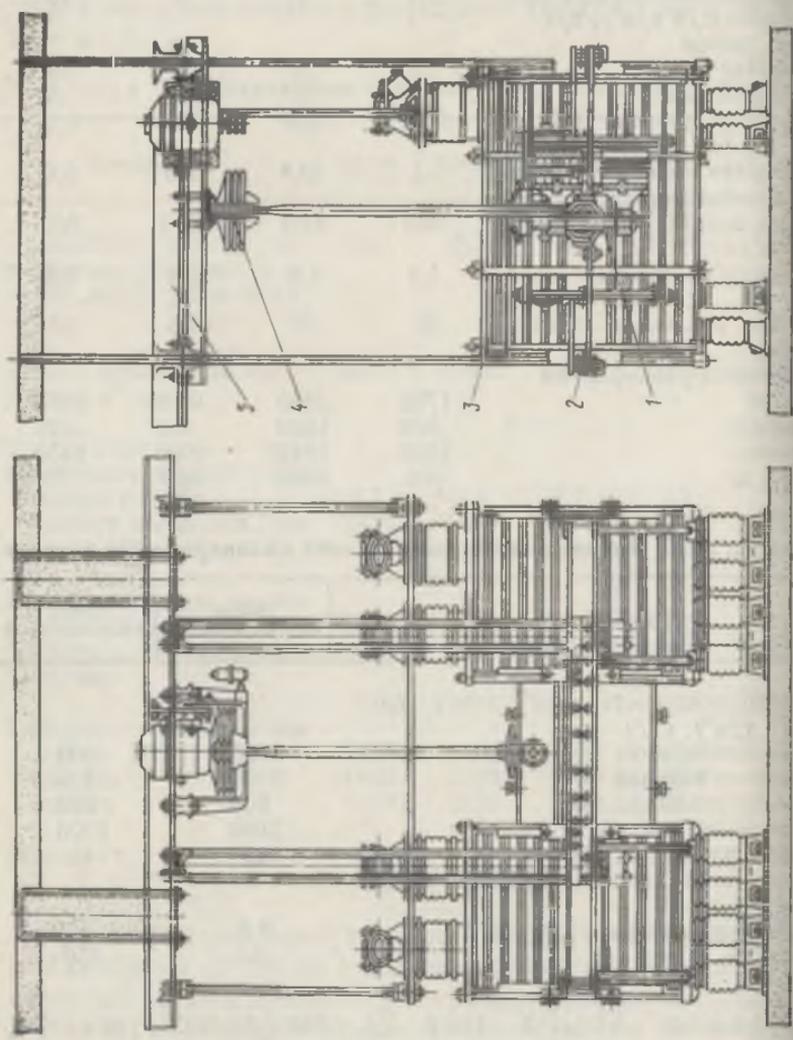


Рис. 9. Рассев А1-БРУ

сами 3. Каждый корпус рассева состоит из прямоугольных деревянных ситовых рам, уложенных одна на другую и стянутых вертикальными стяжками. К металлической раме 5 через верхнюю подвеску 4 прикрепляется балансирный механизм 1, который приводит рассев в круговое поступательное движение.

Рассев разделяет ячмень на фракции: ячмень I, II, III сортов и мелкие примеси.

Техническая характеристика рассева А1-БРУ

Производительность по ячменю, кг/ч	5200—16000
Число приемных устройств	4
Число ситовых рамок в секции	14
Полезная площадь сит, м ²	13,5
Установленная мощность, кВт	3
Габаритные размеры, мм, не более	
длина	2430
ширина	1390
высота	
до приемной доски	2370
от пола до швеллера	3800
потолочного крепления	
Масса смонтированного рассева, кг	Не более 2170

Очистительно-сортирующий агрегат ОСА для очистки зерна от частиц, отличающихся от основной массы зерна по длине, и разделения зерна по сортам состоит из дискового триера-куколеотборника и плоских сит. Он разделяет ячмень на пять фракций: ячмень I, II, III сортов, мелкие примеси и отходы с триера. ОСА в настоящее время не изготавливаются, но применяются на некоторых солодовенных предприятиях.

Техническая характеристика агрегата ОСА

Производительность, кг/ч	1500—2000
Число дисков триера	27
Частота вращения дисков триера, об/мин	55
Установленная мощность, кВт	7,2
Расход воздуха на аспирацию, м ³ /ч	1000—1200
Габаритные размеры, мм	2580×1680×2385
Масса, кг	1650

Емкостное оборудование

Бункера производственного запаса рассчитываются на суточный или сменный запас, бункера для отходов — на 2—3-суточный запас, бункера накопительные —

на разницу производительности оборудования, например транспортных механизмов и технологического оборудования. Надвесовые бункера, необходимые для обеспечения нормальной работы весов, поставляются комплектно с весами, в противном случае изготавливаются на месте в расчете на 2—3 взвешивания. Так, вместимость бункеров рассчитывается:

для ячменя I и II сортов на суточный запас каждого сорта;

для ячменя III сорта на трехсуточный запас;

для зерновых и сорных отходов на двухсуточный запас в период приема зерна;

для ростков на двухсуточный запас.

При проектировании бункеров угол наклона днищ должен быть выбран для сухого ячменя не менее 45° , солода 36, зерновых отходов 50, сорных отходов, ростков, пыли 60° . Вместимость бункеров рассчитывается с учетом насыпной плотности и коэффициента запаса, равного 1,1. Габаритные размеры принимаются исходя из оптимальной компоновки.

На солодовенных заводах зернохранилище должно вмещать восьмимесячный запас ячменя и двухмесячный запас солода. Общую вместимость зернохранилища определяют следующим образом. Зная из расчета продуктов объем $V_{\text{тя}}^*$ товарного ячменя, перерабатываемого за год, и объем $V_{\text{с}}^*$ солода, получаемого в течение года, находят общую вместимость зернохранилища (в м^3)

$$V = \frac{8V_{\text{тя}}^* + 2V_{\text{с}}^*}{11K},$$

где K — коэффициент заполнения силосов ($K=0,85 \div 0,9$).

Для хранения зерна следует применять силосные корпуса ЦНИИпромзернопроекта. Силосные железобетонные корпуса komponуют из силосов двух типов: квадратных сборной конструкции размером 3×3 м по осям стен и высотой 30,3 м и круглых монолитных или сборных диаметром 6 м с сеткой 6×6 м по центрам силосов и высотой 30 м (табл. 37).

После выбора марки силосного корпуса определяют их количество делением общей вместимости зернохранилища V на общую вместимость этого корпуса.

Таблица 37. Техническая характеристика силосных корпусов

Марка	Общая вместимость корпуса, тыс. т	Число силосов в корпусе	Марка	Общая вместимость корпуса, тыс. т	Число силосов в корпусе
<i>Силосы круглые</i>			<i>Силосы квадратные</i>		
СКМ-6-12	7,7	24	СКС-3×60	11,2	60
СКМ-6-18	11,7	28	СКС-3×96	18	96
СКМ-6-24	15,9	39	СКС-3 ×96*	18	96
			СКС-3×144	27	144

* С ребристыми стенками.

Для хранения небольшого количества зерна используются механизированные и немеханизированные склады. Их площадь рассчитывают, задаваясь высотой слоя зерна (2—4 м) и коэффициентом, учитывающим дополнительную площадь на проходы (1,2—1,3).

Для очистки воздуха от пыли проектируются аспирационные сети, в состав которых входят циклон марки БЦШ, шлюзовые затворы марки Шу, пылевые вентиляторы марки ВЦП7.

Оборудование замочного отделения

Для повышения температуры ячменя, поступающего в производство в зимнее время переохлажденным, предусматриваются накопительные бункера на суточный запас ячменя.

Вместимость бункеров (в м³)

$$V = V_{я}^* \cdot 1,1,$$

где $V_{я}^*$ — объем сортированного ячменя, перерабатываемого в сутки, м³; 1,1 — коэффициент, учитывающий степень запаса бункера.

Число и габаритные размеры бункеров общей вместимостью V принимаются в зависимости от принятого компоновочного решения.

Для взвешивания ячменя, поступающего на замачивание, подбираются автоматические весы соответствующей производительности (см. табл. 33).

Вместимость и число замочных чанов определяются в зависимости от способа замачивания и производительности завода (цеха). Учитывая увеличение массы

ячменя при замачивании и коэффициент заполнения замочного чана, вместимость чана или чанов определяют исходя из суточного расхода ячменя и числа чанов в установке. В состав одной установки входят бункер для ячменя, а также три замочных чана и, возможно, один моечный чан (чан для предварительной замочки), объем которого равен объему замочного чана.

В производстве солода используют типовые стальные замочные чаны цилиндрической формы с коническим дном (табл. 38), а также стационарные стальные за-

Таблица 38. Техническая характеристика типовых замочных чанов из стали

Вместимость, м ³	Количество загрузаемого зерна, т	Размеры, мм				Масса чана, т	Примечание
		диаметр	высота цилиндрической части	высота конуса	полная высота		
37	15,3	4500	1505	2330	5475	3,45	С сегнеровым колесом без сливной коробки
17,64	7,5	3340	1400	1720	4800	2,00	То же
35	14,75	4500	1405	2330	5500	3,36	С рассеивающим колпаком и сливной коробкой
16	7	3340	1250	1270	4971	1,988	То же
52	24	4500	2500	2250	—	5,6	С сегнеровым колесом и сливной коробкой
26	12	3400	2300	1800	5820	3,1	То же
30	13,5	3500	2550	1740	7376	3,36	С удлиненным эрлифтом

мочные чаны прямоугольной формы с пирамидальным дном. Вместимость замочных чанов определена из расчета 2,2 м³ чана на каждую тонну воздушно-сухого ячменя.

Чаны прямоугольной формы, разработанные НПО напитков и минеральных вод, позволяют использовать производственные площади с максимальной эффективностью в зданиях с сеткой колонн 6×6 и 6×9 м. Устанавливают блоки из 2, 3, 5 замочных чанов. Вместимость каждого чана составляет 84 м³, рассчитана на 38 т ячменя. Габаритные размеры 6206×4416×6780 мм. Масса двух чанов 12 140 кг, трех — 16 500 кг.

Основанием для расчета числа замочных чанов является следующее. При получении солода в пневматических ящиках, ящиках «передвижная грядка» и т. п. продолжительность мойки и дезинфекции ячменя (с учетом заполнения чана зерном, водой, перемешиванием зерна и спуском воды) составляет 6 ч; продолжительность замачивания ячменя воздушно-водяного, в непрерывном токе воды и воздуха, оросительного и воздушно-оросительного равна 48—72 ч, а для совмещенного способа — мойка и дезинфекция ячменя — 6—8 ч, замачивание ячменя в чане — 16—18 ч.

Учитывая принятый технологический режим, выбирают тип чана по табл. 38 или по данным о чанах прямоугольной формы.

Число замочных чанов

$$n = 3Q_{\text{я}}^* / Q,$$

где 3 — продолжительность замачивания, сут; $Q_{\text{я}}^*$ — масса сортированного ячменя, замачиваемого в сутки, т; Q — масса ячменя, загружаемого в чан, т.

Вместимость и число бункеров для сплава определяются из условия трехсуточного хранения и коэффициента запаса, равного 1,1.

Для сушки сплава используются сушилки паровые шнековые марки ДСШ производительностью 130 кг/ч, массой 1520 кг. Габаритные размеры 3142 × 920 × 2510 мм; мощность электродвигателя 1,1 кВт; расход пара 60 кг/ч; рабочее давление пара 0,2 МПа.

Для перекачивания замоченного ячменя на солодоращение устанавливается фекальный насос, например, ФГ 81/18 производительностью 43—112 м³/ч и напором 16—22 м; мощность электродвигателя 10 кВт; частота вращения 1450 об/мин.

Для дезинфекции зерна применяется один из указанных в табл. 15 дезинфицирующих материалов. Вместимость сборника для дезинфицирующего раствора рассчитана на приготовление 10%-ного дезинфицирующего раствора для суточного расхода. Сборник должен быть снабжен мешалкой, приводимой в движение электродвигателем. Так, аппарат вместимостью 2 м³ имеет диаметр 1400 мм, общую высоту 2965 мм. Мощность электродвигателя 3 кВт; частота вращения мешалки 48 об/мин; масса аппарата 1240 кг.

Для перекачивания дезинфицирующего раствора используется центробежный насос типа К, обеспечивающий по производительности и напору подачу раствора в моечный чан за 15—30 мин.

Вода, используемая для замачивания, должна иметь постоянную температуру в летнее и зимнее время. Вода охлаждается в теплообменнике только летом. Задаваясь начальной и конечной температурой охлаждаемой воды, определяют площадь поверхности теплообмена и подбирают тип аппарата. В зимнее время требуемую температуру получают, смешивая горячую и холодную воду.

Оборудование солодорастильного отделения

Для проращивания замоченного ячменя используют пневматические солодовни: ящичные, ящичные с передвижной грядкой, барабанные, а также солодовни, использующие так называемый способ солодоращения в одном аппарате.

Ящичные пневматические солодовни состоят из ящиков, оборудованных шнековыми ворошителями, камер для кондиционирования воздуха, вентиляторов и воздуховодов. Камеры для кондиционирования могут быть индивидуальными или групповыми.

Ящичные солодовни. Солодорастильные ящики имеют прямоугольную форму, стенки их выполняются из кирпича или железобетона. На расстоянии 1,8—2 м от основного дна уложено ситчатое дно с живым сечением сит не менее 15%. Высота стенок ящиков над ситами равна 1200—1300 мм. Подситовое пространство для сьемных сит имеет высоту 0,6—0,7 м.

Суточная потребная площадь сит $S_{сут}$ (в m^2) определяется по отношению расхода сортированного ячменя $Q_{я}''$ за сутки (см. табл. 5) к нормативной нагрузке на $1 m^2$ сит $Q_{н}$, равной для ящичной солодовни 320—360 кг сортированного ячменя.

Ширина ящика выбирается в зависимости от количества перерабатываемого зерна с учетом размера изготавливаемых ворошителей (табл. 39).

Для обеспечения равномерной продувки оптимальное отношение длины к ширине ящика $L:h$ колеблется от 5:1 до 6:1, а максимальное отношение должно быть не

Таблица 39. Техническая характеристика шнековых ворошителей типа Ш

Показатели	Ш-3	Ш-4	Ш-5	Ш-6	Ш-7	Ш-9
Число шнеков	3	4	5	6	7	9
Электродвигатель						
мощность, кВт	1,5	2	2,5	3	3,5	4,5
частота вращения, об/мин	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Наибольшая высота соло- да, м	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Ширина ящиков, мм						
по суну (в свету)	1480	1970	2460	2950	3440	4420
вверху между стенками	1640	2130	2620	3110	3600	4580

более 8 : 1. По выбранной величине b определяют длину солодорастильного ящика (в мм)

$$L = S_{\text{сут}} / b.$$

Если L — слишком большая величина, то вместо одного можно взять два и более ящиков общей длиной L для ежедневной загрузки. Число ящиков должно быть равно или кратно числу суток проращивания зерна: 8 ящиков для светлого и 9 ящиков для темного солода. Общее число ящиков получают умножением количества ящиков для ежедневной загрузки на 8 или 9.

Солодовни с передвижной грядкой. Проращивание зерна осуществляют в длинном солодорастильном ящике, подситовое пространство которого разделено на 8 отделений. Ковшовый ворошитель перебрасывает зерновую массу, перемешивая ее и перемещая вдоль ящика от места загрузки до места выгрузки.

Солодворошители типа ВВС (табл. 40) снабжены ворошителями типа ковшовой нории, имеют длину переброса 1,5 м. При двукратном перебросе в сутки длина грядки ограничена 24 м.

В НПО напитков и минеральных вод разработана конструкция солодворошителя типа ВВК с удлинителем переброса различных типоразмеров. Ворошитель типа ВВК (табл. 41) имеет различную длину переброса при одинаковой ширине ящика, равной 4,5 м.

Число и размер ящиков рассчитывают следующим об-

Таблица 40. Техническая характеристика солодворошителей типа ВВС

Показатели	Типы ВВС									
	ВВС-2,5-120-150	ВВС-2,5-0,75-150	ВВС-3,0-120-150	ВВС-3,0-0,75-150	ВВС-3,5-120-150	ВВС-3,5-0,75-150	ВВС-4,0-120-150	ВВС-4,0-0,75-150	ВВС-4,5-120-150	ВВС-4,5-0,75-150
Ширина ящика, м	2,5	2,5	3	3	3,5	3,5	4	4	4,5	4,5
Высота слоя, м замоченного ячменя солода	0,8	0,5	0,8	0,5	0,8	0,5	0,8	0,5	0,8	0,5
	1,2	0,75	1,2	0,75	1,2	0,75	1,2	0,75	1,2	0,75

Таблица 41. Техническая характеристика солодворошителей типа ВВК

Показатели	Типы ВВК		
	ВВК-4,5-120-150 *	ВВК-4,5-120-250	ВВК-4,5-120-300
Длина перемещения грядки за один проход ворошителя, см	150	250	300
Высота слоя солода, см	120	120	120
Длина зоны рашения, м	24	40	48
Число электродвигателей	3	4	4
Мощность электродвигателей, кВт	11,4	11,4	11,4
Габаритные размеры, мм	4880×5016×1205		
Масса, кг	—	6400	6450

* Ворошитель изготавливается без транспортера-удлинителя.

разом: выбирают тип ворошителя, а затем определяют длину ящика (в м) по формуле

$$L = 8ln,$$

где l — шаг переброса, м; n — число перебросов в сутки; 8 — длительность проращивания, сут.

Общая площадь сит всех ящиков (в м²)

$$S_{\text{общ}} = Q_{\text{я}}^* \cdot 8 / Q_{\text{н}}$$

При выбранной ширине ящиков, которая определяется типом солодворошителя, площадь одного ящика (в м²)

$$S_{\text{ящ}} = bL,$$

$$N = S_{\text{общ}}/S_{\text{ящ}}$$

Барабанные солодовни. Эти солодовни имеются только на некоторых солодовенных заводах, так как отечественной промышленностью они не выпускаются, и могут учитываться при реконструкции действующих предприятий. Барабаны солодовен имеют внутренний диаметр 2,3—3,7 м, длину 9—17 м. Коэффициент заполнения барабана 50%. На заводах в основном установлены барабаны вместимостью 8—12 т сортированного ячменя.

Солодовни для производства солода совмещенным способом. Этот способ предусматривает совмещение процессов по двум вариантам: замачивания и проращивания ячменя либо совмещения всех процессов приготовления солода — замачивания, проращивания и сушки в одном агрегате большой единичной мощности. По этому способу интенсифицируется технологический процесс, сокращаются число единиц оборудования и объем строительных работ, повышается степень механизации и автоматизации производства.

Зерно в мочном (замочном) чане моют, дезинфицируют 6—8 ч и выдерживают 16—18 ч, затем выгружают

Таблица 42. Техническая характеристика ворошителей типа Ш-4-ВВШ

Показатели	Ш-4- ВВШ-8	Ш-4- ВВШ-9	Ш-4- ВВШ-13	Ш-4- ВВШ-14
Число вертикальных шнеков	8	9	13	14
Удельная нагрузка на сито по ячменю, кг/м ² , не более	550	550	550	550
Мощность электродвигателя, кВт				
ворошителя	9,7	9,7	13,7	13,7
разгрузочной стенки	9	9	9	9
Размеры ворошителя, мм, не более				
длина (вдоль ящика)	1860	1860	1860	1860
длина со стенкой	2890	2890	2890	2890
ширина В (рис. 10)	4770	5270	7270	7770
ширина по вертикальным шнекам В ₁ (см. рис. 10)	3940	4440	6440	6940
высота ворошителя от сита	3300	3300	3300	3300
Ширина ящика, мм	4000	4500	6500	7000
Масса ворошителя со стенкой, кг, не более	5150	5490	7600	8100

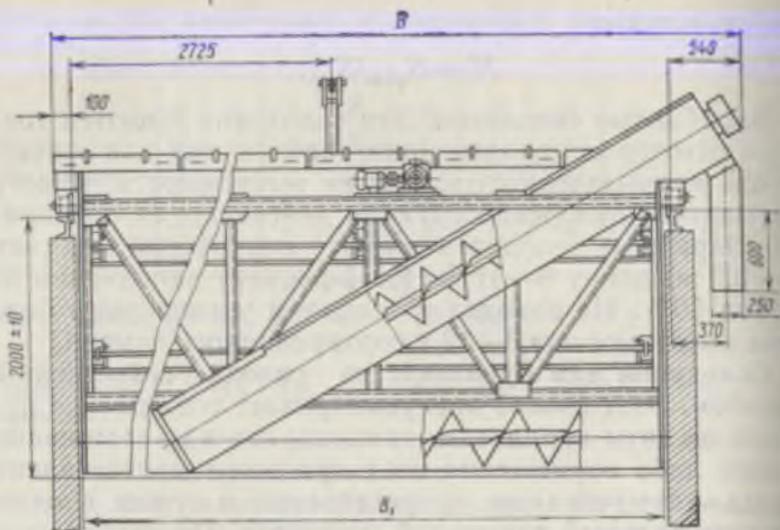


Рис. 10. Ворошитель солода типа Ш-4-ВВШ

на сита аппарата, аналогичного по конструкции солодорастильным ящикам. Каждый ящик установлен в отдельной камере с хорошей гидро- и термоизоляцией, оснащенной вытяжной вентиляцией.

Одна из торцевых стенок ящика является разгрузочной.

Аппарат оборудован шнековыми ворошителями с механической выгрузкой. С помощью ворошителя осуществляются выравнивание слоя ячменя после загрузки в солодорастильный ящик; орошение ячменя в ящике; ворошение ячменя (солода) в ящике; выгрузка сухеного солода из ящика на конвейер. Ворошители изготовляются четырех типоразмеров в зависимости от числа вертикальных шнеков (табл. 42).

При данном способе солодоращения применяют также ворошитель шнековый с пневматической выгрузкой солода типа РЗ-ВВШ (рис. 11, табл. 43).

Потребная площадь сит определяется следующим образом. При совмещенном процессе замачивания, рашения и сушки длительность процессов замачивания 2 сут, рашения 5 и сушки (с учетом выгрузки) 2 сут. Итого цикл составляет 9 сут, поэтому число ящиков равно или кратно 9.

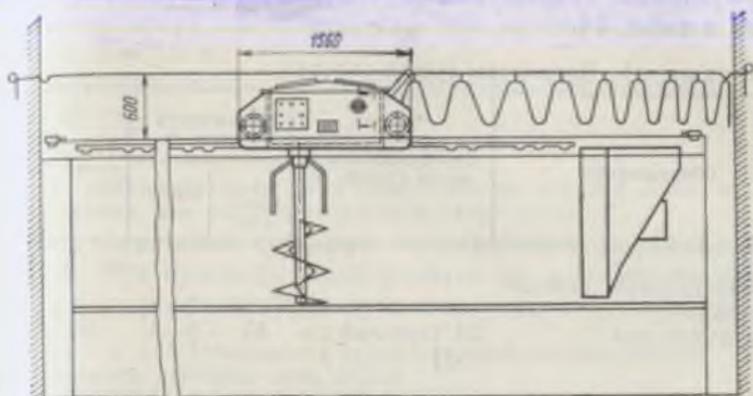


Рис. 11. Ворошитель солода типа P3-BVШ

При нагрузке на 1 м² площади сита 400—500 кг сортированного ячменя определяют потребную площадь сит для суточной работы и затем умножают на 9. Ширина ящика зависит от типоразмера ворошителя.

Таблица 43. Техническая характеристика ворошителей типа P3-BVШ

Показатели	P3-BVШ-5	P3-BVШ-6	P3-BVШ-7	P3-BVШ-9
Мощность электродвигателей, кВт	8,3	8,3	8,3	8,3
Размеры, мм				
длина (вдоль ящика)	1560	1560	1560	1560
ширина	2940	3430	4135	5115
ширина по вертикальным шнекам	2460	2950	3340	4420
Масса с разгрузочной стенкой, кг	2783	3090	3559	4104
Ширина ящика, мм	2460	2950	3440	4420

Оборудование для сушки солода

Сушка свежепроросшего солода осуществляется в горизонтальных и вертикальных сушилках. На действующих заводах используются двух- и трехъярусные горизонтальные сушилки, сушилki непрерывного действия типа ЛСХА, вертикальные сушилki периодического действия (ГДР) и разработана горизонтальная одноярус-

ная сушилка. Нормативные данные сушки солода приведены в табл. 44.

Таблица 44. Параметры сушки солода

Оборудование	Продолжительность сушки, ч	Влажность солода, %		Температура агента сушки, °С	
		начальная	конечная		
Горизонтальная солодо-сушилка двухъярусная	24 (светлый солод)	45	3—4	50—80	
	48 (темный солод)	45	3—4	50—105	
	трехъярусная	36 (светлый солод)	45	3—4	50—80
		72 (темный солод)	45	3—4	50—105
Аппарат большой единичной вместимости при производстве солода совмещенным способом	I стадия сушки	6—9	45	20	40—50
	II стадия сушки	8—12	20	9	60—65
	III » »	4—6	9	7	65—70
	IV » »	2—3	7	5	70—75
	V » »	4—6	5	3	80—85
Вертикальная солодосушилка ЛСХА	16—18 (светлый солод)				
	первая зона		45	27	50
	вторая зона		27	12	67
	третья зона		12	6	81
четвертая зона		6	3	85	

Горизонтальные двух- и трехъярусные сушилки. Эти сушилки не изготавливаются, но применяются на многих солодовенных предприятиях. Высота слоя свежепроросшего солода h , загружаемого на верхнюю решетку, при естественной тяге составляет 0,15—0,25 м, при искусственной тяге — до 0,3 м.

Потребная площадь верхней сушильной решетки (S м²)

$$S = \frac{V_{\text{ис}}^*}{ht},$$

где $V_{\text{ис}}^*$ — объем свежепроросшего солода, получаемого в сутки, м³; t — оборачиваемость верхней решетки в сутки (2 — для светлого солода и 1 — для темного).

Вертикальная сушилка периодического действия. Эти сушилки могут иметь два или три яруса. Ширина одной секции $b=0,2$ м.

Геометрические размеры решеток рассчитывают из уравнения

$$V_{\text{с}}^{\text{м}} = lbhmz,$$

где l — длина секции, м; h — высота секции верхней зоны, м; m — число секций; z — оборачиваемость верхней секции.

Вертикальные сушилки непрерывного действия типа ЛСХА. Эти сушилки подбираются по количеству сухого солода (с ростками), получаемому за 1 сут (табл. 45).

Таблица 45. Техническая характеристика солодосушилок непрерывного действия типа ЛСХА

Показатели	ЛСХА-5	ЛСХА-10	ЛСХА-20
Производительность по сухому солоду с ростками, т/сут	5	10	20
Число сушильных шахт	2	2	4
Общий объем сушильных шахт, м ³	7,05	12,9	23,8
Масса выделяемой влаги, кг/ч	167	336	672
Расход воздуха в летних условиях, кг/ч	11700	23500	38600
Расход теплоты, МДж/ч			
в летних условиях (+20°C)	603	1277	2554
в зимних условиях (-20°C)	915	1901	3802
Расход теплоты на 1 кг испаренной влаги, кДж/ч			
в летних условиях (+20°C)	3622	3831	3831
в зимних условиях (-20°C)	5443	5652	5652
Расход энергии, кВт·ч	74	69	69
Поперечное сечение одной сушильной шахты, мм			
верхнее	2408×164	4008×185	4008×185
нижнее	2408×254	4008×275	4008×275
Высота сушильной шахты, мм	7008	9350	9350
Габаритные размеры, мм			
длина (по оси шахты)	2740	4500	4500
ширина (без учета вентиляторов)	2650	2650	6200
высота	15300	15000	15000
Масса (без солода), кг	18000	27000	50000

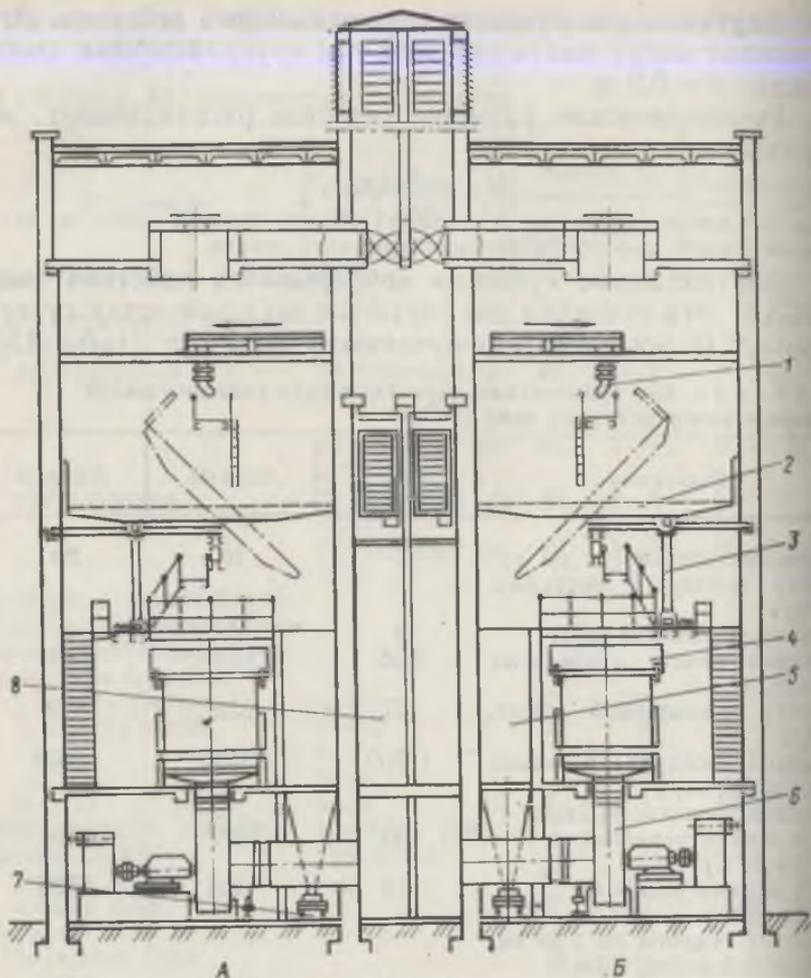


Рис. 12. Горизонтальная одноярусная сушилка типа P3-BCO-1

Горизонтальная одноярусная сушилка P3-BCO-1. Для сушки солода применяют автоматизированные одноярусные сушилки типа P3-BCO-1 (рис. 12) со штопорными ворошителями. Солод из них выгружается с помощью опрокидывающихся решеток.

Техническая характеристика сушилки P3-BCO-1

Производительность, т/сут	36
Площадь одной сушильной решетки в камере, м ²	64
Число камер	2

Давление горячего воздуха под сушильной решеткой, кПа	3
Высота слоя солода, загружаемого на одну решетку, м	1,2
Масса солода, загружаемого на одну решетку, т	34
Продолжительность сушки, ч	24
Расход воздуха (летом), м ³ /ч	240000
Расход теплоты на сушку зимой, кДж/ч	1078440
Мощность электродвигателей, кВт	300
Габаритные размеры, м	
сушильной камеры	8×8×21,7
здания солодосушилки	22×9,3× ×22

Солодосушилка РЗ-ВСО-1 состоит из двух камер А и Б. Цикл сушки солода в камерах смещен на 12 ч. Свежепросший солод подают в сушильные камеры сверху с помощью мешателей 1 и равномерно распределяют на сушильных решетках 2. Вентиляторами 6 под решетки подают воздух, нагретый в калориферах 4 паром: в первые часы сушки до температуры 35—40°С, в последние — до 80—90°С. Наружный и рециркуляционный воздух поступает в вентиляторы по каналам 8. Через 20 ч сушки, когда влажность солода снизится до 3,5—4%, сушку прекращают, выключая вентиляторы и подачу пара в калориферы. Механизмом подъема сушильной камеры 3 поворачивают решетку на угол 50°. При этом свежевывсушенный солод сыпается в бункер 5 и выводится конвейером 7.

После выгрузки свежевывсушенного солода сушильную решетку устанавливают в исходное положение и вновь загружают ее свежепросшим солодом.

Оборудование для очистки солода

Росткоотбивные машины. Тип машин выбирается из условия работы их в течение 16 ч в сутки (табл. 46).

Таблица 46. Техническая характеристика росткоотбивных машин

Показатели	РО	РЗ-ВРД-10
Производительность, т/ч	2	10
Частота вращения, об/мин		
ротора	220	250
барабана	—	10
Мощность электродвигателя, кВт	2,8	5,5
Мощность электродвигателя сепаратора, кВт	—	3,0
Габаритные размеры, мм	2600×847×1850	1800×1618×2470
Масса, кг	900	1200

Бункер для солода. Вместимость бункера рассчитывается на суточный запас. Габаритные размеры и число бункеров выбираются в зависимости от компоновки. Угол естественного откоса пирамидальной части бункера не менее 36° , коэффициент запаса вместимости 1,2.

Бункер для ростков. Вместимость бункера рассчитывается на двухсуточный запас. Угол естественного откоса пирамидальной части бункера не менее 60° , коэффициент запаса вместимости 1,2.

Полировочные машины. После хранения солод очищают на полировочных машинах (табл. 47). Подбор и

Т а б л и ц а 47. Техническая характеристика полировочных машин

Показатели	СП-54	РЗ-ВПС
Производительность, кг/ч	1000	5000
Мощность электродвигателя, кВт	1,1	5,77
Расход воздуха на аспирацию, м ³ /мин	—	46,0
Габаритные размеры, мм	1520×730×1770	1684×1466×2110
Масса, кг	435	1200

расчет машин производят из условия их работы в сутки в течение 8 ч.

Полировочная машина типа ЗЩГ-5 (рис. 13) более совершенна, имеет производительность 5000 кг/ч. Солод очищается при движении в зазоре между вращающимися щеточными барабанами 3 и щеточной декой 4, расстояние между которыми регулируется прижимным устройством 2 и регулятором зазора 1. Количество солода, подаваемого через приемное устройство 9, регулируется с помощью заслонки 8 и вальцового питателя 7. Солод направляется на очистку валком 6 питателя. Электродвигатель через цепную передачу 5 приводит в движение питатель солода и щеточный барабан, а натяжение цепей передачи осуществляется механизмом 13. Пыль, выде-

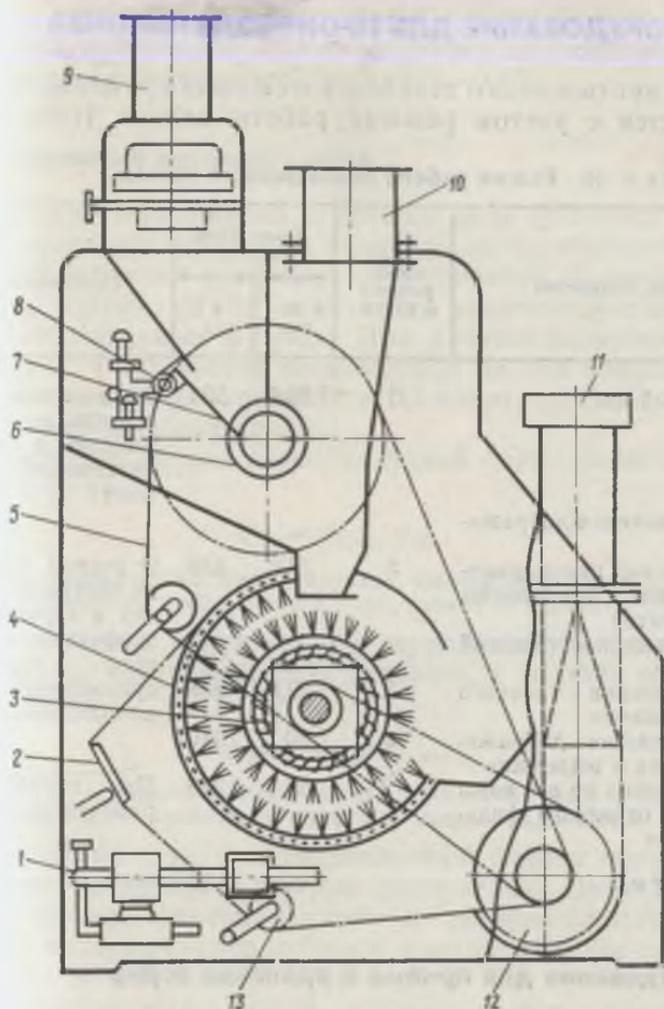


Рис. 13. Полировочная машина ЗЦГ-5

ляющаяся при полировке, отсасывается по трубопроводу 10.

Машина выпускается в двух вариантах: для заводов с пневматическим транспортом очищенный солод удаляется из машины с помощью барабанного питателя через трубу 11, а для заводов с механическим транспортом — шнеком 12.

5.2 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИВА

Расчет основного технологического оборудования производится с учетом режима работы завода (табл. 48).

Таблица 48. Режим работы пивоваренного завода

Цех, отделение	Число смен работы в сутки	Число дней работы		Примечание
		в месяц	в год	
Варочный цех	3	28,5	323	За вычетом 36 ч в месяц на дезинфекцию и профилактический ремонт
Цех брожения-дображивания				
установка цилиндрических бродильных аппаратов	3	29,8	338	С учетом задержки поступления сусле в период дезинфекции варочного агрегата, суслопроводов и холодильников
работа по классической схеме				
отделение главного брожения	3	29,8	338	
отделение дображивания и выдержки	3	30	340	
Цех розлива во все виды тары и отделение фильтрования	2	21	238	При пятидневной рабочей неделе
Итого			11,33 мес	

Оборудование для приема и хранения зерна

Зернопродукты поступают на завод по железной дороге или автотранспортом. Суточный грузооборот определяется из следующих условий: продолжительность приема зерна составляет 200 дней в году; коэффициент суточной неравномерности при поступлении зернопродуктов по железной дороге и автотранспортом равен 2,5, а коэффициент часовой неравномерности при поступлении автотранспортом составляет 1,6.

Для хранения зернопродуктов используют зернохранилища силосного типа ЦНИИпромзернопроекта (см. табл. 37).

При выборе и расчете рабочей вместимости силосных корпусов принимают высоту загрузки силосов не более 25 м и коэффициент заполнения 0,8—0,85.

Оборудование варочного цеха

Расчет оборудования варочного цеха начинают с подбора варочных агрегатов, затем по их производительности рассчитывают остальное оборудование. Варочные агрегаты подбирают по количеству зернопродуктов $Q_{сут}$, перерабатываемых в сутки. При расчете возможны два варианта: учитывается равномерная работа завода в течение года или работа во II и III кварталах, т. е. в наиболее напряженный период.

Суточный расход зернопродуктов при равномерной работе (в т)

$$Q_{сут} = Q_{год} / n_{год},$$

где $Q_{год}$ — количество зернопродуктов, перерабатываемых за год, т; $n_{год}$ — количество дней работы в году, равное 323 дням.

В наиболее напряженный период выпуск продукции за квартал составляет 30% годового, а за один месяц — 10%. Тогда

$$Q_{сут} = Q_{год} a / n_{мес},$$

где a — доля максимального месячного выпуска пива от годового ($a=0,1$); $n_{мес}$ — число дней работы в месяце ($n_{мес}=28,5$).

Варочные агрегаты традиционной формы могут быть с двумя, четырьмя и шестью аппаратами. Двухаппаратный варочный агрегат состоит из заторно-фильтрационного и заторно-сусловарочного аппаратов (при проектировании новых заводов к установке не принимаются). На пивоваренных заводах устанавливают четырех- и шестиаппаратные варочные агрегаты в расчете на 1,0; 1,5; 3,0; 5,5 т одновременно перерабатываемого солода, выпускаемые отечественной промышленностью, а также на 8,5 т производства ЧССР, характеристика которых приведена в табл. 49.

Варочный агрегат подбирают в соответствии с проектируемой мощностью завода и определяют число оборотов его в сутки n . При одновременной засыпи выбранного агрегата Q

$$n = Q_{сут} / Q.$$

Таблица 49. Характеристика варочных агрегатов

Показатели	СССР		ЧССР			
	Четырех- аппарат- ный	Шести- аппарат- ный	Четырех- аппарат- ный	Шести- аппарат- ный		
Единовременная засыпь, т	1,0; 3,0;	1,5; 5,5	1,0; 3,0;	1,5; 5,5	8,5	8,5
Состав агрегата, шт.						
заторный котел	2	2	2	2	2	2
фильтрационный чан	1	2	1	2	1	2
сусловарочный котел	1	2	1	2	1	2
варочный котел для несо- ложеных материалов	—	—	—	—	—	1
сборник первого сула	—	—	1	—	1	1
гидроциклонный аппарат	1	1	1	—	1	1
Коэффициент оборачиваемо- сти при использовании сырья						
солода	4	6	4	6	4	6
более 15% несоложеных материалов, а также бо- лее 25% плюс ферментные препараты	3,6	5,4	3,6—3,8*	5,4—5,8*	3,6—3,8*	5,4—5,8*

* При установке котла для разваривания несоложеных материалов.

Полученную величину сравнивают с нормативной (см. табл. 49), она должна быть равна или немного ниже нее. В противном случае выбирают варочный агрегат с иной единовременной засыпью, другим числом аппаратов, а при необходимости принимают к установке два и более варочных агрегатов.

В настоящее время в НПО напитков и минеральных вод разработаны варочные агрегаты на 2, 4, 7 т единовременной засыпи вместо 1,5; 3,0; 5,5 т. Новые варочные агрегаты делают 5 оборотов в сутки. Замена варочных агрегатов традиционной формы новыми позволит на существующих площадях увеличить выпуск пивного сула.

Оборудование дробильно-полировочного отделения. Это оборудование устанавливается в помещении, изолированном от варочного отделения.

Отпуск солода и ячменя из зернохранилища производится в дневную смену в течение 8 ч. Производительность нории (в т/ч) для отпуска зернового сырья должна быть не менее $Q_{сутртз}/8р_{я}$. По табл. 32 подбираем норию.

Весы автоматические для взвешивания солода и ячменя подбирают по табл. 33. Их производительность должна быть равна производительности нории.

Вместимость бункеров для приема солода и ячменя рассчитывается на максимальный суточный расход каждого вида сырья ($Q_{\text{сут}}^i$). При близком размещении склада допускается 0,5-суточный запас. В зависимости от ассортимента выпускаемой продукции в качестве зернового сырья используют светлый, темный и карамельный солод, ячмень, рис. Вместимость каждого бункера (в м^3)

$$V_i = Q_{\text{сут}}^i \cdot 1,1 / \rho_i.$$

Бункера проектируются цилиндрические с коническим днищем или квадратного сечения с пирамидальным днищем.

Полировочные машины предназначены для очистки солода от остатков ростков, примесей, пыли. Продолжительность очистки солода для одной варки составляет 1,5—2 ч, следовательно, в час должно очищаться $Q^r/1,5$ т (где Q^r — масса солода на одну варку). Тип полировочной машины подбирают по табл. 47, после чего определяют их количество.

Нория для подъема полированного солода придает ся полировочным машинам, поэтому ее производительность равна суммарной производительности всех полировочных машин. Производительность по солоду умножают на коэффициент перехода на тяжелое зерно, равный отношению 0,53/0,76, и по табл. 32 подбирают тип нории.

Бункер полированного солода (промежуточный) должен вмещать количество солода, очищаемого за 0,5 ч на полировочных машинах, т. е. рассчитан на массу, равную половине производительности этих машин.

Производительность магнитного сепаратора для отделения ферропримесей из зерна должна быть не меньше производительности полировочных машин. Сепаратор устанавливается перед весами.

Автоматические весы для зернового сырья на одну варку должны иметь производительность: для солода — не менее производительности полировочных машин, а для ячменя — мельничного станка.

Вместимость надвесовых и подвесовых бункеров рассчитывается на 2—3 отвеса.

Дробилки и мельничные вальцовые станки для измельчения солода и несоложенного зерна должны обеспечивать за 1,5—2 ч работы дробленным сырьем на одну варку, т. е. $Q_i^T/1,5$. Затем по табл. 50 подбирают дробилки и рассчитывают их количество. Для дробления ячменя и риса устанавливаются вальцовые станки марки ЗМ раздельно, а на заводах мощностью до

Таблица 50. Техническая характеристика солододробилок

Показатели	БДА-1М	«Мнаг», ГДР	
Производительность, т/ч	1	1	2,5
Число вальцов	4	4	6
Мощность электродвигателя, кВт	5,5	6,8	9,5
Габаритные размеры, мм			
длина	1890	1850	2340
ширина	1166	1600	2150
высота	1690	1650	1650
Масса, кг	1876	2200	5420

2 млн. дал пива в год для нескольких видов несоложенных материалов допускается использование одного станка.

Для дробления солода используют дробилки БДА-1М отечественного производства, а также поставляемые из ГДР.

Для дробления несоложенных материалов применяют вальцовые станки.

Техническая характеристика вальцового станка ЗМ

Производительность, кг/ч	650—1000
Расход воздуха на аспирацию, м ³ /мин	7—10
Мощность электродвигателя, кВт	
при рифленых вальцах	17,7
при гладких вальцах	7,4
Габаритные размеры, мм	1194×1030×1500
Масса, кг	1600

Бункер дробленого солода и бункер дробленого ячменя должны вмещать помол на одну варку. Учитывая, что вместимость бункера на каждую тонну дробленого зернового сырья принимается равной 3 м³, вместимость каждого бункера (в м³)

$$V = Q_i^T \cdot 1,1 \cdot 3.$$

Оборудование варочного отделения. Техническая характеристика основных аппаратов варочных агрегатов на 1; 1,5; 3 и 5,5 т засыпи приведена в катало-

гах. Наряду с заторно-отварочными, фильтрационными, сушеварочными аппаратами устанавливается специальное оборудование.

Вместимость сборника первого сусла должна быть не менее 20—25% выхода сусла с одной варки. Сборник оборудуется паровым обогревом.

Сборник промывных вод представляет собой горизонтальный цилиндрический резервуар со змеевиком для нагревания промывных вод до 70—75°C. Его вместимость на каждую тонну зернопродуктов, поступающих на варку, принимается равной 2,4 м³ и рассчитывается на два затора. Общая вместимость сборника

$$V = Q \cdot 2,4 \cdot 2.$$

Задаваясь диаметром сборника, получают его длину.

Вместимость мерника для горячей воды, используемой для промывки хмеля и извлечения из него остатков сусла, на один затор определяется из расчета 0,2 м³ на 1 т затираемых зерноприпасов.

Установка РЗ-ВХМ-2 предназначена для дробления увлажненного хмеля.

Техническая характеристика установки РЗ-ВХМ-2

Производительность по сухому хмелю, кг/ч	150
Рабочая вместимость замочного аппарата, м ³	3
Размер частиц хмеля после дробления, мм	Не более 1
Мощность электродвигателя, кВт	
мешалки	4
насоса дробилки	17
Габаритные размеры, мм	3030 × 1600 × 3380
Масса, кг	800

Хмелеотборный аппарат предназначен для отделения хмеля от сусла. Двухпосудный варочный агрегат на 1 т засыпи комплектуется хмелеотборным чаном Б7-ВХА, четырехаппаратный на 1,5 т — Б7-ВХБ, а агрегаты на 5,5 т — ВХЧ (табл. 51).

Весь затор из заторного котла перекачивается заторным насосом за 20 мин. Из 1 т зернопродуктов получается 3—3,5 м³ заторной массы. Для перекачивания затора используют центробежные одноступенчатые насосы типа ФГ. При выборе марки насоса помимо производительности учитывают напор, обеспечивающий подъем массы на требуемую высоту.

Таблица 51. Техническая характеристика хмелеотборных аппаратов

Показатели	Б7-ВХА	Б7-ВХБ	ВХС
Вместимость аппарата, м ³			
полная	1,55	4,4	10,0
рабочая	0,85	2,6	4,85
Диаметр внутренний, мм	1400	2000	3180
Высота резервуара, мм	1190	1640	1470
Площадь сит, м ²	3,35	7,24	15,0
Частота вращения мешалки, об/мин	40	40	40
Электродвигатель			
мощность, кВт	2,2	2,2	2,2
частота вращения, об/мин	1500	1500	1500
Габаритные размеры, мм			
длина	1575	2250	3500
ширина	1410	2010	3200
высота	2465	2915	2530
Масса, кг	1187	1584	3202

Количество мутного сусла, возвращаемого в фильтрационный аппарат специальным насосом, составляет 10% объема заторной массы. Возврат осуществляют в течение 10 мин.

Подача насоса для массы затора Q_3 должна быть не менее $Q_3 \cdot 0,1 \cdot 60/10$.

Сусловый насос должен обеспечить перекачивание охмеленного сусла из сушеварочного аппарата за 30 мин.

Объем охмеленного сусла наибольший для сусла с меньшей массовой долей сухих веществ. Объем охмеленного сусла с одной варки (в м³)

$$V = V_{rc} Q^r \cdot 10.$$

Для перекачивания воды и других жидкостей температурой 100—110°C используются насосы центробежные одноступенчатые консольного типа.

Количество дробины с одной варки $Q_d^r = Q^r Q_d \cdot 10$. Перед перекачиванием в сборник дробина разбавляется водой в соотношении 1:4÷1:5, разбавленную дробину перекачивают из фильтрационного аппарата в течение 15 мин, поэтому подача насоса для удаления дробины должна быть не менее $Q^r Q_d \cdot 10 \cdot 60/15$ л/ч.

Оборудование для осветления и охлаждения сусла.

На стадии осветления сусло охлаждается до начальной температуры брожения, освобождается от взвесей и насыщается кислородом воздуха.

Отстойные чаны (рис. 14) для заводов мощностью до 1 млн. дал пива в год предназначены для осветления и охлаждения сусла, а для заводов большей мощности используются как сборники перед сепарированием с частичным охлаждением. В отстойном чане сусло при высоте слоя до 90 см охлаждается до 70°C.

В зависимости от типа варочного агрегата используют отстойные чаны трех типоразмеров (табл. 52):

тип Б7-ВОВ для двух- и четырехаппаратных варочных агрегатов на 1 т единовременной засыпи сырья;

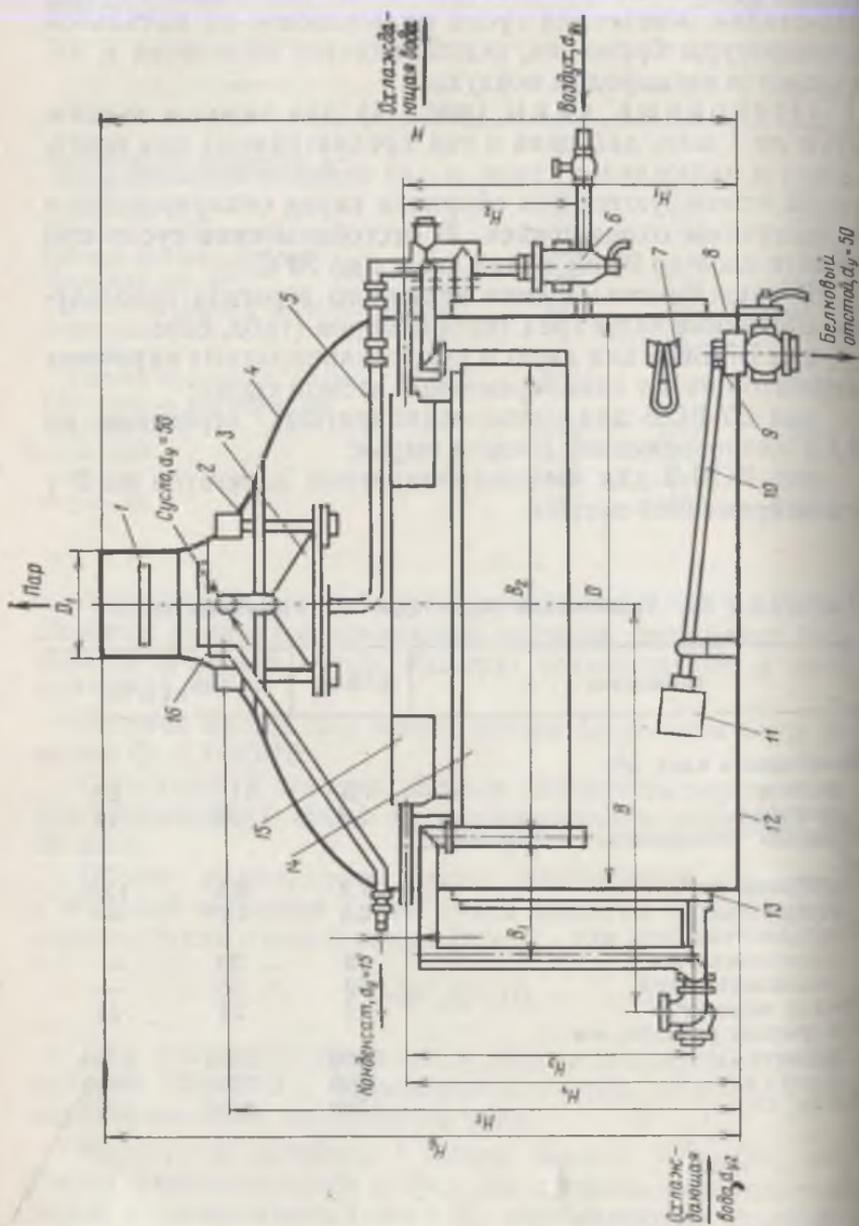
тип Б7-ВОВ для четырехаппаратных агрегатов на 1,5 т единовременной засыпи сырья;

тип ВОЧ-3 для четырехаппаратных агрегатов на 3 т единовременной засыпи.

Таблица 52. Техническая характеристика отстойных чанов

Показатели	Б7-ВОВ	Б7-ВОВ	ВОЧ-3
Вместимость чана, м ³			
полная	7,5	11	23
полезная	5,8	8,6	19
Площадь поверхности охлаждения, м ²			
рубашки	7,3	8,3	12,9
секции	2,4	4,7	—
Продолжительность, мин			
заполнения чана	15	20	—
охлаждения чана	60	65	—
Расход воды, м ³ /ч	15	20	41
Габаритные размеры, мм			
диаметр	2900	3500	4984
высота	3000	3200	3400
Масса, кг	1700	2200	5000

Для четырех- и шестиаппаратных агрегатов на 5,5 т единовременной засыпи устанавливают два чана ВОЧ-3 на агрегат.



Размеры отстойных чанов (в мм) (см. рис. 14) зависят от марки чана:

	Б7-В0Б	Б7-В0В	В0Ч-3
H	2130	2935	3035
H ₁	1220	1220	1212
H ₂	650	650	650
H ₃	1030	1030	—
H ₄	1120	1120	1062
H ₅	1560	2365	2515
H ₆	2030	2835	2985
D	2900	3500	4984
D ₁	400	400	400
B	1950	2250	2820
B ₁	400	400	—
B ₂	2550	3140	—
d _{γ1}	10	10	15
d _{γ2}	70	80	50

Осветление сусла одной варки на сепараторе должно продолжаться не более 2 ч. Расчет ведут по менее концентрированному суслу. Производительность сепараторов должна быть не менее $V_{гс} Q^T \cdot 10/2$. По табл. 53 выбираем

Таблица 53. Техническая характеристика сепараторов для осветления пивного сусла

Показатели	ВСС	ВСМ	ВСС-2
Производительность по количеству осветляемой суспензии, л/ч	2500	5000	10000
Рабочая частота вращения барабана, об/мин	5000	4170	5000
Максимальный диаметр барабана, мм	605	620	600
Электродвигатель			
тип	АО64-2Ф/2	АО62-4Ф/2	АО62-4Ф/2
мощность, кВт	10	10	14
частота вращения, об/мин	1460	1460	1460
Габаритные размеры, мм			
длина	1250	1085	1260
ширина	940	870	1020
высота	1450	1455	1500
Масса с электродвигателем, кг	938	1090	1365

Рис. 14. Отстойный чан:

1 — дроссельная заслонка; 2 — паропроводный штуцер; 3 — конусный зонг; 4 — сферическая крышка; 5 — труба для воздуха; 6 — воздушный фильтр; 7 — датчик для контроля температуры; 8 — корпус аппарата; 9 — шарнир крепления плавающей трубы; 10 — труба; 11 — поплавок; 12 — днище; 13 — рубашка для охлаждения; 14 — охлаждающая секция; 15 — распределительный желоб сусла; 16 — труба для подачи сусла

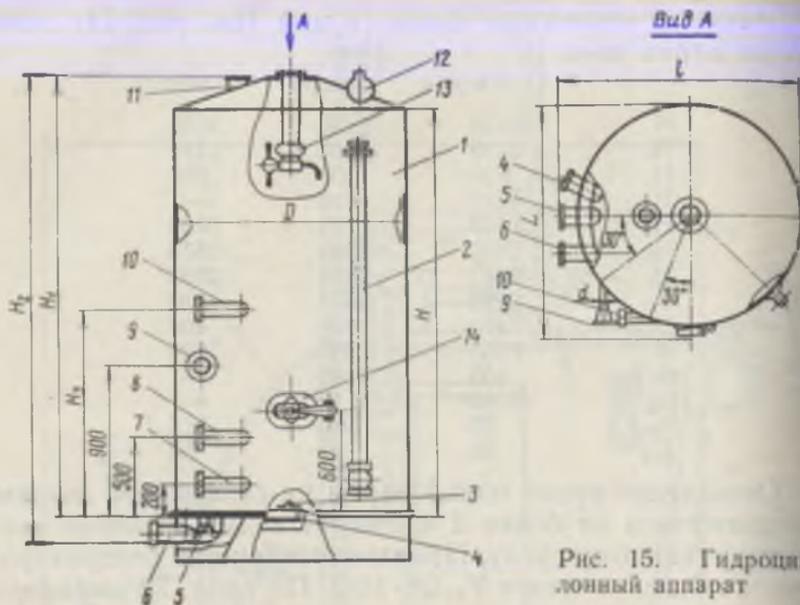


Рис. 15. Гидроциклонный аппарат

тип сепаратора и определяем их количество. Для мытья деталей сепаратора предусматривают ванны размером $1500 \times 700 \times 700$ мм, а для подъема частей сепаратора при разборке — электроталь типа ТЭ-0,583П грузоподъемностью 300 кг.

Для отделения взвесей и дробленого хмеля от горячего сусла используют гидроциклонный аппарат (рис. 15), представляющий собой цилиндрический резервуар 1 с конической крышкой и плоским, слегка наклонным дном. Он снабжен люком 14, указателем уровня сусла 2, моющей головкой 13, паротводным патрубком 11 и осветителем 12. Аппарат имеет: патрубок 9 в виде конического сопла, установленный под углом 30° по касательной к обечайке корпуса, патрубки 7, 8, 10 для последовательного спуска сусла, патрубок 6 для смыва мутного сусла и патрубок 5 для удаления осадка после размыва. Подача воды к размывателю 3 производится через лоток 4.

Горячее сусло из сусловарочного котла насосом при давлении в трубке 9 не менее 0,6 МПа со скоростью 20—25 м/с подается в аппарат в течение 15—20 мин. В результате вращательного вихревого движения взвеси образуют плотный конусообразный осадок. Продолжи-

тельность осветления примерно 20 мин, после чего сусло подают насосом на охлаждение.

При недостаточном давлении в патрубке 9 для повышения скорости вращения сусла в аппарате производят его рециркуляцию с помощью насоса через патрубки 9 и 8 примерно 20 мин.

Аппарат подбирают по табл. 54, 55 в зависимости от массы одновременно перерабатываемого солода в варочном агрегате.

Таблица 54. Техническая характеристика гидроциклонных аппаратов

Показатели	РЗ-ВГЧ-1,5	РЗ-ВГЧ-3	РЗ-ВГЧ-5,5
Количество одновременно перерабатываемого солода, т	1,5	3,0	5,5
Производительность, дал/сут	5230	9980	17110
Вместимость, м ³			
полная	13,5	26	45
рабочая	11	21	36
Скорость подачи сусла в аппарат, м/с	—	20—25	—
Диаметр сопла, мм			
наибольший	80	100	125
наименьший	30	50	50
Внутренний диаметр аппарата, мм	2400	3000	3800
Габаритные размеры, мм, не более			
длина	2667	3721	4071
ширина	2559	3263	3963
высота	3753	4328	4513
Масса, кг	1068	2146	2966

Таблица 55. Размеры гидроциклонных аппаратов

Марка	Размеры, мм							
	D	d	L	l	H	H ₁	H ₂	H ₃
РЗ-ВГЧ-1,5	2400	60	2625	2515	3000	3350	3753	1200
РЗ-ВГЧ-3	3000	50	3225	3115	3600	4000	4328	1400
РЗ-ВГЧ-5,5	3800	50	4025	3915	3800	4270	4513	1500

Теплообменники используются для охлаждения сусла до начальной температуры брожения: при периодической схеме брожения до 6°C, при сбраживании в ЦКБА до 10°C. Для этой цели можно использовать различные типы теплообменников, однако предпочтительны автоматизированные пластинчатые охладительные установки. Пластинчатый охладитель ООУ-25 имеет производительность по пивному суслу 1250 дал/ч. Производительность теплообменных аппаратов должна быть равна производительности сепараторов.

Оборудование цеха брожения-дображивания

Существуют следующие схемы главного брожения и дображивания:

периодическая с разделением процесса брожения на главное брожение и дображивание, проводимые в аппаратах главного брожения и аппаратах дображивания;

в цилиндрикоконических бродильных аппаратах с совмещением процессов главного брожения и дображивания.

При периодическом способе сусло вначале сбраживают в цехе брожения до молодого пива, а дображивание и созревание пива проводят в цехе дображивания.

Оборудование отделения главного брожения. Основное оборудование в отделении — бродильные аппараты, насосы.

Основанием для расчета количества бродильных аппаратов служат объем охлажденного сусла, получаемого за год для каждого сорта пива, объем и оборачиваемость аппарата. Бродильные аппараты изготовляют прямоугольной формы или в виде цилиндрических резервуаров. В основном устанавливают цилиндрические бродильные аппараты, а аппараты прямоугольной формы чаще используют для предварительного брожения.

Вначале выбирают тип и вместимость бродильного аппарата. Объем бродильного аппарата принимают кратным объему охлажденного сусла, получаемого с одной варки для менее концентрированного сорта пива, с учетом коэффициента заполнения.

Бродильный аппарат ЧБ-15 (рис. 16) представляет собой герметический четырехугольный сосуд, снабженный змеевиком 1 для охлаждения. Он имеет патрубки 2 для ввода сусла и вывода молодого пива, 6

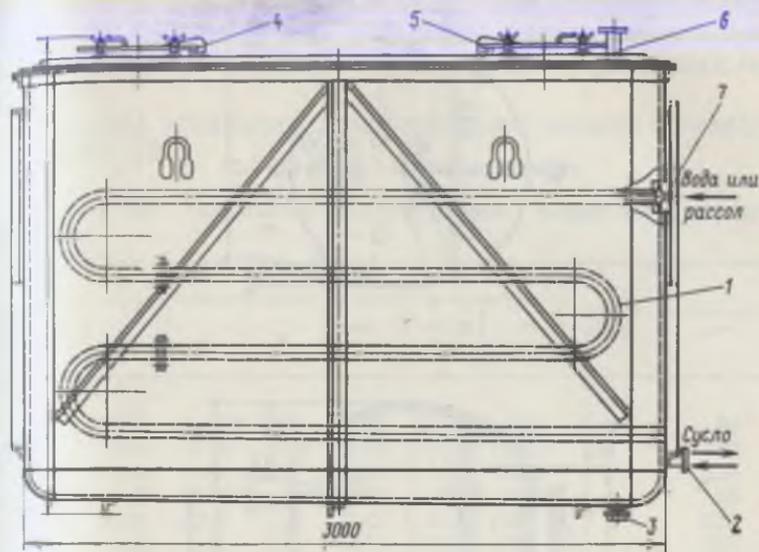


Рис. 16. Бродительный аппарат ЧБ-15

для отвода диоксида углерода, 7 для ввода охлаждающей жидкости, пробку 3 для слива остатков сусла. Мойку аппарата производят через люки 4, 5.

Техническая характеристика бродительного аппарата ЧБ-15

Полная вместимость, м ³	15
Площадь поверхности охлаждения, м ²	3,7
Диаметр, мм	
суслопровода	50
охлаждающего змеевика	50
Габаритные размеры, мм	3175 × 2650 ×
	× 2330
Масса, кг	2150

Аппарат главного брожения Б-604 (рис. 17) рассчитан на работу под избыточным давлением до 0,07 МПа и представляет собой горизонтальный цилиндрический сосуд со сферическими днищами, установленный на опорах 11. Для охлаждения сусла служит змеевик 2 диаметром 70 мм, для обслуживания — люк 7, для сбора диоксида углерода — кран 3, для сброса избыточного давления — кран 4, для взятия пробы — кран 5, для входа и выхода сусла — кран 6, для подвода возду-

ха — кран 9. Аппарат, кроме того, снабжен шпунт-аппаратом 10, бобышкой для установки контрольно-измерительных приборов 8, контрольной трубой 1, моющими головками.

Размеры аппаратов различной вместимости приведены в табл. 56.

Таблица 56. Техническая характеристика аппаратов главного брожения

Вместимость, м ³	Размер, мм						Число опор	Масса, кг
	D	L	l	l ₁	l ₂	l ₃		
8	1800	3400	400	2600	1000	1400	3	80
10	1800	4150	400	3350	1400	1400	3	562
	2000	3400	400	2600	1000	1600	4	539
12,5	1800	5100	400	4300	1300	1400	4	565
	2000	4200	400	3400	1400	1600	3	638
16	1800	6450	400	5650	1300	1400	5	805
	2000	5300	400	4500	1300	1600	4	766
	2400	3650	500	2650	1000	1800	3	855
20	2000	6550	400	5750	1300	1600	5	907
	2400	4550	500	3550	1400	1800	3	1018
25	2400	5650	500	4650	1400	1800	3	1215
32	2400	7200	500	6200	1400	1800	5	1591
40	2400	8800	500	7800	1400	1800	6	1771
50	2400	11200	500	10200	1400	1800	8	2176

Если одновременную засыпь обозначить через Q^T , то объем холодного суслу с одной варки V_{xc}^T равен объему холодного суслу, получаемому из 100 кг зернового сырья, умноженному на Q^T и деленному на 10, т. е.

$$V_{xc}^T = V_{xc} Q^T / 10.$$

Вместимость одного бродильного аппарата (в м³)

$$V_6 = K_3' V_{xc}^T / K_6,$$

где K_3' — число заторов (варок), используемых для получения суслу, подаваемого в один бродильный аппарат; K_6 — коэффициент заполнения бродильного аппарата.

Коэффициент заполнения аппаратов: брожения $K_6 = 0,9$; дображивания $K_{дл} = 0,98$; брожения и дображивания в ЦКБА $K_6' = 0,85$.

Число аппаратов главного брожения с учетом равномерной работы завода для каждого сорта пива

$$n_{i6} = V'_{xc} / V_6 z_6 K_6,$$

где V'_{xc} — объем холодного сула, получаемого в год для i -го сорта пива, m^3 ; z_6 — оборачиваемость аппаратов в год, т. е. число рабочих циклов аппарата (табл. 57), равна отношению рабочих дней в году к длительности одного цикла. Длительность цикла или один оборот включает продолжительность брожения для данного сорта пива плюс 0,5 сут на заполнение, опорожнение и мойку аппарата.

Таблица 57. Нормативные данные брожения и дображивания

Сорт пива	Длительность сут				Оборачиваемость, раз			
	процесса		цикла		в месяц		в год	
	брожения	дображивания	брожения	дображивания	брожения	дображивания	брожения	дображивания

Периодическая схема

Жигулевское	7	21	7,5	22	3,800	1,363	43	15,4
Рижское	7,5	42	8	43	3,565	0,697	40,4	7,9
Столичное	7,5	42	8	43	3,565	0,697	40,4	7,9
Московское	8	42	8,5	43	3,352	0,697	38	7,9
Украинское	8	30	8,5	31	3,352	0,697	38	11
Мартовское	8	30	8,5	31	3,352	0,697	38	11
Ленинградское	11	90	11,5	91	2,591	0,330	29	3,7

В ЦКБА

Жигулевское (11%-ное)	13	14	2,143	24,1
12%-ное	18	19	1,5	17,89
13%-ное	22	23	1,239	14,78

Примечание. Расчеты оборачиваемости бродильных аппаратов выполнены по варочному цеху, работающему 323 дня в году, аппаратов для дображивания — по цеху дображивания, работающему 340 дней.

Если работа варочного цеха определялась с учетом максимального месячного выпуска пива в летнее время, равного 0,1 годового, то число аппаратов главного брожения

$$n_{i6} = \frac{V'_{xc} \cdot 0,1}{V_6 z_6 K_6},$$

где z_6 — оборачиваемость аппаратов в месяц.

Таким образом определяют число бродильных аппаратов для каждого сорта пива, а суммируя эти числа, получают их общее количество n_6 , включая два резервных:

$$n_6 = n_1 + n_2 + n_3 + \dots + 2.$$

Оборудование дрожжевого отделения. Для получения чистой культуры дрожжей в основном используют установку Грейнера, для кипячения сула (стерилизация) и последующего его охлаждения — стерилизатор, для первой стадии размножения дрожжей — бродильный цилиндр, для стерилизации и охлаждения сула, а также проведения второй стадии размножения дрожжей — резервуар предварительного брожения. Число бродильных цилиндров в зависимости от числа используемых рас дрожжей может колебаться от 1 до 4; в практике чаще устанавливают два бродильных цилиндра. Каждый бродильный цилиндр имеет сосуд для посевных дрожжей.

Техническая характеристика установки Грейнера (ГДР)

Производительность завода, тыс. дал пива	1000	500
в год		
Вместимость, л		
стерилизатора	360	180
бродильных цилиндров	180	90
сосудов для хранения чистой культуры дрожжей	9,5	5
аппарата предварительного брожения	2000	1000

Для хранения семенных и избыточных дрожжей применяются сборники. Суточный выход дрожжей после главного брожения определяется отношением количества дрожжей для всех сортов пива к числу дней работы в году, т. е. 338. При периодической схеме брожения выход дрожжей на 10 дал сбраживаемого сула составляет 1,5 л, из них 0,5 л используются как семенные, а 1 л — избыточные, для ЦКБА выход дрожжей составляет 3,2 л, из них 0,8 л — семенные, 2 л — избыточные.

При хранении семенные дрожжи заливаются охлажденной до 1°C водой в соотношении 1:1, смена воды производится 2 раза в сутки. В соответствии с нормами проектирования в дрожжевом отделении хранится двухсуточный запас семенных дрожжей, а для завода мощностью более 5 млн. дал пива в год запас принимается на 1,5 сут.

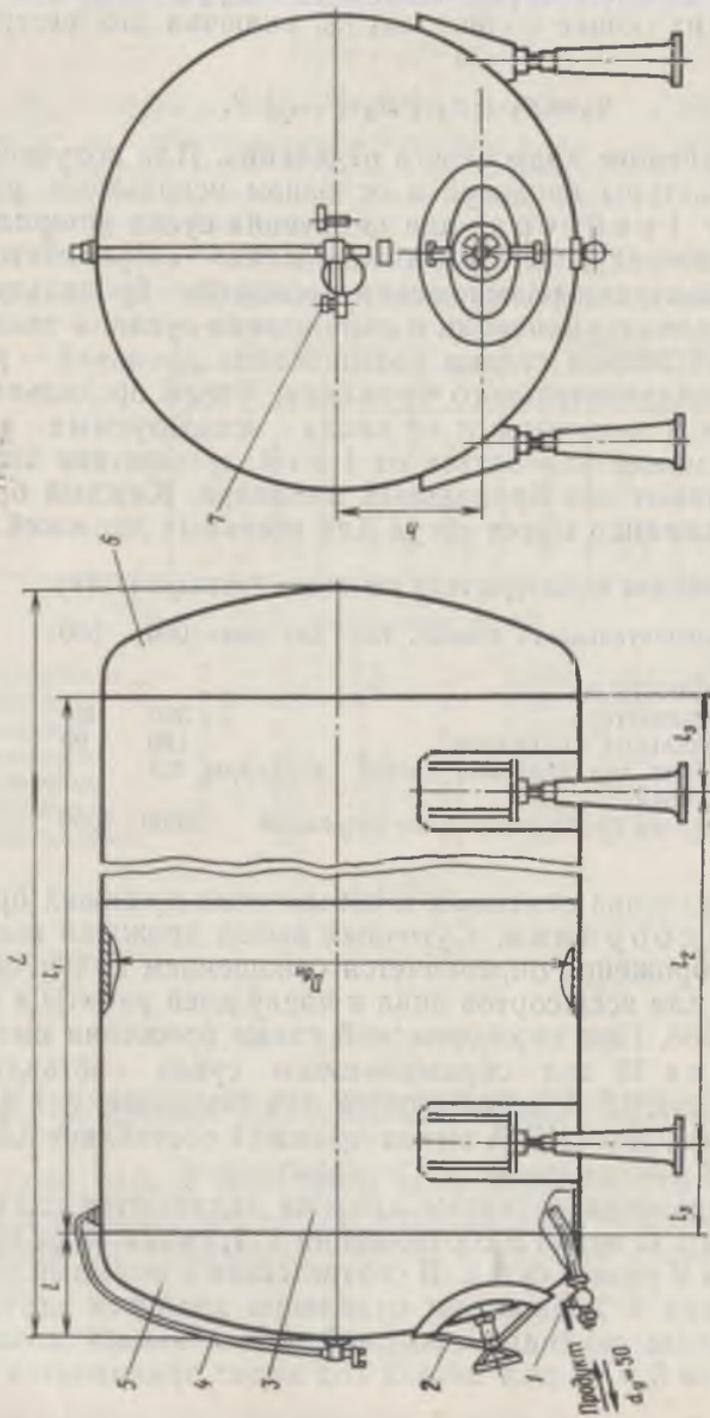


Рис. 18. Горизонтальный аппарат типа М7-ТЛА

Для заводов мощностью до 5 млн. дал пива в год считают двухсуточный, а при большей мощности 1,5-суточный запас избыточных дрожжей. Потребный объем сборников находят из условия их разбавления водой в соотношении 1:0,3.

Для брожения по периодической схеме устанавливают вертикальные сборники вместимостью 630 л ($D_{\text{вн}}h = 1000 \times 1265$ мм) и 1000 л (1200×1405 мм); для брожения в ЦКБА — вместимостью 2,5 м³ (1400×2820 мм), 4 м³ (1600×3250 мм), 6,3 м³ (1800×3800 мм) и 10 м³ (2200×3800 мм).

Бак для охлажденной воды оборудован змеевиком. Вместимость бака должна обеспечить одновременный залив водой семенных и избыточных дрожжей.

Для создания вакуума в вакуум-сборниках устанавливают вакуум-насос КВН-4 производительностью 20 м³/ч.

Оборудование отделения дображивания. Основное оборудование — аппараты для дображивания, насосы,

Таблица 58. Техническая характеристика горизонтальных аппаратов для дображивания

Вместимость, м ³	Размер, мм							Число опор	Масса, кг
	$D_{\text{вн}}$	L	l	l_1	l_2	l_3	h		
8	1800	3400	400	2600	1000	1400	550	3	421,4
	2000	2800	400	2000	1400	1600	620	2	417,4
10	1800	4150	400	3350	1325	1400	550	3	490,4
	2000	3400	400	2600	1000	1600	620	3	479,4
12,5	1800	5100	400	4300	1000	1400	550	4	578,4
	2000	4200	400	3400	1400	1600	620	3	561,4
	2400	2900	525	1850	1100	1800	750	2	668,5
16	1800	6450	400	5650	1000	1400	550	5	702,4
	2000	5300	400	4500	1270	1600	620	4	674,4
	2400	3650	500	2650	1000	1800	750	3	791,4
20	2000	6550	400	5750	1440	1600	620	5	802,4
	2400	4550	500	3550	1400	1800	750	3	991,5
25	2000	8200	400	7400	1400	1600	620	6	941,5
	2400	5650	500	4650	1400	1800	620	4	1117,5
32	2400	7200	500	6200	1360	1800	750	5	1370,5
	2400	8800	500	7800	1400	1800	750	6	1632,5
40	3200	5520	840	3840	920	2400	1100	4	2047,6
	2400	11200	500	10200	1400	1800	750	8	2024,5
63	3200	8370	840	6690	920	3040	750	7	2983,0
67	3200	8810	840	7130	920	2400	1100	8	3127,1
80	3200	10520	840	8840	920	3040	1100	10	3688,3

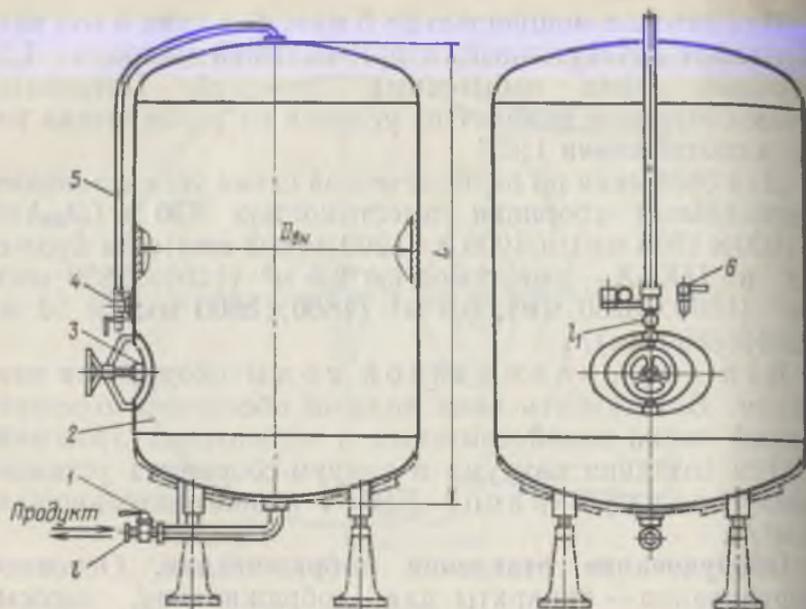


Рис. 19. Вертикальный аппарат типа М7-ТАВ

смесители. Для дображивания и созревания пива используют вертикальные и горизонтальные аппараты.

Горизонтальный аппарат типа М7-ТЛА (рис. 18) представляет собой алюминиевый сосуд цилиндрической формы 3 со сферическими днищами 5 и 6, на одном из которых находится люк 2. Аппарат снабжен краном 1 для заполнения молодым пивом и выхода готового пива и арматурой 4 для отвода диоксида углерода, шпунт-аппаратом 7 и моющими головками. Аппарат (табл. 58) устанавливается на опорах.

Вертикальный аппарат для дображивания марки М7-ТАВ (рис. 19) представляет собой цилиндрический сосуд 2 со сферическими днищами, устанавливаемый на опорах. Аппарат снабжен спускным краном 1, крестовиной 4 для крепления шпунт-аппаратов, трубкой воздуховода 5, крышкой люка 3 и пробным краном 6. Вертикальные аппараты для дображивания изготавливаются вместимостью от 8 до 25 м³ (табл. 59).

Вместимость одного аппарата для дображивания пива должна быть кратна объему молодого пива из одного бродильного аппарата с учетом коэффициента заполнения K_d . Таким образом, аппарат для дображивания мо-

Таблица 59. Техническая характеристика вертикальных аппаратов для дображивания

Вместимость, м ³	Размер, мм				Число стоек на одну опору	Масса, кг, не более
	$D_{вн}$	L	l	l_1		
8	1800	3400	400	2600	4	421,4
	2000	2800	400	2000	6	417,4
10	1800	4150	400	3350	4	490,4
	2000	3400	400	2600	6	479,4
12,5	1800	5100	400	4300	4	578,4
	2000	4200	400	3400	6	561,4
	2400	2900	500	1900	6	668,5
16	1800	6450	400	5650	4	702,4
	2000	5300	400	4500	4	674,4
	2400	3650	500	2650	4	791,4
20	2000	6550	400	5750	6	802,4
	2400	4550	500	3550	6	991,5
25	2000	8200	400	7400	6	941,4
	2400	5650	500	4650	6	1117,5

жет вмещать молодое пиво с одного, двух, иногда и более бродильных аппаратов, т. е. рассчитывается на один или несколько заторов (варок) K_3^* .

Объем молодого пива, получаемого с одной варки (в м³),

$$V_{мп}^* = V_{мп} Q^T / 10,$$

тогда вместимость одного аппарата

$$V_d = K_3^* V_{мп}^* / K_d.$$

Число аппаратов для дображивания n_d определяют для каждого сорта пива. При равномерной работе завода

$$n_{i_d} = V_{мп}^* / V_d z_d K_d,$$

где $V_{мп}^*$ — объем молодого пива, получаемого в год, для i -го сорта пива, м³; z_d — оборачиваемость аппаратов для дображивания в год, раз (см. табл. 57).

При напряженной работе завода

$$n_{i_d} = V_{мп}^* \cdot 0,1 / V_d z_d' K_d,$$

где z_d' — оборачиваемость аппаратов в месяц (см. табл. 57).

Общее число аппаратов, включая 2 резервных,

$$n_d = n_1 + n_2 + n_3 + \dots + 2.$$

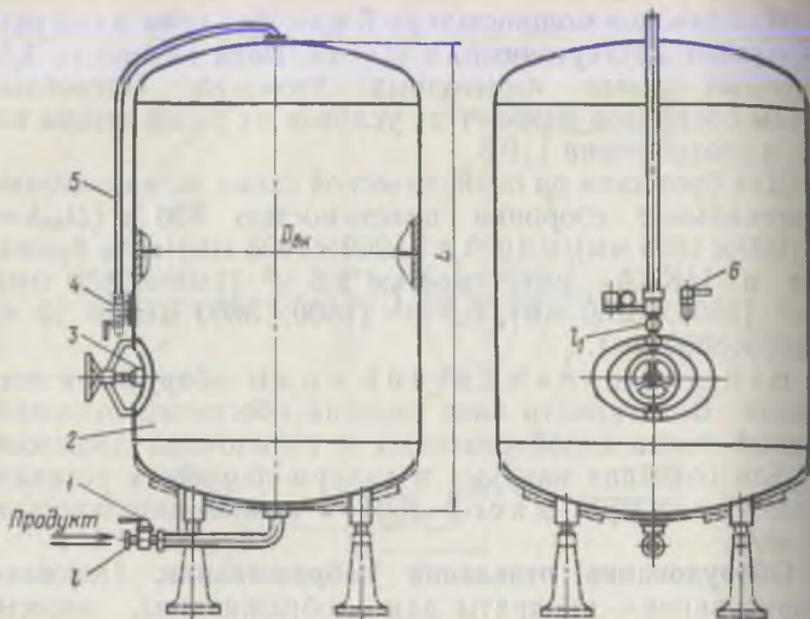


Рис. 19. Вертикальный аппарат типа М7-ТАВ

смесители. Для дображивания и созревания пива используют вертикальные и горизонтальные аппараты.

Горизонтальный аппарат типа М7-ТЛА (рис. 18) представляет собой алюминиевый сосуд цилиндрической формы 3 со сферическими днищами 5 и 6, на одном из которых находится люк 2. Аппарат снабжен краном 1 для заполнения молодым пивом и выхода готового пива и арматурой 4 для отвода диоксида углерода, шпунт-аппаратом 7 и моющими головками. Аппарат (табл. 58) устанавливается на опорах.

Вертикальный аппарат для дображивания марки М7-ТАВ (рис. 19) представляет собой цилиндрический сосуд 2 со сферическими днищами, устанавливаемый на опорах. Аппарат снабжен спускным краном 1, крестовиной 4 для крепления шпунт-аппаратов, трубкой воздуховода 5, крышкой люка 3 и пробным краном 6. Вертикальные аппараты для дображивания изготавливаются вместимостью от 8 до 25 м³ (табл. 59).

Вместимость одного аппарата для дображивания пива должна быть кратна объему молодого пива из одного бродильного аппарата с учетом коэффициента заполнения K_d . Таким образом, аппарат для дображивания мо-

Таблица 59. Техническая характеристика вертикальных аппаратов для дображивания

Вместимость, м ³	Размер, мм				Число стоек на одну опору	Масса, кг, не более
	$D_{вн}$	L	l	l_1		
8	1800	3400	400	2600	4	421,4
	2000	2800	400	2000	6	417,4
10	1800	4150	400	3350	4	490,4
	2000	3400	400	2600	6	479,4
12,5	1800	5100	400	4300	4	578,4
	2000	4200	400	3400	6	561,4
	2400	2900	500	1900	6	668,5
16	1800	6450	400	5650	4	702,4
	2000	5300	400	4500	4	674,4
	2400	3650	500	2650	4	791,4
20	2000	6550	400	5750	6	802,4
	2400	4550	500	3550	6	991,5
25	2000	8200	400	7400	6	941,4
	2400	5650	500	4650	6	1117,5

жет вмещать молодое пиво с одного, двух, иногда и более бродильных аппаратов, т. е. рассчитывается на один или несколько заторов (варок) K_3 .

Объем молодого пива, получаемого с одной варки (в м³),

$$V_{мп}^* = V_{мп} Q^* / 10,$$

тогда вместимость одного аппарата

$$V_{\kappa} = K_3^* V_{мп}^* / K_{\kappa}.$$

Число аппаратов для дображивания n_{κ} определяют для каждого сорта пива. При равномерной работе завода

$$n_{i\kappa} = V_{мп}^* / V_{\kappa} z_{\kappa} K_{\kappa},$$

где $V_{мп}^*$ — объем молодого пива, получаемого в год, для i -го сорта пива, м³; z_{κ} — оборачиваемость аппаратов для дображивания в год, раз (см. табл. 57).

При напряженной работе завода

$$n_{i\kappa} = V_{мп}^* \cdot 0,1 / V_{\kappa} z_{\kappa} K_{\kappa},$$

где z_{κ} — оборачиваемость аппаратов в месяц (см. табл. 57).

Общее число аппаратов, включая 2 резервных,

$$n_{\kappa} = n_1 + n_2 + n_3 + \dots + 2.$$

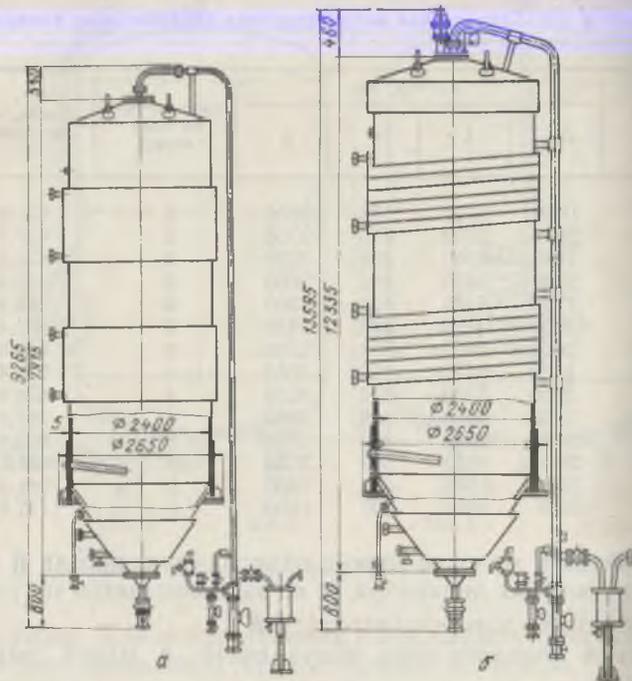


Рис. 20. Цилиндроконические бродительные аппараты:
а — Ш4-ВЦН-30Г4; б — Ш4-ВЦН-50Г4;

Для смешивания пива из нескольких аппаратов для дображивания перед осветлением устанавливают смесительные фонари модели СФ-3 по одному в каждом коридоре.

Таблица 60. Техническая характеристика ЦКБА

Показатели	Ш4-ВЦН-30Г4	Ш4-ВЦН-50Г4	РЗ-ВЦН-95Г4
Вместимость, м ³			
полная	30	50	100
рабочая	25,5	42,5	80
Давление, МПа	0,07	0,07	0,07
Площадь поверхности охлаждения, м ²	17,4	23,2	44,3
Масса, кг	5380	6490	11890

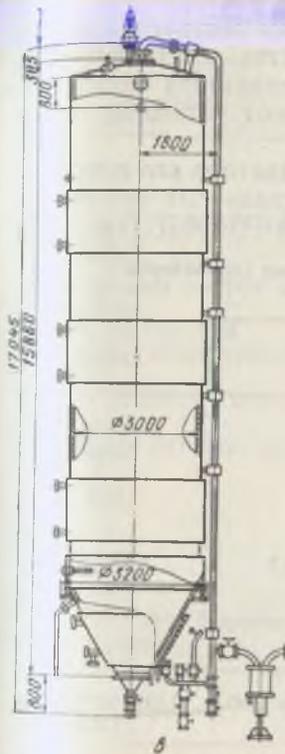


Рис. 20. (Продолжение)
в — РЗ-ВЦН-95Г4

жержными насосами двойного действия. При расчете числа насосов предусматривают один резервный. Для подачи пива устанавливают насосы типа К, подбираемые по производительности.

Оборудование фильтровального отделения

В фильтровальном отделении устанавливают сепараторы и фильтры для осветления пива, теплообменники, сборники фильтрованного пива, карбонизаторы. Все оборудование (кроме сборников) рассчитывают с учетом работы не более двух смен.

Сепараторы для осветления пива имеют производительность, одинаковую с насосами для подачи пива на

Оборудование для сбраживания пивного суслу ускоренным способом. Главное брожение и дображивание ускоренным способом проводят в одном цилиндрикоконическом бродительном аппарате (рис. 20, табл. 60).

Длительность процесса в ЦКБА сокращается примерно вдвое.

Количество ЦКБА определяют с учетом коэффициента заполнения, равного 0,85, и соответствующей оборачиваемости (см. табл. 57).

Пиво из аппаратов для дображивания подается насосом в теплообменник для охлаждения перед сепарированием. Количество подаваемого пива рассчитывают из условия работы не более двух смен и числа дней работы в месяц 21 и в году 238: при равномерной работе в течение года $V/238 \times 2 \times 7$; при напряженной работе в течение месяца $V \cdot 0,1/21 \times 2 \times 7$. Подачу пива осуществляют одноцилиндровыми плун-

осветление. Подобрал по табл. 61 тип сепаратора по производительности, делением количества осветляемого пива за час на производительность сепаратора определяют их число. При этом предусматривают установку одного резервного сепаратора.

Для осветления пива после сепаратора его направляют на фильтрование. Для этого используют фильтры намывные диатомитовые марки РЗ-ВФД (табл. 62),

Таблица 61. Техническая характеристика сепараторов для осветления пива

Показатели	ВСП	А1-ВПО
Производительность, л/ч	3000	6000
Рабочая частота вращения, об/мин	4400	5000
Максимальный диаметр бабана, мм	630	610
Давление, МПа		
на входе пива	0,05—0,07	0,16—0,2
на выходе осветленного пива	0,5	0,5
Электродвигатель		
мощность, кВт	14	17
частота вращения, об/мин	1460	—
Габаритные размеры, мм	1445×1070×1890	1170×1070×2050
Масса, кг	1225	1350

Таблица 62. Техническая характеристика намывных диатомитовых фильтров

Показатели	РЗ-ВФД-4	РЗ-ВФД-25	РЗ-ВФД-50
Производительность техническая, дал/ч	500	600	1200
Площадь поверхности фильтрования, м ²	22	25	50
Размер рам, мм	600×600	600×600	600×600
Усилие зажима, МН	0,14—0,16	0,2	0,2
Максимальное рабочее давление, МПа	0,5	0,6	0,6
Мощность электродвигателей, кВт	5,9	11,1	20,6
Габаритные размеры, мм			
длина	4010	6800	8500
ширина	1000	1200	1200
высота	1050	1880	1980
Масса, кг	2210	2800	3500

Таблица 63. Техническая характеристика обеспложивающих фильтров

Показатели	Ш4-ВФС-25	Ш4-ВФС-50	Ш4-ВФС-100
Производительность техническая, дал/ч	300	600	1200
Площадь поверхности фильтрования, м ²	25	50	100
Размер плит, мм	600×600	600×600	600×600
Максимальное рабочее давление, МПа	0,6	0,6	0,6
Усилие зажима, МН	0,2	0,2	0,2
Мощность электродвигателя, кВт	12,05	16,05	23,05
Рабочее давление воздуха, МПа	0,4	0,4	0,4
Габаритные размеры, мм			
длина	4145	5455	7680
ширина	1155	1214	1266
высота	1430	1430	1430
Масса, кг	1940	2870	4550

Таблица 64. Техническая характеристика пластинчатых пастеризаторов

Показатели	АПП-3	АПП-6
Производительность, л/ч	3000	6000
Температура пастеризации, °С	68—70	68—70
Конечная температура продукта, °С	0—1	0—1
Начальная температура воды, °С	75—77	75—77
Температура рассола, °С	—5	—5
Расход, м ³ /ч		
воды	9	18
рассола	6	12
Расход пара, кг/ч	71	144
Площадь поверхности теплопередачи в секциях, м ²		
пастеризации	1	2,2
регенерации	10,6	21,4
охлаждения рассолом	2,2	4,6
Начальное давление продукта, МПа	0,6—0,65	0,6—0,65
Габаритные размеры, мм	1970×700×1520	2275×700×1520
Масса, кг	950	1120

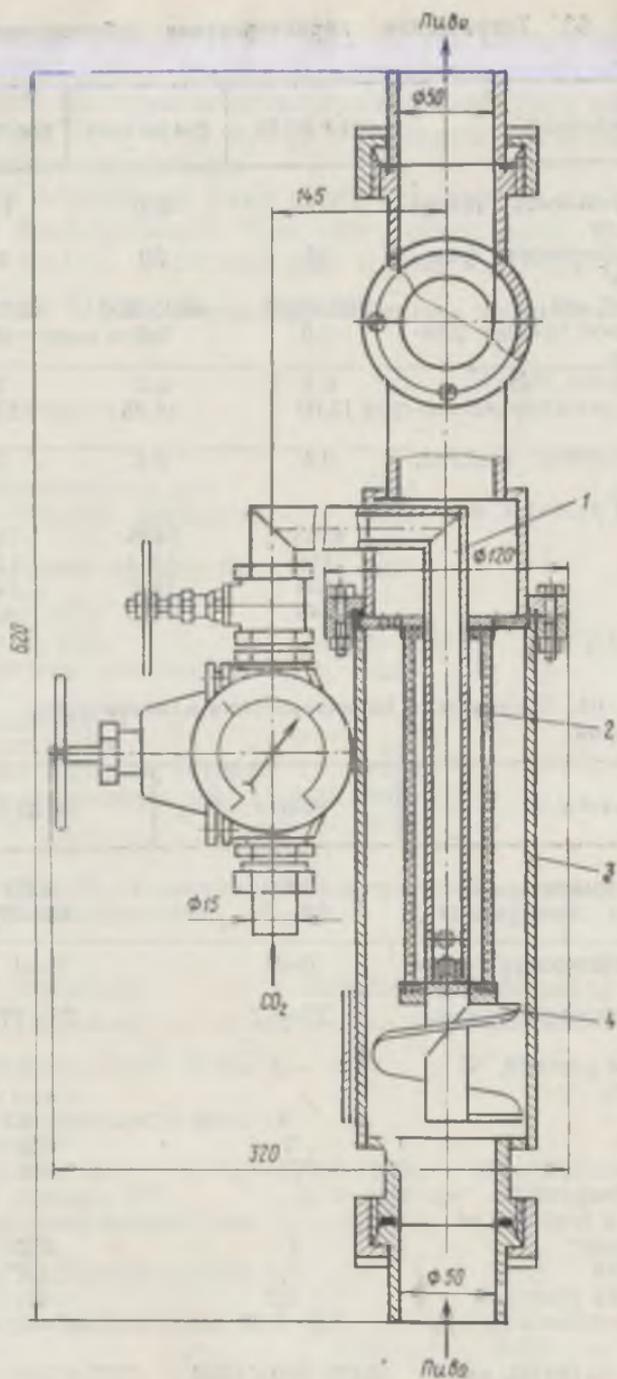


Рис. 21. Карбонизатор типа Ш4-ВКП-12

а для получения пива повышенной биологической стойкости — обесплескивающие фильтры марки Ш4-ВФС (табл. 63).

Пиво после сепаратора охлаждается с 4 до 1°C в пластинчатых теплообменниках (см. табл. 74). В ряде случаев пиво пастеризуют в потоке и затем подвергают карбонизации.

Для пастеризации пива в потоке (перед розливом в бутылки) применяют пластинчатые пастеризаторы, имеющие секции пастеризации, регенерации и рассольную (табл. 64). Каждая секция состоит из нескольких пакетов пластин, через которые последовательно проходят теплообменивающие жидкости.

Пиво насыщается диоксидом углерода в потоке в карбонизаторе (рис. 21), состоящем из корпуса 3, шнека 4, металлокерамической трубки 2 и трубопроводов.

Охлажденное до 2—4°C пиво подается под давлением в корпус карбонизатора, направляется шнеком по спирали и омывает металлокерамическую трубку 2, через которую из трубопровода 1 поступает диоксид углерода. Пиво смешивается с газом и насыщается до массового содержания CO₂ 0,35—0,4%.

Число карбонизаторов определяется при условии работы не более двух смен.

Техническая характеристика карбонизатора пива Ш4-ВКП-12

Производительность техническая, л/ч	12000
Температура пива, подаваемого в карбонизатор, °С	2—4
Рабочее давление диоксида углерода, МПа	0,1—0,3
Масса, кг	10,0

Сборники фильтрованного пива представляют собой герметизированные горизонтальные или вертикаль-

Таблица 65. Техническая характеристика эмалированных резервуаров для фильтрованного пива

Вместимость, м ³	Вертикальные		Горизонтальные	
	DN, мм	Масса, кг	DN, мм	Масса, кг
8	2000×3700	2055	—	—
10	2200×3825	2655	2200×2980	2300
16	2600×4570	4395	2600×4020	4110
20	2800×4560	4745	2800×4020	4470

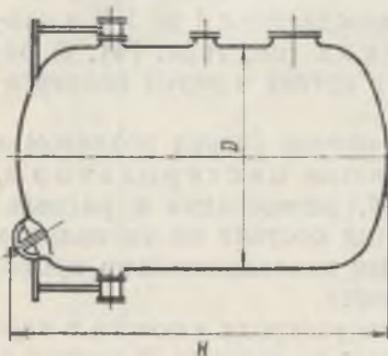


Рис. 22. Горизонтальный сборник фильтрованного пива

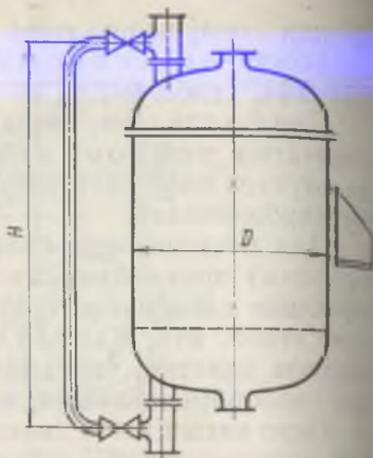


Рис. 23. Вертикальный сборник фильтрованного пива

ные цилиндрические резервуары (табл. 65), оборудованные мерными стеклами. Они выполняются из стали с покрытием из нержавеющей стали; используются также эмалированные сборники горизонтальные (рис. 22) и вертикальные (рис. 23).

Общая вместимость сборников фильтрованного пива должна обеспечить запас пива на суточный розлив при коэффициенте заполнения сборников 0,9.

Оборудование цеха розлива пива

Цех розлива пива делится на два отделения: розлива пива в бутылки и розлива пива в бочки и пивовозы.

Оборудование отделения розлива пива в бутылки. Отделение розлива пива в бутылки оснащается автоматизированными линиями. На рис. 24 приведены примерный

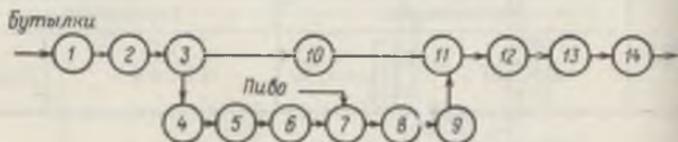


Рис. 24. Структурная схема линии розлива пива в бутылки

состав линии розлива пива в бутылки и последовательность выполнения операций. В конкретных условиях данная схема может быть изменена.

В состав линии розлива включены следующие автоматы: для расформирования пакетов ящиков в стопки 1, разборки стопок ящиков 2, выемки бутылок из ящиков 3, устройство для междуэтажной транспортировки бутылок 4, мойки бутылок 5, инспекции пустых бутылок 6, разливочно-укупорочный 7, бракеражный 8, этикетировочный 9, санитарной обработки ящиков 10, укладки бутылок в ящики 11, сборки ящиков в стопки 12, формирования пакетов ящиков 13, а также устройство для междуэтажной транспортировки бутылок и пакетов ящиков 14. Параметрическим рядом линий фасовки пищевых жидкостей в СССР установлена следующая производительность: 1500, 3000, 6000, 12 000, 24 000 бутылок в час.

В бутылки разливается все сортовое пиво и в соответствии с заданием на проектирование часть Жигулевского пива. Определив количество фильтрованного пива $Q'_{\text{фп}}$, разливаемого в бутылки, рассчитывают производительность всех автоматических моечно-разливочных линий (в бутылках в час)

$$Q = \frac{Q'_{\text{фп}} \cdot 10 \cdot 0,1}{21 \cdot 14 K_{\text{тн}} V_{\text{бут}}},$$

где 0,1 — часть годового выпуска пива, разливаемого в течение месяца; 21 — число рабочих дней в месяце; 14 — число рабочих часов в сутки; $K_{\text{тн}}$ — коэффициент технического использования; $V_{\text{бут}}$ — вместимость бутылок, л.

Для автоматической линии (табл. 66) производительностью 12 тыс. бутылок в час и более $K_{\text{тн}}=0,7$, а для линии производительностью 6 тыс. бутылок в час — 0,9. Режим работы линии принят следующий: смен в сутки 2, рабочих дней в году 238.

Наиболее крупногабаритными в линии розлива пива в бутылки являются бутыломоечные автоматы (табл. 67).

Розлив пива в бутылки осуществляется с помощью ротационных изобарических автоматов (табл. 68).

В состав автоматической линии розлива пива производительностью, например, 12 тыс. бутылок в час входят наряду с бутыломоечным автоматом АММ-12 и разливочно-укупорочным автоматом Т1-ВВЦ-12 еще автомат для извлечения бутылок из ящиков И2-АИА-12, два браке-

Таблица 66. Техническая характеристика линии розлива пива

Показатели	Производительность, бутылок в час			
	3000	6000	12 000	24 000
Тип и вместимость (в мл) обрабатываемых бутылок (ГОСТ 10117—72)	Ха (500)	Ха, Хб	ХI (330 и 500)	
Расход воды, м ³ /ч, не более	2,7	6	16	26
Расход пара, кг/ч, не более	200	270	450	900
Расход воздуха, м ³ /мин, не более	—	2,5	3,6	5,45
Расход каустической соды на бутылку (для мойки 1,2%-ным раствором), г, не более	1,3	1,3	1,3	1,3
Мощность электродвигателя, кВт	23,5	40	64,8	130
Габаритные размеры (ориентировочно), мм				
длина	23000	35000	42000	47000
ширина	6600	6540	6640	12700
высота	2400	2400	2550	2650
Занимаемая площадь, м ²	152	229	279	600
Масса, кг	19206	25430	42600	101000

Таблица 67. Техническая характеристика бутыломоечных автоматов

Показатели	АММ-1	АММ-6	АММ-12	АМ2М-6	Б6-ВМГ-24
Производительность, тыс. бутылок в час	1,5	6	12	6	24
Вместимость бутылок, л	0,5	0,5	0,5	0,5; 0,33	0,5; 0,33
Мощность электродвигателей, кВт	8,3	20,5	30	16,8	62,2
Габаритные размеры, мм					
длина	3650	6200	7460	5390	10870
ширина	2050	3300	3840	3330	5800
высота	1550	2700	2640	2635	2600
Масса, кг	3000	10600	13500	11000	33000

ражных автомата БАЗ-М, этикетировочный автомат А1-ВЭС, автомат для укладки бутылок в ящики И2-АУА-12 и другое вспомогательное оборудование.

Оборудование для выполнения вспомогательных операций. В состав автоматической линии розлива произво-

Таблица 68. Техническая характеристика ротационных изобарических автоматов

Показатели	Р-3	Р-6	РУ-12
Расчетная производительность, бутылок в час	3300	6600	13000
Число наполнителей	20	36	60
Мощность электродвигателя, кВт	0,8	0,8	1,7
Габаритные размеры, мм			
высота	2200	2200	4500
длина без привода	1630	1730	1875
ширина	1450	1980	2700 *
Масса, кг	3300	4500	—

* Размер указан с приводом.

дительностью 12 тыс. бутылок в час включено следующее оборудование для выполнения вспомогательных операций: световой экран на шесть ламп ОБ6Т-2401А; сборник бракованного пива вместимостью 50 л; сборник для боя стекла вместимостью 0,5 м³; сосуд для суточного запаса раствора щелочи (из расчета 1 кг концентрированной щелочи на 1 тыс. бутылок при разбавлении щелочи в 2,5 раза и коэффициенте заполнения резервуара 0,75) вместимостью 0,5 м³, такой же сосуд для отработанного раствора щелочи; сосуд для замены через каждые 2 смены разбавленного щелочного раствора в моечной машине вместимостью 12 м³ (можно иметь один такой резервуар для нескольких линий); резервуар для приготовления антиформина вместимостью 8 м³; электропогрузчики ЭП-103 грузоподъемностью 1 т.

Число электропогрузчиков рассчитывают, исходя из того, что примерная производительность одного составляет 240 ящиков в час. Ящики транспортируют на поддонах по 20 шт. Для склада готовой продукции число поддонов принимают в расчете на двухсуточный запас пива.

Срок службы поддонов 2 года, масса одного поддона 25—30 кг.

Оборудование отделения розлива пива в бочки и пивовозы. Отделение розлива пива в бочки и пивовозы оснащено бочкомоечными машинами, изобарическими аппаратами для розлива пива в бочки, бочкоосмолочным автоматом, аппаратом для проверки бочек на герметич-

ность, мерниками пива при розливе в пивовозы, переносными головками для мойки автоцистерн.

Принято, что при поступлении на завод мойке подвергаются все бочки, осмолке — только 10% и ремонту — 15%. Мойют бочки с помощью специальных бочкомоющих машин.

Техническая характеристика бочкомоющих машин

Марка	ВБА	МБ-240
Производительность, шт./ч	25—100	60—240
Вместимость обрабатываемых бочек, л	50—250	25—100
Расход воды, л/ч		
горячей	420	900—1500
холодной	400	900
Габаритные размеры, мм	12000×2020×2090	3950×3570×2850
Масса, кг	8000	4640

Для удаления старой смолки и осмоления внутренней поверхности деревянных пивных бочек новой смолкой применяют бочкоосмолочный автомат марки ВОА производительностью 20—35 бочек в час. Вместимость обрабатываемых бочек 50—150 л. Температура газов для выплавки старой смолки 400—600°C. Габаритные размеры автомата 6600×3100×1450 мм; масса 8000 кг.

Перед заполнением бочки проверяют на герметичность с помощью пневматического аппарата, состоящего из сборника сжатого воздуха с манометром и запорным краном, к которому присоединен шланг с пробкой на конце.

Для розлива пива в бочки используют изобарические аппараты (табл. 69).

На один разливочный кран расходуется от 6 до 18 м³/ч сжатого воздуха давлением 0,7 МПа.

Пивовозы наполняют пивом через мерники, вместимость которых зависит от вместимости пивовозов. Продолжительность работы этого участка составляет 8—10 ч. На один проезд устанавливают два мерника, работающих поочередно. Количество мерников зависит от количества наполняемых пивовозов в сутки и времени розлива в пивовоз (длительность мойки пивовоза до 30 мин, наполнения пивом 15—20 мин).

Таблица 69. Техническая характеристика изобарических аппаратов

Показатели	ИЗ-2	ИЗ-3	ИЗ-4
Производительность, дал/ч	250—320	350—480	500—600
Число разливочных кранов для наливки	2	3	4
Допустимая вместимость бочек, дал	2,5—35	2,5—35	2,5—35
Габаритные размеры, мм			
длина	3750	4150	5400
ширина	1600	1600	1600
высота	3850	3850	3850
Масса, кг	1350	1750	2150

Таблица 70. Техническая характеристика моющих головок

Показатели	ВМЛ-2	ВМ2-И	ВМГ-2	Ш4-ВМГ-1
Давление рабочей жидкости в головке, МПа	0,3—0,5	0,3—0,5	0,8—1,0	0,4
Расход рабочей жидкости, м ³ /мин	0,15—0,25	0,1—0,2	0,5—1,0	10
Диаметр ротора (с соплами), мм	500	500, 750, 1000	—	350
Масса, кг	3	—	1,5	1,7

Пивовозы представляют собой автомобиль, на шасси которого под углом 1,5—2° установлены цистерна эллиптической формы, изолированная пенопластом, два баллона, заполненных диоксидом углерода и предназначенных для слива пива из цистерны в емкости торговой точки. Выпускают пивовозы марок РЗ-ВЦП-3,3, РЗ-ВЦП-6 и ШЧ-ВЦП-12 вместимостью соответственно 3,3; 6 и 12 м³.

Мойку автоцистерн осуществляют с помощью переносных моющих головок (табл. 70).

Перепрофилирование пивоваренных заводов

При повышении спроса населения на безалкогольные напитки и частичном уменьшении выпуска пива существующие пивоваренные заводы могут быть переориентированы на выпуск солодовых напитков, минеральных вод, хлебного кваса и безалкогольных напитков. Потребность

перепрофилирования в каждом случае должна быть аргументирована.

Гипропищепром-2 разработал рекомендации по использованию существующего оборудования и его доукомплектованию.

Для выпуска солодовых напитков достаточно существующего оборудования пивоваренного производства. При организации розлива минеральных вод аппараты для дображивания пива используют как емкости для приема и хранения. Оборудование цеха бутылочного розлива, помещения цеха посуды и цеха готовой бутылочной продукции используется и при розливе минеральных вод. Для подготовки воды и насыщения ее диоксидом углерода необходима установка дополнительного оборудования: керамических фильтров для биологической очистки воды, бактерицидных установок для обеззараживания воды ультрафиолетовыми лучами, теплообменников для охлаждения воды, сатураторов для насыщения минеральной воды диоксидом углерода.

При производстве хлебного кваса используется следующее оборудование пивоваренных заводов: аппараты варочных агрегатов для стерилизации концентрата квасного сусла, приготовления квасного сусла; аппараты главного брожения, аппараты для дображивания, цилиндрические аппараты для брожения и купаживания кваса; станция налива пива в автотермостерны для розлива кваса. Недостающее оборудование для получения кваса: варочные котлы для приготовления сахарного сиропа, оборудование дрожжевого отделения, теплообменники для сахарного сиропа и хлебного кваса. В отдельных случаях можно приготавливать сахарный сироп, используя один из аппаратов варочного агрегата.

Организация производства безалкогольных напитков на базе пивоваренных заводов потребует больших затрат, так как в этом случае необходимы дополнительные площади и новое оборудование для водоподготовки, сироповарочного и купажного отделений. Кроме того, в зависимости от принятой технологии необходимы сатурационные установки, дозировочно-разливочные блоки, теплообменники для охлаждения воды.

Перепрофилирование пивоваренных заводов на выпуск солодовых напитков, минеральных вод, хлебного кваса требует невысоких затрат. Во всех случаях не требуются дополнительные энергетические и трудовые ре-

сурсы, однако учитывая то, что пивоваренные заводы работают в 2 смены весь год, а заводы безалкогольных напитков — в 2 смены только 4 летних месяца, годовой выпуск новой продукции будет на 34% ниже выпуска пива.

5.3. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Оборудование сироповарочного отделения

Транспортное оборудование. Для транспортировки сахара-песка в сироповарочные котлы или станции применяют нории производительностью до 20 т/ч (см. табл. 32). Нория подбирается с учетом объемной плотности сахара-песка 0,8 т/м³.

При непрерывном способе варки сахарного сиропа сахар-песок предварительно подрабатывают для освобождения его от металлических и других предметов. Для улавливания металлических предметов применяют магнитные уловители с постоянным магнитом, электромагнитные уловители. Наиболее крупные предметы отделяют на ситах. Обычное рамное сито устанавливается на загрузочном бункере или непосредственно над сироповарочным котлом. Над сироповарочными станциями устанавливается мукопросеиватель «Пионер».

Бункер для сахара стальной, прямоугольной или цилиндрической формы с усеченной частью. Объем бункера (в м³ на полусуточный расход сахара)

$$V = \frac{Q_{см}}{2 \cdot 0,8} 1,1,$$

где $Q_{см}$ — расход сахара на сменную производительность, т; 1,1 — коэффициент, учитывающий 10%-ный запас вместимости; 0,8 — объемная плотность сахара, т/м³.

Объем бункера следует принимать в размере не более 2,5—3 м³. При необходимости устанавливают два бункера и более.

Оборудование для варки сахарного сиропа. Для приготовления сахарного сиропа периодическим способом применяются стальные эмалированные реакторы с рубашкой типа РР (рис. 25), котлы стальные эмали-

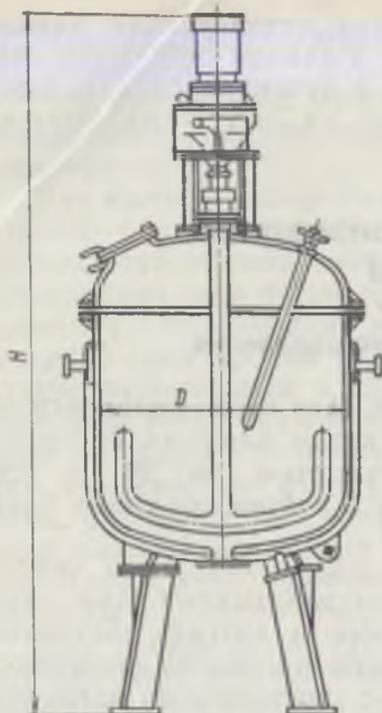


Рис. 25. Реактор с рубашкой
типа РР

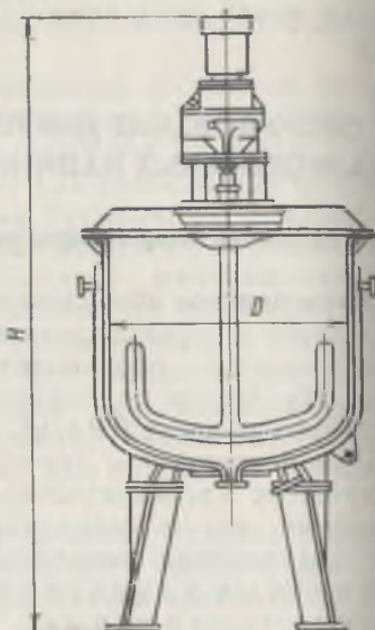


Рис. 26. Котел с мешалкой ти-
па КМ

рованные открытые с мешалкой типа КМ (рис. 26) (табл. 71).

Вместимость аппаратов от 63 до 1600 л, коэффициент заполнения 0,8.

Таблица 71. Техническая характеристика реакторов, котлов и сборников

Вме- сти- мость, л	РР		КМ		СЗ		Р	
	D, мм	H, мм						
63	500	1820	500	1620	500	1207	500	1780
160	600	2115	600	1890	600	1465	600	2070
250	700	2400	700	2185	700	1562	700	2365
630	1000	2860	1000	2580	1000	1960	1000	2840
1000	1200	2950	1200	2610	1200	2030	1200	2920
1600	1300	3510	1300	2970	1300	2395	1300	3475
2000	—	—	—	—	1400	2590	—	—

Рис. 27. Котел типа СЭрн

На заводах большой производительности применяются котлы типа СЭрн вместимостью от 1,6 до 6,3 м³ (рис. 27, табл. 72).

Сироповарочные котлы работают по следующему графику (в мин): набор воды (20—25°С *) — 5—10, нагрев воды до 60°С — 10—15, внесение сахара (60°С) — 5—10, нагрев смеси до 105°С — 15—20, кипячение смеси при 105°С — 30, освобождение котла — 15—20, мойка котла — 10. Итого продолжительность работы котла составляет до 115 мин.

Вместимость сироповарочного отделения рассчитывается на суточный расход сахарного сиропа. Количество сироповарочных котлов

$$n = Q_{\text{сут}} / 0,838 V_{\text{к}} z \cdot 0,8,$$

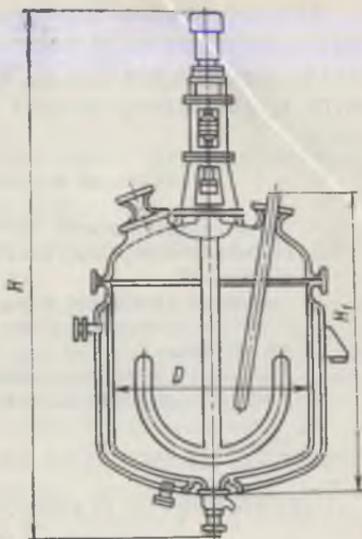
где $Q_{\text{сут}}$ — расход сахара, кг/сут; 0,838 — содержание сахара в 1 л сахарного сиропа, содержащего 64% сухих веществ, кг; $V_{\text{к}}$ — вместимость сироповарочного котла, л; z — оборачиваемость котла; 0,8 — коэффициент заполнения реактора.

Оборачиваемость котла при работе сироповарочного отделения в одну смену (8 ч) $z_1 = 480 : 90 = 5,3$; $z_2 = 480 : 115 = 4,1$.

Таблица 72. Техническая характеристика котлов типа СЭрн

Тип	D , мм	H , мм	H_1 , мм	Масса, кг	Площадь поверхности теплообмена, м ²
СЭрн 1,6-2-12	1300	3380	1340	1720	4,33
СЭрн 2,5-2-12	1550	3590	1530	2160	5,9
СЭрн 4-2-12	1750	4630	1880	3610	8,67
СЭрн 6,3-2-12	1950	5250	2350	4860	12,59

* Допускается подача воды температурой 60°С.



Отечественная машиностроительная промышленность выпускает непрерывнодействующие сироповарочные станции ШСК, которые позволяют механизировать и автоматизировать процесс варки сахарного сиропа.

Техническая характеристика станции ШСК

Производительность, кг/ч	2000
Площадь поверхности нагрева растворителя, м ²	4,1
Давление греющего пара, МПа	0,6
Частота вращения вала растворителя, об/мин	24
Мощность электродвигателя, кВт	6,5
Габаритные размеры, мм	4365×3270× ×3415
Масса, кг	4145

Время работы станции (в ч)

$$t = Q_{\text{сут}} \cdot 1,31028 / 0,838 \cdot 2000,$$

где 1,31028 — относительная плотность сахарного сиропа, в 100 г которого содержится 64 г сахара; 2000 — производительность сироповарочной станции, кг/ч.

Готовый сахарный сироп подвергается инверсии при температуре 70°C. Таким образом, сахарный сироп, поступающий из котлов, надо охладить с $t_2 = 105^\circ\text{C}$ до $t_1 = 70^\circ\text{C}$, а сироп, поступающий с сироповарочной станции, — с $t_2 = 125^\circ\text{C}$ до $t_1 = 70^\circ\text{C}$. После инверсии сахарного сиропа производится его охлаждение в холодильнике с 70 до 20—21°C.

Количество теплоты (в кДж), которое необходимо отвести при охлаждении от сахарного сиропа,

$$Q = cm(t_2 - t_1) 1,05,$$

где c — удельная теплоемкость сахарного сиропа [$c = 2,93$ кДж/(кг·К)]; m — масса сахарного сиропа, кг; t_1, t_2 — начальная и конечная температура сиропа, °C; 1,05 — коэффициент, учитывающий приток теплоты из окружающей среды.

При охлаждении сиропа до 70°C расход холодной воды по отношению к массе сиропа составляет 2:1. Температура, до которой нагревается вода (в °C),

$$t_{\text{в}} = Q / (c_{\text{в}} m_{\text{в}}) + 20,$$

где $t_{\text{в}}$ — температура нагрева воды, °C; $c_{\text{в}}$ — удельная теплоемкость воды [$c_{\text{в}} = 4,19$ кДж/(кг·К)]; $m_{\text{в}}$ — масса воды, кг; 20 — начальная температура воды, °C.

Средняя разность температур:

$$\frac{\begin{array}{l} \text{для сиропа} \quad (105 \div 125) \rightarrow 21 \\ \text{для воды} \quad \quad \quad t_n \leftarrow 20 \end{array}}{\Delta t_{\max} \quad \Delta t_{\min}}; \quad \Delta t_{\text{ср}} = \frac{\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}}{2,31 \lg \Delta t_{\max} / \Delta t_{\min}}$$

Площадь поверхности охлаждения теплообменника (в м²)

$$F = Q / \Delta t_{\text{ср}} K \cdot 3,6,$$

где K — коэффициент теплопередачи [$K = 290,8$ Вт/(м²·К)]; 3,6 — коэффициент перевода из кДж в Вт·ч.

Пример 1. Рассчитать площадь поверхности охлаждения в теплообменнике для сахарного сиропа до инверсии при установке на заводе сироповарочной станции ШСК производительностью 2000 кг/ч.

Определим количество теплоты, которое необходимо отвести при охлаждении от сахарного сиропа с учетом притока 5% теплоты из окружающей среды: $Q = 2,93 \cdot 2000(125 - 70) \cdot 1,05 = 338415$ кДж/ч.

Количество воды, идущее на охлаждение, двукратно по отношению к массе сиропа: $m_{\text{в}} = 2000 : 1,31 \cdot 2 = 3039$ л. Охлаждающая вода нагревается до температуры $t_n = 338415 / (4,19 \cdot 3039) + 20 = 46^\circ\text{C}$.

Средняя разность температур:

$$\frac{\begin{array}{l} \text{для сиропа} \quad 125 \rightarrow 70 \\ \text{для воды} \quad \quad 46 \leftarrow 20 \end{array}}{\Delta t_{\max} = 79 \quad \Delta t_{\min} = 50} \quad \Delta t_{\text{ср}} = \frac{79 - 50}{2,31 \lg 79/50} =$$

$$= \frac{29}{2,31 \lg 1,58} = 63,5^\circ\text{C}.$$

Необходимая площадь поверхности охлаждения $F = 338415 / 63,5 \cdot 290,9 \cdot 3,6 = 5,09$ м².

Принимаем к установке кожухотрубный теплообменник с поверхностью теплообмена 6 м² при длине труб 1,5 м и диаметре кожуха 273 мм.

Пример 2. Рассчитать площадь поверхности охлаждения в теплообменнике для сахарного сиропа после инверсии при установке сироповарочной станции ШСК производительностью 2000 кг/ч.

Определим количество теплоты, которое надо отвести при охлаждении от сахарного сиропа с учетом притока 5% теплоты из окружающей среды: $Q = 2,93 \cdot 2000(70 - 20) \cdot 1,05 = 307650$ кДж/ч.

Количество воды, идущее на охлаждение, двукратно по отношению к массе сиропа: $m_{\text{в}} = 2000 / 1,31 \cdot 2 = 3039$ л.

Охлаждающая вода нагревается до температуры $t_n = 307650 / (4,19 \cdot 3039) + 20 = 44,2^\circ\text{C}$.

Средняя разность температур:

$$\frac{\begin{array}{l} \text{для сиропа} \quad 70 \rightarrow 21 \\ \text{для воды} \quad 44,2 \leftarrow 20 \end{array}}{\Delta t_{\max} = 25,8 \quad \Delta t_{\min} = 1}$$

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{25,8 - 1}{2,3 \lg 25,8/1} = \frac{24,8}{2,3 \lg 25,8} = 7,73^{\circ}\text{C}.$$

Потребная площадь поверхности охлаждения $F = 307650/7,73 \times \times 290,9 \cdot 3,6 = 38 \text{ м}^2$.

Принимаем к установке два кожухотрубных теплообменника с поверхностью теплообмена 21 м^2 при длине 2 м и диаметре кожуха 400 мм.

Готовый сахарный сироп подвергают фильтрованию для отделения механических и других примесей. Сахарный сироп фильтруют через пористую поверхность в горячем состоянии. На заводах небольшой мощности для фильтрования применяют мешочные фильтры. Более совершенны сетчатые и рамные фильтры непрерывного действия.

Варка колера осуществляется в котлах с электрическим обогревом. Согласно продуктовому расчету из 100 кг сахара-песка получается 104,85 кг готового колера, при этом вместимость колероварочного котла составляет 292 л. Зная количество колера, необходимое заводу в сутки, рассчитывают вместимость колероварочного котла для данного завода и подбирают котел. Промышленностью освоен выпуск колероварочного котла Ш4-ВКЛ-3 (габаритные размеры $1730 \times 1670 \times 2400 \text{ мм}$, масса 980 кг, объем $0,8 \text{ м}^3$).

Охлажденный сахарный сироп перекачивают на инверсию в емкости типа СЗ — сборники закрытые стальные эмалированные вместимостью от 65 до 2000 л (рис. 28, см. табл. 71).

Объем емкостей равен двукратному объему котлов. При установке на заводе сироповарочной станции объем емкости (в л) рассчитывается на 3-часовой запас сахарного сиропа:

$$V_{\text{мин}} = \frac{2000 \cdot 3}{1,31028} \cdot 1,1 = 5016 \text{ л},$$

где 2000 — производительность сироповарочной станции, кг/ч; 1,31028 — относительная плотность сахарного сиропа; 1,1 — коэффициент, учитывающий запас вместимости.

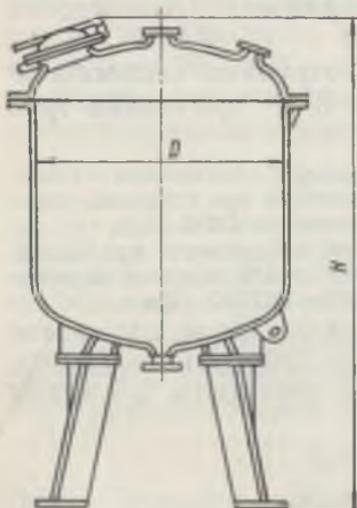


Рис. 28. Сборник типа СЗ

Количество брака составляет до 2,5% суточной производительности, т. е. $C \cdot 0,025$ дал (где C — суточный выпуск газированных напитков, дал).

Сбор брака производится у рабочих мест через воронки в открытую емкость, затем брак сжатым воздухом или насосом перекачивается через фильтр и угольную колонку в сборники для брака типа СЗ, установленные вблизи сироповарочного котла.

Оборудование отделения приготовления купажных сиропов

Охлажденный инвертированный сахарный сироп перекачивается для хранения в закрытые вертикальные или горизонтальные сборники самой разной вместимости: сборники эмалированные типа СЗ, цистерны секционные стальные эмалированные типа ЦС вместимостью 3,2 и 6,3 м³. При отсутствии эмалированных сборников для хранения сахарного сиропа могут быть использованы алюминиевые или стальные емкости, покрытые внутри бакелитовым лаком. Для хранения сахарного сиропа можно использовать алюминиевые танки, предназначенные для пива.

Общая вместимость сборников для хранения сахарного сиропа (в м³)

$$\Sigma V_{сб} = \frac{Q_{сут}}{0,838 \cdot 1000} 1,1,$$

где $Q_{сут}$ — расход сахара, кг/сут; 0,838 — содержание сахара в 1 л сахарного сиропа, содержащего 64 г сахара в 100 г сахарного сиропа, кг.

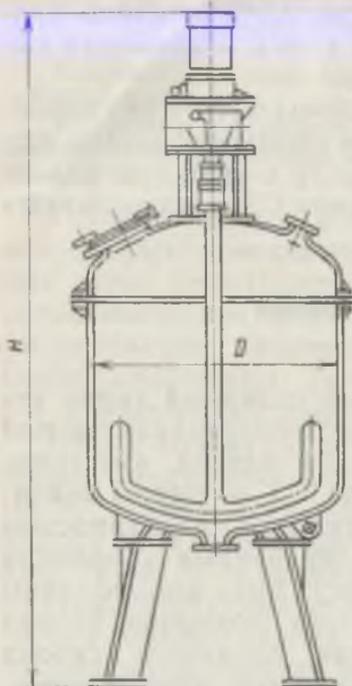
Количество сборников

$$n = \Sigma V_{сб} / V_1,$$

где V_1 — вместимость одного сборника, принятого к установке, м³.

Сборники для соков, вина, настоев, раствора колера, эссенций, композиций, раствора лимонной кислоты и другого сырья рассчитываются на суточный расход при коэффициенте заполнения 0,9. Сборник для лимонной кислоты рассчитывается на хранение 50% раствора при коэффициенте заполнения 0,8. Сборник для рабочего раствора колера рассчитывается для колера, разведенного водой в соотношении 1:5. Красители и экстракты разбавляют водой в соотношении 1:5.

Рис. 29. Реактор типа Р



Пример расчета сборников. 1. Расход настоя в сутки составляет 373,87 л, тогда объем сборника для настоев будет равен 411,26 л, т. е. $373,87 \cdot 1,1$. Принимаем к установке два сборника типа СЗ вместимостью 250 л, диаметром 700 мм, высотой 1562 мм.

2. Колер разбавляется водой в соотношении 1 : 5. Относительная плотность колера 1,347. Расход колера в сутки равен 155,457 кг. Объем сборника для колера

$$V_{сб} = 1,1 \cdot 6 \frac{155,457}{1,347} = 761,71 \text{ л.}$$

Принимаем к установке сборник типа СЗ вместимостью 1000 л, диаметром 1200 мм, высотой 2030 мм.

3. Суточный расход лимонной кислоты 112,042 кг. Кислота употребляется в виде 50%-ного раствора.

Объемная плотность кислоты $0,8 \text{ т/м}^3$. Объем сборника для лимонной кислоты

$$V_{сб} = 1,2 \cdot 2 \frac{112,042}{0,8 \cdot 1000} = 0,336 \text{ м}^3, \text{ или } 336 \text{ л.}$$

Принимаем к установке два сборника типа СЗ вместимостью 250 л.

Для приготовления купажных сиропов применяются стальные эмалированные реакторы типа Р вместимостью от 63 до 1600 л (рис. 29, см. табл. 71), котлы типа СЭрн вместимостью от 1,6 до $6,3 \text{ м}^3$ (см. рис. 27, табл. 72) или вертикальные стальные аппараты с перемешивающими устройствами (табл. 73).

Число купажных аппаратов

$$n = \Sigma K_{см} \cdot 1,1 / V_1 z,$$

где $\Sigma K_{см}$ — сменный расход купажа для всего ассортимента, м^3 ; 1,1 — коэффициент, учитывающий запас вместимости; V_1 — полный объем одного аппарата, м^3 ; z — оборачиваемость купажного аппарата.

Оборачиваемость купажного аппарата

$$z_k = 480 / \tau,$$

где τ — продолжительность работы купажера; 480 — число часов работы купажера в смену.

Таблица 73. Техническая характеристика котлов типа 0010

Тип	Диаметр, мм	Высота цилиндрической части, мм	Высота общая, мм	Змеевик	
				число витков	площадь поверхности теплообмена, м ²
0010-1-06	1000	1515	3195	5	2,3
0010-2-0,6	1400	1615	3245	6	3,3
0010-3,2-0,6	1600	1915	4555	7	4,9
0010-5-0,6	1800	2295	4850	7	5,5
0010-6,3-0,6	1800	2845	5450	7	5,5

Купажные аппараты работают по следующему графику (в мин): внесение сахарного сиропа 10—15, сока или вина 10—15, раствора лимонной кислоты 5—10, раствора колера 5—10, раствора ароматических веществ 5—10; перемешивание 15—20; проверка качества 15—20; фильтрование 15—20; мойка резервуара 10—15. Продолжительность цикла составляет 90—130 мин.

Для фильтрования купажных сиропов применяют рамные фильтр-прессы. Фильтр-прессы обеспечивают высокое качество фильтрования, просты в эксплуатации, высокопроизводительны (от 3000 до 9000 л/ч). Фильтр-пресс работает по следующему графику (в мин): сборка фильтра 15—20, промывка и заполнение 5—10, фильтрование 20—30, промывка фильтра 10—15, разборка фильтра 10—15, мойка пластин 15—20. Продолжительность цикла составляет 75—110 мин.

Оборачиваемость фильтра

$$z_{\phi} = 480/\tau,$$

где τ — продолжительность работы фильтра; 480 — число часов работы фильтра в смену.

Число фильтров, которое необходимо установить,

$$n = \Sigma K_{\text{см}}/gz_{\phi},$$

где g — производительность фильтра, л/ч.

В течение часа необходимо охладить купаж из одного аппарата в объеме $V_1 \cdot 0,9$, где V_1 — полный объем одного купажера; 0,9 — коэффициент заполнения купажера.

Пример. Из одного купажного аппарата вместимостью 1000 л получается 900 л купажа, т. е. 1000 л · 0,9.

Количество теплоты, которое необходимо отвести,

$$Q = 900 \cdot 1,31028 \cdot 3,35 (25 - 10) 1,05 = 62206,9 \text{ кДж/ч},$$

где 1,31028 — относительная плотность сиропа; 3,35 — удельная теплоемкость купажа, кДж/(кг·К); 25 и 10 — начальная и конечная температура купажа, °С; 1,05 — коэффициент, учитывающий потери теплоты в окружающую среду.

Охлаждение купажа производится рассолом температурой —5°С.

Определим среднюю разность температур:

$$\begin{array}{l} \text{для купажа} \\ \text{для рассола} \end{array} \frac{25 - 7}{(-3) - (-5)} \Delta t_{\text{ср}} = \frac{28 - 12}{2,31 \text{ г } 28/12} = 18,9^\circ\text{С}.$$

Площадь поверхности охлаждения

$$F = \frac{62206,9}{21 \cdot 290,8 \cdot 3,6} = 3 \text{ м}^2,$$

где 290,8 — коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·К).

Принимаем к установке кожухотрубный теплообменник с площадью поверхности охлаждения 3 м², диаметром кожуха 273 мм, длиной труб 1000 мм.

Напорные сборники для купажа рассчитываются на 4-часовой запас. Объем сборника

$$V_{\text{сб}} = \frac{\Sigma K_{\text{см}} \cdot 4}{8} \cdot 1,1,$$

где $\Sigma K_{\text{см}}$ — сменный расход купажа для всего ассортимента, л.

К установке принимаются сборники СЗ вместимостью не более 1000 л.

Оборудование участка автоматического розлива напитков

Часовая выработка напитков с учетом коэффициента использования оборудования отделения розлива (в дал)

$$U = \frac{C_{\text{см}} \cdot 1,025}{8e},$$

где $C_{\text{см}}$ — выпуск продукции в смену, дал; 1,025 — коэффициент, учитывающий потери напитков при розливе и хранении; 8 — количество часов работы в смену; e — технический коэффициент использования автоматической моечно-разливочной линии: при 12000 бут/ч и выше $e=0,8$; при 6000 бут/ч $e=0,9$.

Число наливаемых в час бутылок вместимостью 0,5 л

$$Ч_{0,5} = \frac{Ч \cdot 10n_1}{0,5 \cdot 100},$$

где n_1 — количество безалкогольных напитков, наливаемых в бутылки вместимостью 0,5 л, %.

Число наливаемых в час бутылок вместимостью 0,33 л

$$Ч_{0,33} = \frac{Ч \cdot 10n_2}{0,33 \cdot 100},$$

где n_2 — количество безалкогольных напитков, наливаемых в бутылки вместимостью 0,33 л, %.

Пример. Рассчитать часовую выработку безалкогольных напитков при розливе в бутылки для завода производительностью 2 млн. дал, 50% продукции выпускается в бутылках вместимостью 0,5 л, 50% — 0,33 л.

Сменный выпуск безалкогольных напитков

$$С_{см} = Г/323 = 2000000/323 = 6191,9 \text{ дал.}$$

Часовая выработка напитков

$$Ч = \frac{6191,9 \cdot 1,025}{8 \cdot 0,8} = \frac{6346,7}{6,4} = 991,67 \text{ дал.}$$

При розливе 50% всей продукции в бутылки вместимостью 0,5 л и 50% в бутылки вместимостью 0,33 л число наливаемых в час бутылок

$$Ч_{0,5} = \frac{991,67 \cdot 10 \cdot 50}{0,5 \cdot 100} = 9916,7 \text{ бутылок;}$$

$$Ч_{0,33} = \frac{991,67 \cdot 10 \cdot 50}{0,33 \cdot 100} = 15025,3 \text{ бутылок.}$$

Затем выбирают производительность автоматических линий розлива. Зная часовую выработку продукции и паспортную производительность линий, рассчитывают их число.

Розлив безалкогольных напитков осуществляется на автоматических линиях производительностью 6000, 12 000, 24 000 бутылок в час. Линии укомплектованы пакетоформирующими и пакеторасформировывающими автоматами, автоматами по выемке бутылок из ящиков, бутылочномоечными машинами. В комплект линий также входят разливочно-укупорочный блок, автомат для бракеража бутылочной продукции, этикетировочный автомат, счетчики готовой продукции, транспортеры для перемещения ящиков и бутылок.

Оборудование отделения регенерации щелочи и станции приготовления дезинфицирующих растворов

Резервуары для хранения гидроксида натрия технического рассчитываются согласно нормам технического проектирования безалкогольных заводов на недельный запас.

При 5-дневной рабочей неделе объем сборников с учетом 20% запаса вместимости

$$V_{сб} = \frac{Q_{сут} \cdot 5}{1469} 1,2,$$

где $Q_{сут}$ — расход гидроксида натрия технического в сутки, кг; 1469 — плотность 44%-ного раствора NaOH, кг/м³.

Объем сборника для суточного количества концентрированной щелочи рассчитывается на суточный расход по формуле

$$V_{сб} = Q_{сут} / 1469 \cdot 1,2.$$

Объем резервуара для приготовления и хранения щелочного и моющего растворов рассчитывается на такое количество щелочного раствора, которое требуется для заправки ванн бутылочных машин. При расчете учитывается 10% запаса вместимости.

Объем резервуара для отстаивания отработанного щелочного раствора принимается таким же, как и для изготовления свежего щелочного раствора.

К установке принимаются насосы для перекачивания агрессивных жидкостей.

Оборудование отделения водоподготовки

Для умягчения воды на заводах безалкогольных напитков используются H- и Na-катионитовые фильтры. К установке придается не менее двух фильтров, один из которых находится на регенерации, а другой — в рабочем состоянии. Обменная емкость фильтров

$$E = Fhl \text{ или } E = W_r (W_n - W_k) (T + t),$$

откуда площадь фильтрования (в м²)

$$F = \frac{W_r (W_n - W_k) (T + t)}{hl},$$

где h — высота слоя катионита ($h=1,5$ м); l — обменная способность катионита ($l=300$); W_n и W_k — начальная и конечная жесткость воды, г·эquiv./м³; T — время работы фильтра ($T=10$ ч); t — время регенерации фильтра ($t=1,5$ ч); W_r — производительность установки, м³/сут.

$$W_r = Q_b n \tau,$$

здесь Q_b — расход воды по линиям автоматического розлива, м³/ч; n — число смен; τ — число часов работы в одну смену.

При установке двух фильтров площадь фильтрования одного фильтра (в м²)

$$f = F/2.$$

Диаметр фильтра (в м)

$$D = \sqrt{4f/\pi}.$$

Суточное число регенераций одного фильтра

$$z_1 = \tau/(T + t),$$

где τ — время работы линий автоматического розлива в сутки.

Суточное число регенераций двух фильтров

$$z = 2z_1.$$

Расход воды на взрыхление, регенерацию и отмывку (в м³/сут)

$$W = fhzK,$$

где K — удельный расход воды на одну регенерацию, м³/м³ катионита ($K=4,5$ м³).

Полный часовой расход воды на установку (в м³)

$$W_n = Q_b + W/\tau.$$

Расход соли на одну регенерацию (в г)

$$k = EVd/1000,$$

где E — удельная емкость поглощения катионита ($E=300$ г·эquiv./м³); V — объем сульфогля, м³;

$$V = \frac{\pi D^2}{4} h;$$

d — расход соли на регенерацию 1 г·эquiv. жесткости ($d=200$ г/г·эquiv.).

Пример. Рассчитать катионитовый фильтр.
Расход воды по линиям автоматического розлива

$$Q_v = \frac{\delta a \cdot 0,4 \cdot 1,15}{1000} = \frac{3 \cdot 6000 \cdot 0,4 \cdot 1,15}{1000} = 8,28 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

$$W_r = 8,28 \cdot 2,8 = 132 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

$$F = \frac{132(3,566 - 0,7132) 11,5}{1,5 \cdot 300} = 9,66 \text{ м}^2.$$

Принимаем к установке два фильтра, тогда площадь фильтрования одного фильтра

$$f = 9,66/2 \cong 5 \text{ м}^2.$$

Диаметр фильтра

$$D = \sqrt{20/3,14} = 2,52 \text{ м.}$$

Суточное число регенераций одного фильтра

$$z_1 = 16/(10 + 1,5) = 1,39.$$

Суточное число регенераций двух фильтров $z = 2 \cdot 1,39 = 2,78$.
Расход воды на взрыхление, регенерацию и отмывку

$$W = 5 \cdot 1,5 \cdot 2,78 \cdot 4,5 = 93,825 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Полный часовой расход воды на установку

$$W_{\text{п}} = 8,28 + \frac{93,825}{16} = 14,14 \text{ м}^3.$$

Расход соли на одну регенерацию

$$k = \frac{300 \cdot 7,48 \cdot 200}{1000} = 448,6 \text{ г,}$$

где

$$V = \frac{3,14 \cdot 2,52^2}{4} 1,6 = 7,48 \text{ м}^3.$$

Объем емкости для умягчения воды рассчитывается на двухчасовой запас воды с учетом 10% запаса вместимости:

$$V_{\text{сб}} = Q_v \cdot 2 \cdot 1,1 = 8,28 \cdot 2 \cdot 1,1 = 18,216 \text{ м}^3.$$

Фильтрование воды осуществляется на керамических свечных фильтрах ФКМ производительностью 2,5 м³/ч. Принимаем к установке четыре фильтра (8,28 : 2,5 = 3,3).

Объем емкости для фильтрованной воды рассчитывается по аналогии с емкостями для умягчения воды.

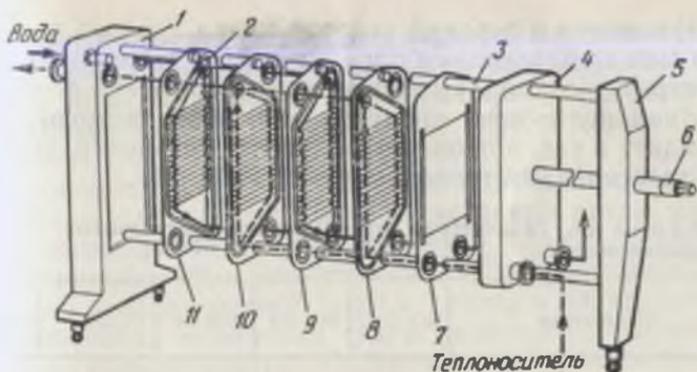


Рис. 30. Схема пластинчатого аппарата

На предприятиях безалкогольной промышленности для охлаждения воды широкое распространение находят пластинчатые теплообменники (рис. 30). Обработка продукта в них осуществляется в тонком (3—6 мм) слое, что способствует быстрой тепловой обработке жидкости по толщине потока. Пластины этих аппаратов имеют рифленую поверхность, поэтому при сравнительно малой скорости движения жидкости (0,3—0,8 м/с) последняя интенсивно перемешивается по всему объему, вследствие чего улучшается обработка жидкости в отдельных точках потока.

Детали пластинчатого аппарата, соприкасающиеся с пищевым продуктом, изготовлены из нержавеющей стали. Основными элементами пластинчатого аппарата являются теплообменные пластины 7—11, изготовленные штамповкой из тонкой листовой нержавеющей стали. Пластины устанавливаются на горизонтальных штангах 3. Концы штанг заделаны в стойках 1 и 5. В собранном виде пластины сжаты при помощи винта 6 и нажимной плиты 4. Между пластинами установлены резиновые прокладки. Каждая пластина имеет (в качестве прокладок) малое и большое резиновые кольца, которые охватывают два угловых отверстия (по диагонали или с одной стороны пластины). Через эти отверстия осуществляются подвод и сток жидкости.

Прокладки на пластинах располагают так, чтобы после сборки теплообменника в нем образовались две системы каналов: по одной протекает охлажденная вода, по другой — теплоноситель (холодный рассол). Вода,

поступающая в верхний угловой канал 2, течет по каналам между пластинами 8 и 9, 10 и 11, а теплоноситель — навстречу по каналам между пластинами 7 и 8, 9 и 10.

Зная количество продукта или воды, которое надо охладить в час, и производительность установки, выбирают пластинчатый теплообменник (табл. 74).

Таблица 74. Техническая характеристика пластинчатых теплообменников

Показатели	ВО1-У2,5	ВО1-У5	АОЗ-У6	ОО1-У10	ООУ-25
Производительность, л/ч	2500	5000	6000	10000	25000
Расход рассола, м ³ /ч	5	10	12	30	50
Расход воды, м ³ /ч	—	—	18	20	50
Габаритные размеры, мм					
длина	1650	1870	1800	1950	2000
ширина	700	700	700	700	800
высота	1200	1200	1200	1200	1530
Общее число пластин	55	107	91	41	83
Площадь поверхности теплообмена пластины, м ²	0,15	0,15	0,15	1,5	1,5
Масса, кг	357	425	524	520	1200

Объем емкости для охлажденной воды рассчитывается на получасовой или часовой расход с коэффициентом заполнения 0,9. Зная объем емкости для охлажденной воды, определяют ее габаритные размеры.

Оборудование станции газификации

На крупных заводах необходимо предусматривать бестарную транспортировку и хранение СО₂ из расчета двухсуточного расхода. Для этой цели используются изотермические цистерны. Они представляют собой теплоизолированные сосуды, оборудованные приборами для измерения уровня и давления, предохранительными устройствами и арматурой для налива и слива сжиженного диоксида углерода.

Отбор жидкого диоксида углерода, превращение его в газообразное состояние и поддержание постоянного давления в сети с помощью регулирующих клапанов на заводе осуществляются на станциях газификации. В состав станции входят испаритель, предназначенный для превращения жидкого диоксида углерода в

газ, коллектор среднего давления, клапан «после себя», понижающий давление с 2,5 МПа до необходимого, коллектор низкого давления и силикагельные осушители, снижающие влажность диоксида углерода до заданных пределов.

Насыщение воды или напитков углекислотой производится в сатураторах. В настоящее время широкое распространение получил синхронно-смесительный способ насыщения. Сущность способа заключается в смешивании деаэрированной воды и сиропа в определенных соотношениях, насыщении смеси диоксидом углерода и розливе готового напитка. Сатуратор подбирается по производительности выбранных моечно-разливочных линий.

5.4. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА И РОЗЛИВА КВАСА

Приготовление квасного суслу

Объем емкостей для хранения концентрата квасного суслу (ККС) рассчитывается исходя из следующих норм запаса ККС: хлебный квас — 100 дней на один сезон, бутылочный квас — 3 мес. Для хранения применяются стальные эмалированные сборники с коэффициентом заполнения 0,9.

Объем сборников для сахарного сиропа рассчитывается на суточный расход при коэффициенте заполнения 0,9. К установке применяются вертикальные или горизонтальные сборники типа СЗ или ЦС. Желательно их устанавливать на площадке.

Объем сборника-емкости для разведения ККС принимается равным объему бродильного чана. К установке принимаются сборники с механической мешалкой, работающие по следующему графику (в мин): внесение компонентов (температура воды 35—40°C) 15, растворение ККС ($d_{\text{ккс}} = 3,5\text{—}5\%$) и перекачивание его в бродильный чан 30, мойка аппарата 10, общая продолжительность цикла 55 мин.

Число сборников

$$n = Q_c / V_{\text{сб}} z \cdot 0,8,$$

где Q_c — суточное количество суслу с содержанием сухих веществ 1,5%; $V_{\text{сб}}$ — вместимость одного сборника, м³; z — оборачиваемость сборника; 0,8 — коэффициент заполнения сборника.

Цех по производству хлебного кваса работает в две смены по 8 ч, или 960 мин. Оборачиваемость сборника

$$z = 960/55 = 17,4 \text{ раза.}$$

Сбраживание квасного суслу

Объем сбраживаемого в сутки суслу определяется исходя из суточного выпуска кваса и объема сбраживаемого суслу при приготовлении 100 дал хлебного кваса.

Число бро д и л ь н ы х ч а н о в

$$n = Q_{бр} / V_{бр} z_{бр} \cdot 0,85,$$

где $Q_{бр}$ — объем суслу, сбраживаемого за сутки, м³; $V_{бр}$ — вместимость бро д и л ь н о г о ч а н а, м³; $z_{бр}$ — оборачиваемость бро д и л ь н о г о ч а н а; 0,85 — коэффициент заполнения аппарата.

Бродильный чан работает по следующему графику (в мин): заполнение бро д и л ь н о г о ч а н а, доведение плотности начального суслу до требуемой (1,5—1,8%), внесение комбинированной закваски и сахарного сиропа (30°C) 15—30, брожение 960, охлаждение кваса до 8—10°C 60—90, мойка чана 15. Общая продолжительность цикла 17 ч 30 мин.

Оборачиваемость чана в сутки

$$z_{бр} = 24 \text{ ч} / 17,5 \text{ ч} = 1,3 \text{ раза.}$$

Объем сбраживаемого суслу и сахарного сиропа, поступающего на купажиrowание за сутки, определяется исходя из суточного выпуска и объемов сбраживаемого суслу и сахарного сиропа, поступающих на купажиrowание, при приготовлении 100 дал хлебного кваса.

Число к у п а ж н ы х ч а н о в

$$n = \frac{Q_{куп}}{V_{куп} z_{куп} \cdot 0,85},$$

где $Q_{куп}$ — объем сброженного суслу и сахарного сиропа, поступающих на купажиrowание в сутки, м³; $V_{куп}$ — вместимость купажного аппарата, м³; $z_{куп}$ — оборачиваемость купажного чана; 0,85 — коэффициент заполнения аппарата.

Оборачиваемость купажного чана

$$z_{куп} = 480 \cdot 2^* / 105 = 9,3 \text{ раза.}$$

Купажный чан работает по следующему режиму (в мин): заполнение — 15—30, купажиrowание — 30, пере-

* Работа купажного отделения принимается в 2 смены по 8 ч.

качивание готового кваса в напорные емкости — 30, мойка чана — 15. Продолжительность цикла составляет 90—105 мин.

Для сбраживания квасного сусла в промышленности широко применяются бродильно-купажные аппараты. Промышленностью выпускается бродильно-купажный аппарат Ш4-ВАК-10 вместимостью 11 м³ (рабочая вместимость 9,4 м³, диаметр 2434 мм, высота 5260 мм). В настоящее время сбраживание квасного сусла осуществляется в ЦКБА вместимостью 30 м³ и более. Эти аппараты имеют аналогичную конструкцию (см. рис. 20). Время занятости аппарата 24 ч, оборачиваемость равна 1.

Зная суточную производительность купажного отделения и учитывая запас вместимости, геометрический размер аппарата и его оборачиваемость, рассчитывают число аппаратов.

Объем кваса, поступающего на выдержку в сутки, определяется исходя из объема кваса, поступающего на выдержку, при приготовлении 100 дал хлебного кваса и суточного выпуска кваса. В зависимости от мощности завода продолжительность розлива кваса принимается 8—12 ч. Сборник готового кваса наполняется за 45 мин. Квас выдерживается в нем 180 мин, разливается за 30 мин, мойка аппарата занимает 10 мин. Продолжительность цикла составляет 265 мин.

Оборачиваемость сборника при 8-часовом рабочем дне $z_{сб} = 480/265 = 1,85$ раза, при 12-часовом $z_{сб} = \frac{60 \cdot 12}{265} = 2,71$ раза. Зная объем кваса, поступившего на выдержку в сутки, оборачиваемость и объем сборника, определяют число сборников, коэффициент заполнения сборника 0,9.

Для охлаждения кваса в настоящее время служат пластинчатые охладители и теплообменники типа «труба в трубе».

Для перекачивания кваса и квасного сусла используются центробежные насосы типа К.

Для разведения чистой культуры дрожжей и молочнокислых бактерий предусматривается установка аппаратов Грейнера.

Чистые культуры дрожжей и молочнокислых бактерий выращиваются в малых бродильных цилиндрах при температуре 25—30°C, дрожжи — до содержа-

ния в 1 мл среды 40 млн. клеток, бактерии — до накопления кислотности 6,8—7 мл 1 М раствора щелочи.

В аппарате для предварительного брожения, заполненный суслем, передают посевную культуру молочнокислых бактерий и по достижении кислотности сусла, приблизительно через 12 ч, культуру дрожжей из другого малоферментационного цилиндра. После сбраживания среды и повышения кислотности содержимое аппарата передают в сборник для комбинированной закваски, предварительно заполненный суслем. При появлении на поверхности завитков брожения отбирают 1/10 объема сбраживаемого сусла во 2-й сборник для комбинированной закваски, а остальное содержимое 1-го сборника перекачивают в бродильный аппарат.

Согласно продуктовому расчету на 100 дал кваса расходуется 30,95 л комбинированной закваски. Исходя из суточного выпуска кваса рассчитывают суточный расход комбинированной закваски. Вместимость сборника для комбинированной закваски рассчитывается на суточный запас с учетом запаса вместимости 30%. Принимается к установке не менее двух сборников.

Розлив хлебного кваса

Розлив кваса производится в квасовозы вместимостью 3000 л или автоцистерны вместимостью 1000 л.

Принимая продолжительность работы квасоналивочной станции 8—12 ч, можно найти необходимое число квасовозов и автоцистерн в час. Зная количество кваса, подлежащего розливу в сутки, можно определить число квасовозов или автоцистерн, которое необходимо заполнить за сутки, в час.

Бестарый способ транспортировки кваса, осуществляемый с помощью квасовозов, экономичен, так как при этом сокращаются расходы воды, пара, увеличивается оборачиваемость автотранспорта (уменьшается его количество). Насыщенность кваса CO_2 высока за счет того, что из квасовоза квас выдавливают углекислотой.

КОМПОНОВКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И РАСЧЕТ СКЛАДСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

К компоновке производственных цехов приступают после подбора и расчета технологического оборудования. Компоновка должна быть увязана с генеральным планом завода с целью обеспечить грузовые потоки, взаимосвязи между производственными цехами и другими объектами, удобное движение людей по заводской территории и пр.

Размещая оборудование в цехе, необходимо считаться с расположением ряда объектов на территории завода. Это в первую очередь касается санитарного пропускника: должен быть обеспечен свободный и удобный выход из него в производственные помещения.

Цеховые кладовые целесообразно размещать у входа в цех, вблизи от заводского материального склада, а также вблизи от основных потребителей материалов.

При планировке оборудования решаются также вопросы организации и учета труда. Оборудование должно быть размещено компактно. Нельзя оставлять свободные неиспользуемые площади. Недопустимо также искусственное заполнение таких площадей кладовыми, конторами и т. д. Резервные площади могут быть предусмотрены только в том случае, если в дальнейшем предполагается расширение производства.

Планировку оборудования в производственном цехе осуществляют с таким расчетом, чтобы здание имело рациональные конфигурацию и размеры, позволяющие использовать стандартные строительные конструкции.

При компоновке необходимо учитывать требования по технике безопасности, охране труда, санитарии, гигиене и противопожарной технике. При расстановке оборудования следует ясно представлять технологическую схему производства от поступления сырья до отправки

готовой продукции потребителям, учитывать необходимость удобного сообщения между производственными цехами и подсобно-производственными помещениями.

Компоновку производственного корпуса целесообразно начинать с компоновки основного производственного цеха.

Для удобства внутривозвездской транспортировки тары и готовой продукции, снижения затрат ручного труда при любой этажности производственного корпуса целесообразно тарный цех и склад готовой продукции размещать на первом этаже.

При компоновке основного производства и складов предусматриваются необходимые подсобные помещения (для вентиляционных установок, заведующего складом начальников смен и т. п.).

Во всех случаях на первом этаже размещают ремонтные мастерские, материальный склад, насосную и трансформаторную подстанции.

При размещении бытовых и административных конторских помещений обеспечивается удобное положение их по отношению к основному производству и главному входу.

При размещении оборудования для мойки стеклянной тары учитывают место расположения склада тары, предусматривая возможно более короткий путь доставки ее в цех.

При компоновке зерно- и солодохранилищ транспортные механизмы для зерна и сухого солода следует проектировать раздельными.

Цех розлива необходимо располагать на минимальном расстоянии от отделения сборников фильтрованного пива.

При планировке оборудования на предприятиях пивобезалкогольной промышленности отдельные машины и аппараты связывают между собой в единую производственную линию.

При компоновке оборудования для производства солода, пива и безалкогольных напитков решаются также вопросы по расстановке необходимой аппаратуры для автоматического контроля и регулирования технологических процессов. Предусматривается отдельное помещение для контрольно-измерительных и регулирующих приборов.

Щиты управления, регулирования, контроля и сигнализации размещают так, чтобы они не находились в районе трансформаторных подстанций, а также под вентиляционными камерами, душами и санузлами и чтобы через них не проходили технологические трубопроводы. По обе стороны щитов оставляют проход шириной не менее 800 мм. Пол щитовых помещений делают двойным или прокладывают каналы для кабелей, проводов и труб.

Нормами технологического проектирования предприятий по производству солода и пива допускается размещение аспирационного оборудования в одном помещении с технологическим и транспортным оборудованием. Это положение следует учитывать при компоновочных решениях производственных цехов.

6.1. КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ СОЛОДА

В основу компоновочных решений в данном случае должен быть положен принцип создания четкой технологической взаимной увязки отдельных производственных участков, максимального сокращения протяженности коммуникаций и транспортных механизмов, максимальной блокировки зданий и сооружений. Степень блокировки решается в зависимости от производительности солодовенного производства.

При проектировании зданий и сооружений солодовенных цехов мощностью более 20 000 т солода в год важным обстоятельством является способ подвоза сырья и отвоза продукции. Поскольку для предприятий большой мощности подвоз ячменя и отвоз солода осуществляются в основном железнодорожным транспортом, компоновка их в этих условиях прежде всего связана со следующими обстоятельствами:

приемное устройство для зерна должно располагаться непосредственно на железнодорожных путях, причем так, чтобы операции по разгрузке ячменя и погрузке солода не мешали работе транспорта;

поскольку приемное устройство соединяется подземной галереей с рабочей башней элеватора, последний должен располагаться в непосредственной близости от железнодорожных путей;

склад товарного солода должен также находиться непосредственно у железнодорожных путей.

Из сказанного следует, что основные здания и сооружения солодовенных заводов большой мощности должны быть скомпонованы в увязке с расположением железнодорожных путей, а это в большинстве случаев определяет решение генерального плана площадки строительства.

При подвозе зерна и отгрузке солода автотранспортом вопросы размещения зданий и сооружений и их блокировки решаются легче, но возникает необходимость сооружения приемного устройства для машин с опрокидывателями.

При стесненных площадках склады зерна и солода предусматриваются, как правило, силосного или бункерного типа, что позволяет резко увеличить высоту слоя хранимого зерна или солода и сократить площадь соответствующих сооружений.

При компоновке сушилок солода существенным является решение тепловой схемы сушки. Сушилки солода с собственной топкой должны иметь топочное помещение с вентиляторами, устройства для подачи топлива и удаления золы, дымовые трубы. Все это заставляет увеличивать высоту здания и приводит к ряду вынужденных решений, связанных, в частности, с необходимостью предусматривать транспортные связи со складом топлива и площадкой для золы, санитарные и противопожарные мероприятия, что ведет к удорожанию строительства и эксплуатации.

При подогреве сушильного агента — воздуха паром в калориферах все компоновочные решения упрощаются; высота отделения сушки солода снижается на 3—5 м, санитарные условия улучшаются. Важным при этом является улучшение условий транспортировки свежепросоженного солода. Так, при использовании пневмотранспорта для свежепросоженного солода существенное значение имеет высота подъема солода, влияющая при высокой производительности на экономичность проектных решений.

При использовании тепла продуктов сгорания топлива от ТЭЦ или котельной необходимо максимально приближать помещение сушилок солода к зданию ТЭЦ.

На рис. 31 показано компоновочное решение цеха производительностью 20 тыс. т солода в год.

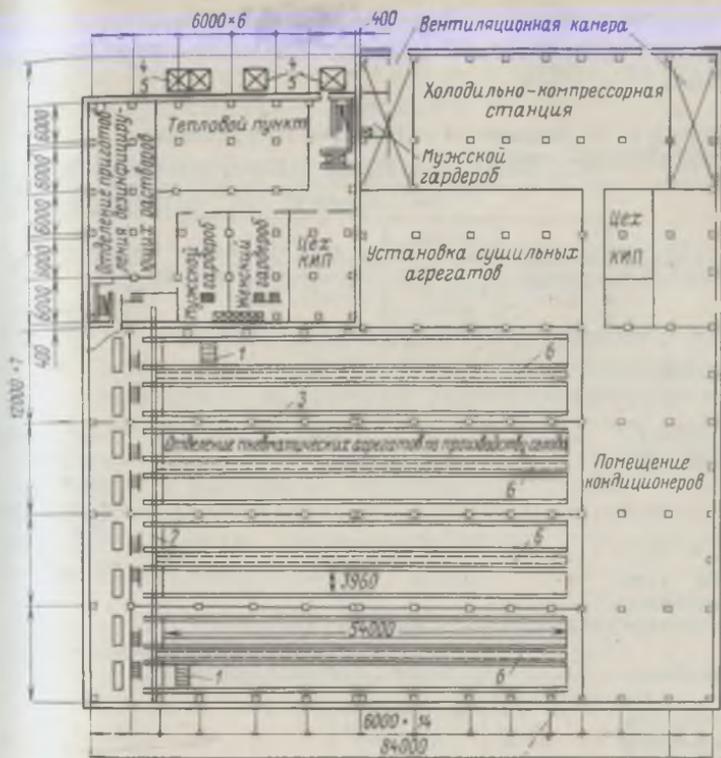


Рис. 31. Цех приготовления солода производительностью 20 тыс. т в год (план на отм. 0.000):

1 — шнековый автоматизированный ворошитель; 2, 6 — скребковые транспортеры для ячменя и солода; 3 — пневматический агрегат; 4 — бункер для отгрузки ростков; 5 — бункер для сухого слада

Совмещение процессов замочки, ращения и сушки солода в одном аппарате позволяет сократить цикл замочки и ращения, значительно снизить потребность в производственных площадях, исключить переброску свежепропущенного солода, уменьшить расход воды, электроэнергию и затраты рабочей силы. Сетка колонн принимается размером 6×12 м, что дает возможность разместить в одной камере два пневматических ящика. В солодовне 8 ящиков.

Компоновочные решения солодовни предусматривают возможность увеличения производительности завода до 40 тыс. т в год.

При компоновке оборудования в помещениях необходимо пользоваться нормативами, приведенными в табл. 75.

Таблица 75. Нормативы размещения оборудования на солодовенном заводе

Оборудование	Расстояние, м				Примечание
	от стены до агрегата	проход для обслуживания оборудования	центральный проход	до колонны	
Замочные чаны	Не менее 0,4	0,8—1	1,5—2	—	—
Пневматический ящик	—	0,8—1	1,5—2	0,1—0,15	Высота подситового пространства не менее 1,8 м
Ящик типа «передвижная грядка»	—	0,8—1	1,5—2	0,1—0,15	То же
Оборудование для солодоращения в одном аппарате Солодосушилка	—	0,7*—0,9	1,5—2	0,1—0,15	»
вертикальная ЛСХА I	Не менее 1	0,8—1	3	—	—
горизонтальная (двух-трехъярусная)	В камере	—	3	—	—

* 0,7 — величина прохода к одиночным рабочим местам (в крайних пристенных пролетах помещения).

Стационарные площадки имеют лестницы и ограждения высотой 1 м. Переходные мостики располагаются на высоте 0,5 м от пола. Высота от пола площадки до выступающих конструкций оборудования и арматуры долж-

на быть не менее 1,8 м. Ширина лестниц предусматривается не менее 0,8 м, для переноски тяжестей — не менее 1 м; шаг ступеней лестниц — не более 0,25 м; ширина — не менее 0,12 м; уклон — не более 45°.

6.2. КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗАВОДОВ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ПИВА

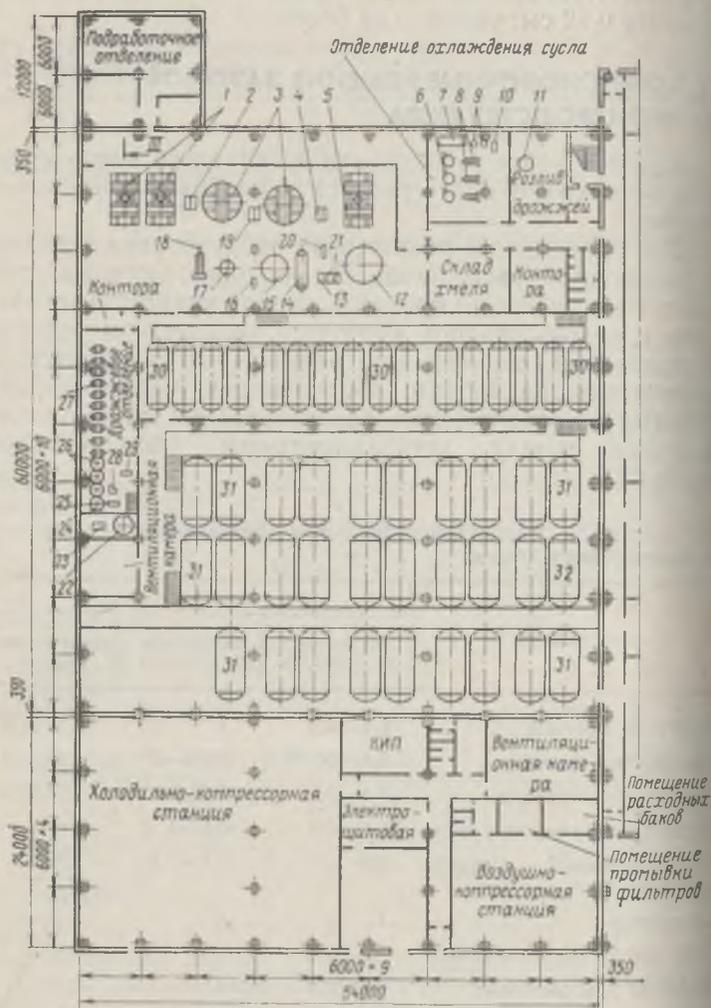
К компоновке оборудования главного корпуса завода приступают после расчета и подбора аппаратов и машин.

Для правильного размещения оборудования в корпусе необходимо располагать следующими данными: схемой технологического процесса, схемой компонуемых участков и цехов главного корпуса; количеством единиц оборудования, подлежащего размещению в корпусе, и габаритными размерами оборудования; официальными нормами технологического проектирования минимальных разрывов между устанавливаемым оборудованием (табл. 76).

Таблица 76. Нормативы размещения оборудования на пивоваренном заводе

Оборудование	Расстояние, м		
	от стены до аппарата	между оборудованием	центральный проход
Варочные порядки	0,4—0,8	1	1,5—1,8
Бродильные танки	0,4—0,8 *	0,25—1	1,5—1,8
Танки дображивания	0,4—0,8 *	0,25—1	1,5—1,8
Цилиндроконические танки	0,6—0,8	0,4—1	1,5
Гидроциклонный (турбулентный) чан	0,8	0,6—1,0	1,8—2
Сепаратор	1	1	2
Охладитель (пластинчатый)	0,6—0,8	0,8—1	1,5—2
Фильтры диатомитовые	0,6—0,8	1	1,5—2
Фильтры пластинчатые	0,8	0,6—1,6	1,5—2
Моечно-разливочные машины	2	—	—

* При условии использования рассольных батарей для охлаждения помещения.



Компоновочные решения главного корпуса должны приниматься с соблюдением следующих требований:

- создание четкой технологической взаимосвязи между производственными участками и цехами, обеспечивающей наилучшие эксплуатационные условия и максимальное сокращение протяженности трубопроводов и транспортных устройств;

- обеспечение четких и удобных грузопотоков транспорта на промплощадке по сдаче тары и вывозу готовой продукции;

- полное объединение всех основных и вспомогательных цехов и участков, складских и административно-бытовых помещений в одном здании;

- решение строительной части здания в современных конструкциях, применение крупноразмерных сеток колонн и наиболее экономичных унифицированных конструктивных элементов и материалов;

- размещение производства в одноэтажном здании. Допускается выделение в многоэтажную часть варочного и подработочного отделений. Эти отделения могут занимать три и более этажей, примыкающих к торцу здания.

Высота этажей до низа выступающих конструкций в одноэтажном здании принимается равной 4,8; 6,0; 7,2; 8,4 м, т. е. кратной 1,2 м.

В главном корпусе располагаются все производственные, складские, бытовые и конторские помещения.

Планировка производственных цехов и других групп помещений выполняется в соответствии с технологиче-

Рис. 32. Варочный цех и цех брожения-дображивания главного корпуса пивоваренного завода производительностью 4 млн. дал пива в год (план на отм. 0.000):

- 1 — заторные аппараты; 2 — насос для затора; 3 — фильтрационные аппараты; 4 — насос для сусла; 5 — сушловарочный котел; 6 — сепаратор для сусла; 7 — машина для мойки частей сепаратора; 8 — пластинчатые охладители сусла; 9 — насосы для дезинфицирующего раствора; 10, 22 — сборники для дезинфицирующего раствора; 11 — сборник для жидких дрожжей; 12 — гидростроительный аппарат; 13 — насос для отстоя и хмелевой дробины; 14 — сборник для промывных вод; 15 — сборник для сусла; 16, 21 — насосы для сусла; 17 — агрегат для дробления увлажненного хмеля; 18 — теплообменник для горячего сусла; 19 — насос для горячего сусла; 20 — насос для промывных вод; 23 — вибросито для дрожжей; 24 — пастеризационно-охладительная установка; 25 — насос для рабочих дрожжей; 26 — сборники для осадочных дрожжей; 27 — насос вакуум-сборника для рабочих дрожжей; 28 — насос для осадочных дрожжей; 29 — вакуум-насос водопольцевой; 30 — аппараты для брожения пива; 31 — аппараты для дображивания пива; 32 — сборник для исправного броженного пива

ским потоком производства и максимальным учетом их взаимосвязи.

Здание обычно имеет два основных входа: один в производственные помещения, другой в контору. Дополнительные входы предусматриваются в склад готовой продукции, в помещение ремонта и приема бочек, в склад новой и оборотной посуды, в холодильно-компрессорное и углекислотно-воздушное отделения, склад хмеля и солода и варочное отделение.

В бытовые помещения входят гардеробные, душевые, умывальные, кладовые для чистого и грязного белья. Кроме того, при планировке помещения предусматривается комната для принятия пищи, а в гардеробных — закрытое хранение одежды.

Примером компоновочного решения с соблюдением всех указанных требований может служить типовой проект завода мощностью 4 млн. дал пива в год, разработанный институтом «Гипропищепром-2», с последующим расширением производства пива до 8 млн. дал в год при использовании различного оборудования.

Компоновочная схема главного корпуса в обоих вариантах проекта однотипна и заключается в том, что бродильный цех, цех дображивания, отделения разведения чистой культуры дрожжей и фильтрационное, в которых необходимо поддерживать определенную температуру, образуют внутренний изолированный контур здания. Склады солода, ячменя, хмеля и сахара расположены в непосредственной близости к варочному цеху.

Трансформаторная, холодильно-компрессорная, воздушно-углекислотная станция находятся рядом с ближайшими потребителями энергоресурсов. На рис. 32 показано компоновочное решение варочного цеха и цеха брожения-дображивания главного корпуса завода мощностью 4 млн. дал пива в год.

Типовой проект завода производительностью 4 млн. дал пива в год может иметь варианты, позволяющие интенсифицировать производство и снизить сметную стоимость строительно-монтажных работ. Примером такой интенсификации может служить проведение брожения и дображивания пива в цилиндрикоконических аппаратах, устанавливаемых на открытом воздухе и имеющих рубашки для регулирования температуры брожения.

6.3. КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ЦЕХА (ЗАВОДА) ПО ПРОИЗВОДСТВУ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ И СЛАБОАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

При компоновке цеха безалкогольных напитков в основу кладут следующие принципы объединения всего производства, складских, бытовых, вспомогательных помещений и холодильно-компрессорной станции в одном здании:

- обеспечение четкой технологической взаимосвязи между отдельными производственными участками;
- максимальное сокращение протяженности транспортных путей и трубопроводов;
- рациональное решение грузопотоков по приемке тары и отпуску готовой продукции;
- увязка этих грузопотоков с аналогичными потоками других производств, размещаемых на этой же площадке.

При компоновке цеха безалкогольных напитков предусматривается возможность блокировки его с другим производством, строящимся на той же площадке. Предварительно решается вопрос допустимости этой блокировки по целому ряду условий: технологическим, санитарным, противопожарным и др.

При компоновке цеха безалкогольных напитков необходимо объединять в общие помещения отдельные производственные участки, совместимые по технологическим условиям, например все квасоваренное производство, сироповарочное, купажное отделения и др.

Для обеспечения эксплуатационных удобств и потока всех компонентов купажа в купажном отделении необходимо проектировать предкупажные площадки, на которых предполагается устанавливать сборники для сиропа, соков, кислоты и др.

Для санитарной обработки автотермоцистерн и налива в них кваса вне корпуса предусматривается навес с площадкой для сборников-мерников и асфальтированной площадкой под них.

Автотермоцистерны наполняются из сборников-мерников самотеком.

Цехи безалкогольных напитков должны проектироваться, как правило, в одноэтажных зданиях с сеткой колонн 6×12 ; 12×12 .

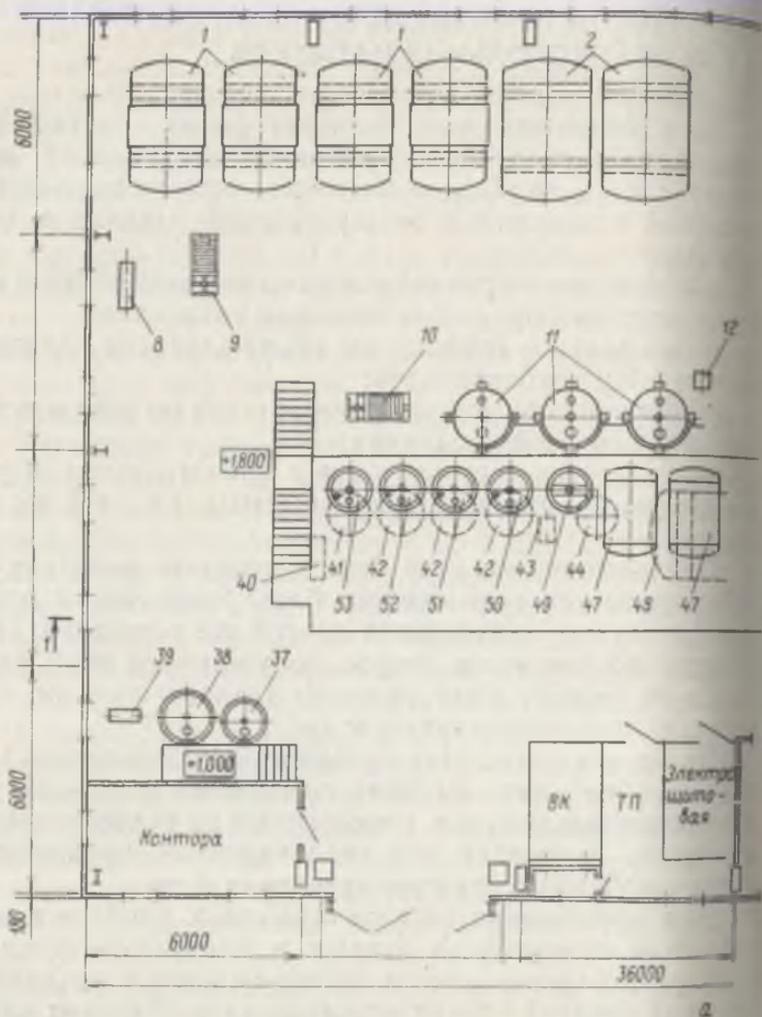
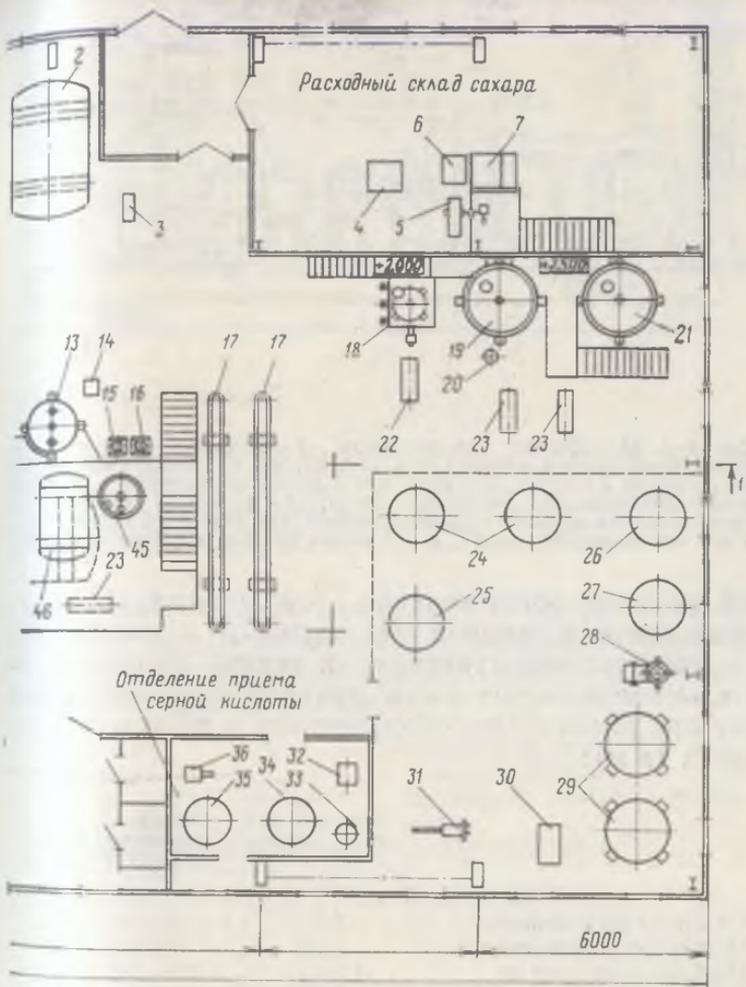
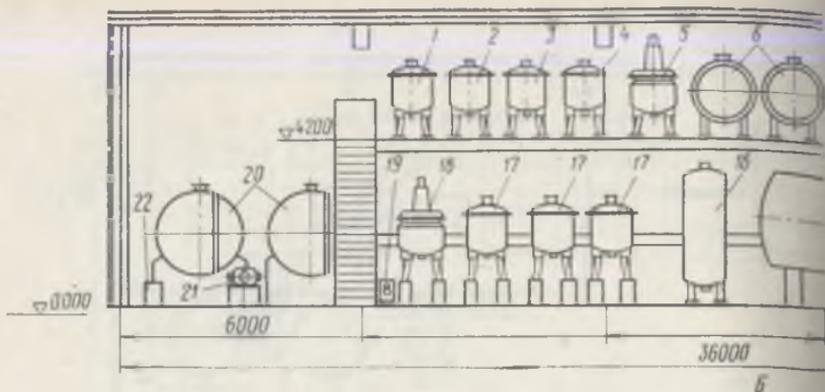


Рис. 33. Цех производства безалкогольных напитков производительностью 2 млн. дал в год:

а — план на отметке 0.000 (1 — сборники для соков; 2 — сборники для концентрата квасного сусла; 3 — насос для концентрата квасного сусла; 4 — тележка ручная; 5 — нория для сахара; 6 — мешкоопрокидыватель; 7 — весы платформенные; 8 — насос для соков; 9 — фильтр-пресс для соков; 10 — фильтр-пресс для купажа безалкогольных напитков; 11 — аппараты для приготовления купажа безалкогольных напитков; 12 — насос для купажа безалкогольных напитков; 13 — аппарат для приготовления купажа Московского кваса; 14 — насос для купажа Московского кваса; 15 — теплообменник для купажа Московского кваса; 16 — теплообменник для купажа безалкогольных напитков; 17 — теплообменники для сахарного сиропа; 18 — аппарат для приготовления колера; 19 — аппарат для варки сахарного сиропа; 20 — фильтр-ловушка для сахарного сиропа; 21 — аппарат для инверсии сахарного сиропа; 22 — насос для колера; 23 — насосы для сахарного сиропа; 24 — фильтры



ноообменные; 25 — фильтр осветляющий механический; 26 — емкость контактная; 27, 44 — фильтры угольные; 28 — фильтр патронный; 29 — сборники для подготовленной воды; 30 — насос для подготовленной воды; 31 — фильтр для подготовленной воды; 32 — вакуум-насос; 33 — вакуум-нейтрализатор; 34 — сборник для приема серной кислоты; 35 — сборник для серной кислоты; 36 — насос-дозатор для серной кислоты; 37 — сборник для концентрированной щелочи; 38 — сборник для приготовления дезинфицирующего раствора; 39 — насос для дезинфицирующего раствора; 40 — насос для лимонной кислоты; 41 — котел для растворения лимонной кислоты; 42 — сборники для брака; 43 — насос для подачи брака; 45 — напорный сборник для концентрата кислого сула; 46 — напорная цистерна для сахарного сиропа; 47 — напорные цистерны для соков; 48 — сборник для хранения сахарного сиропа; 49 — котел для колера; 50 — напорный сборник для лимонной кислоты; 51 — напорный сборник для настоев; 52 — напорный сборник для композиций; 53 — сборник для экстракта);



6 — разрез 1—1 (1 — сборник для экстракта; 2 — напорный сборник для композиций; 3 — напорный сборник для настоев; 4 — напорный сборник для лимонной кислоты; 5 — котел для колера; 6 — напорные цистерны для соков; 7 — напорная цистерна для сахарного сиропа; 8 — напорный сборник для концентрата квасного сусле; 9 — теплообменники для сахарного сиропа; 10 — аппарат для приготовления колера; 11 — аппарат для варки сахарного сиропа;

Для удобства обслуживания оборудования, соблюдения требований пожарной безопасности и санитарных норм в процессе эксплуатации, а также производства строительно-монтажных работ приняты следующие расстояния при размещении оборудования в производственных цехах (в м):

	<i>Сборники для соков, настоев, экстракта</i>	<i>Аппараты кулажного и квасного цехов</i>
От стены до аппарата	0,8	0,8
Между оборудованием	0,25	0,25
Центральный проход	1,5—2,0	2,0—2,5

В качестве примера компоновочного решения цеха по производству безалкогольных напитков на рис. 33 изображен цех по выпуску безалкогольных напитков, на рис. 34 — цех по производству хлебного кваса.

6.4. РАСЧЕТ СКЛАДСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Для хранения солода и ячменя используются зернохранилища силосного типа (проект ЦНИИпромзернопроекта). Число силосов зависит от мощности завода,

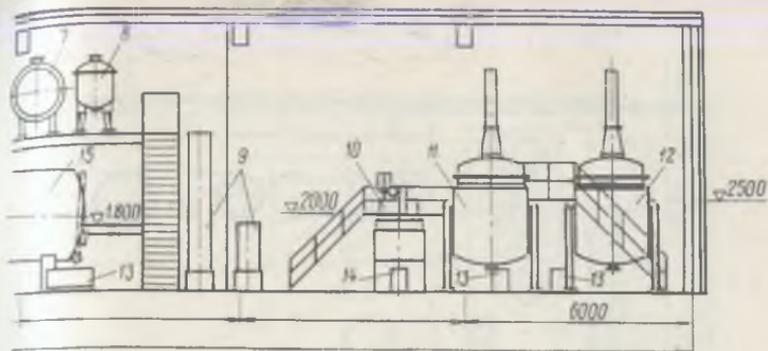


Рис. 33. (Продолжение.)

12 — аппарат для инверсии сахарного сиропа; 13 — насосы для сахарного сиропа; 14 — насос для колера; 15 — сборник для хранения сахарного сиропа; 16 — фильтр угольный для браки; 17 — сборники для браки; 18 — котел для растворения лимонной кислоты; 19 — насос для лимонной кислоты; 20 — сборники для соков; 21 — фильтр-пресс для соков; 22 — насос для соков; ТП — трансформаторная подстанция; ВК — вентиляционная камера

нормативных запасов хранения продукта и насыпной плотности продукта. Вместимость бункеров также определяется исходя из нормативных запасов хранения продукта и отходов производства:

Ячмень	8-месячный запас	
Солод	2-месячный запас	
Ячмень I и II сортов	Суточный запас	каждого сорта
Ячмень-отход после сортировки III сорта	3-суточный запас	
Зерновые отходы	2-суточный запас	
Сорные отходы	2-суточный запас	
Ростки	2-суточный запас	

При проектировании предприятий по производству пива для расчета складских помещений для хранения сырья, отходов производства и других вспомогательных материалов используются данные табл. 77.

Таблица 77. Данные для расчета складских помещений для сырья и отходов пивоваренного производства

Сырье, отходы	Норма запаса, мес	Тип хранения	Примечание
---------------	-------------------	--------------	------------

Солод	2 для заводов с соло-	Напольное в силосах	Поступление бестарное и в мешках
-------	-----------------------	---------------------	----------------------------------

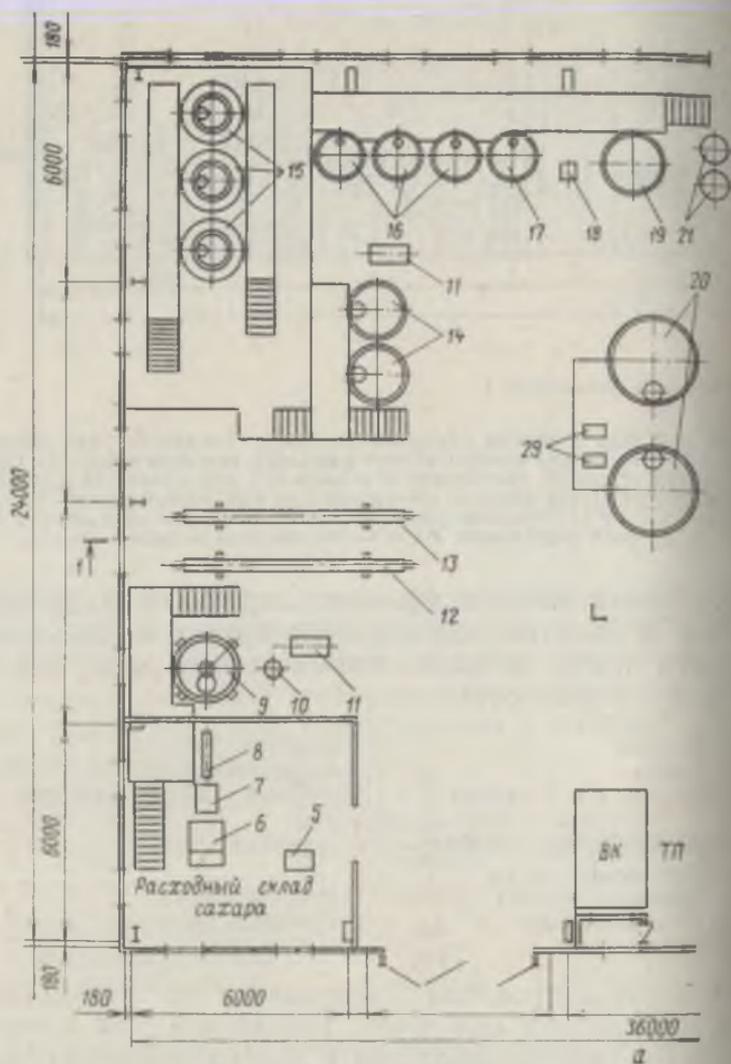
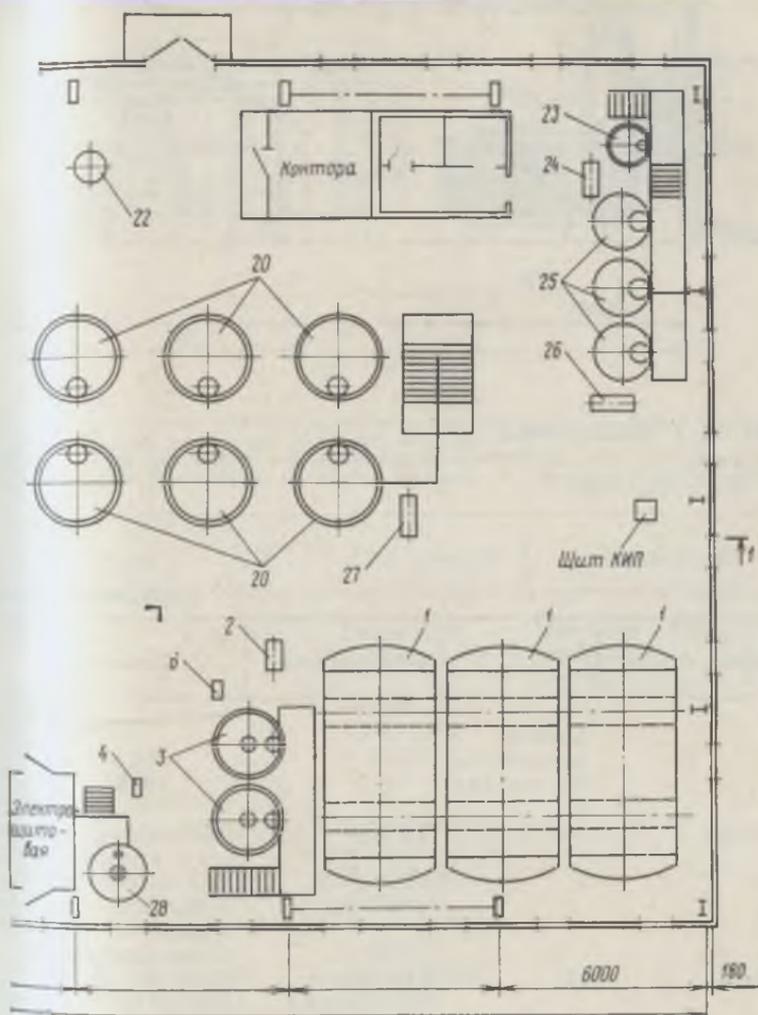


Рис. 34. Цех производства хлебного кваса производительностью 650 тыс. дал в год:

а — план на отметке 0.000 (1 — сборники для хранения концентрата квасного сусла; 2 — насос для концентрата квасного сусла; 3 — аппараты для растворения концентрата квасного сусла; 4 — насос для растворенного концентрата квасного сусла; 5 — тележка ручная грузовая; 6 — весы для сахара; 7 — механикопрокидыватель; 8 — нория для сахара; 9 — аппарат для варки сахарного сиропа; 10 — фильтр-ловушка для сахарного сиропа; 11 — насосы для сахарного сиропа; 12 — теплообменник для сахарного сиропа; 13 — теплообменник для кваса; 14 — сборники для сахарного сиропа; 15 — мерники для хлебного кваса;



16 — сборники для дрожжей и молочнокислых бактерий; 17 — сборник для комбинированной закваски; 18 — насос для комбинированной закваски; 19 — бродительные цилиндры (большой); 20 — бродильно-купажные аппараты; 21 — бродительные цилиндры (малые); 22 — стерилизатор; 23 — сборник для концентрированной щелочи; 24 — насос для концентрированной щелочи и дезинфицирующего раствора; 25 — аппараты для воды, моющего и оборотного растворов; 26 — насос для подачи моющего раствора; 27 — насос для возврата моющего раствора; 28 — аппарат для моющего раствора; 29 — насосы для кваса;

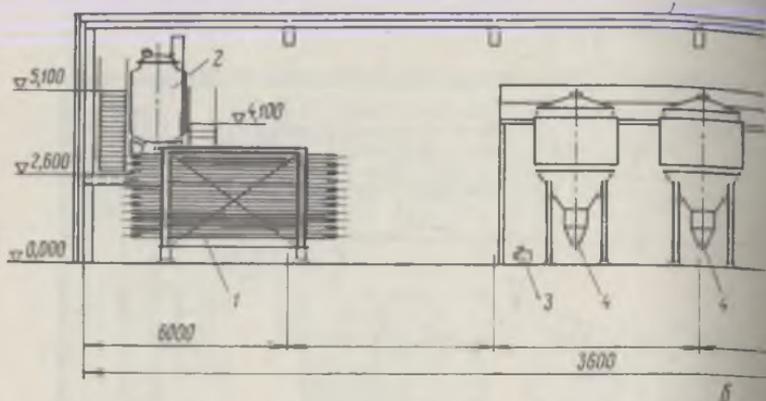
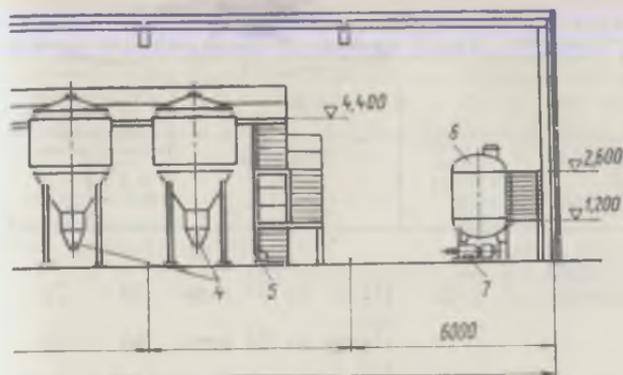


Рис. 34. (Продолжение.)

б — разрез 1—1 (1 — теплообменник для кваса; 2 — мерник для хлебного кваса; врата моеющего раствора; 6 — аппарат для воды, моеющего и оборотного рас

Продолжение табл. 77

Сырье, отходы	Норма запаса, мес	Тип хранения	Примечание
Ячмень	3 для заводов без солодовни 2—3	То же	Поступление бестарное и в мешках При напольной нагрузке 1500 кг/м ² коэффициент использования площади 0,5 Нагрузка от штабеля 1000 кг/м ² , для заводов до 2 млн. дал пива в год 200 кг/м ² , более 2 млн. дал 400 кг/м ² . Коэффициент использования площади 0,5; температура в складе 1°С
Рис	2	Напольное в мешках	
Хмель	12	Напольное, на стеллажах в пакетах	
Солодовая и хмелевая дробина	1,5—2 сут	В бункерах	
Отходы от пивоварки	2—3 сут	То же	



3 — насос для кваса; 4 — бродильно-купажные аппараты; 5 — насос для воз-
 творов; 7 — насос для подачи моющего раствора)

Продолжение табл. 77

Сырье, отходы	Норма запаса, мес	Тип хранения	Примечание
Сахар	1	Напольное в мешках	Нагрузка 1500 кг/м ² . Коэффициент исполь- зования площади 0,5
Кизельгур	1	То же	
Целлюлозный опорный картон	1	Напольное в пачках	
Картон филь- тровальный	1	То же	
Этикетки	2	На стеллажах в пачках	
Кроненпробки	2	Напольное в ящиках	
Декстрин	2	На поддонах в мешках	
Сода каустиче- ская техниче- ская	15 сут	В цистернах наливом	
Сода кальцини- рованная тех- ническая	1	На поддонах в бочках	

Нормы расчета складских помещений для посуды и бочек, готовой продукции, площадок для хранения бутылок и бочек, а также боя посуды приведены в табл. 78.

Таблица 78. Данные для расчета складских помещений посуды, бочек и готовой продукции пивоваренного производства

Помещение	Норма запаса, сут	Вид тары	Нагрузка на 1 м ² площади, ящиков, бочек		Коэффициент использования площади
			в 2 яруса	в 3 яруса	
Склад посуды оборотной	2	Пакет из 30 ящиков	50	75	0,5
		Пакет из 24 ящиков	40	60	0,5
новой	2	Связки, навалом, пакет (бестарный)	—	—	—
		Пакет из 30 ящиков	50	75	0,5
Склад готовой продукции	2	Пакет из 30 ящиков	50	75	0,5
		Пакет из 24 ящиков	40	60	0,5
Склад облегченный для бутылок	2	Пакет из 30 ящиков	50	75	0,5—0,65
Площадка для ящиков	5	Ящик	500 ящиков на 10 м ²		—
Площадка для бочек	5	Бочки на 50 л	150 шт. на 10 м ²		—
		на 100 л	100 шт. на 10 м ²		—

При определении площадей складских помещений для сырья в производстве безалкогольных напитков необходимо учитывать данные табл. 79.

Таблица 79. Данные для расчета складских помещений для сырья в производстве безалкогольных напитков

Сырье	Норма запаса	Вид тары
Сахар ¹	15 сут	Мешки на поддонах и в штабелях
Жидкий сахар	2—3 сут	Сборники стальные эмалированные горизонтальные или вертикальные

¹ На 1 м² укладывается 1,2—1,8 т. Коэффициент использования площади 0,5. Масса мешка 50 кг.

Сырье	Норма запаса	Вид тары
Соки	3 мес	То же
Настои	3 мес	Фляги и бочки
Эссенция, композиция	3 мес	Бутыли
Концентрат квасного сус- ла	100 сут (на один сезон)	Сборники стальные эма- лированные горизонталь- ные или вертикальные

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ТЕПЛОВАЯ ЧАСТЬ

Немаловажное значение для работы промышленных предприятий имеет расход воды, тепла, электроэнергии.

7.1. ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Водное хозяйство завода проектируется с целью обеспечить водой производственные, технические, хозяйственно-бытовые и пожарные службы предприятий. При расчетах расход воды по заводу складывается из расхода на хозяйственно-бытовые нужды, пожаротушение в соответствии со СНиП 2.04.01—85, СНиП 2.04.02—84 и из расхода на производственные и технические нужды в соответствии с технологическим разделом проекта.

Вода технологического назначения по качеству должна отвечать требованиям производства пиво-безалкогольных напитков.

Вода, применяемая для охлаждения аппаратуры, не должна давать отложения солей и биологических образований и усиленной коррозии аппаратов и трубопроводов, в противном случае должна быть предусмотрена специальная подготовка воды.

Здания пиво-безалкогольных заводов должны быть обеспечены водой из следующего расчета: для хозяйственно-питьевых нужд 25 л на каждого работающего в нормальных условиях и 45 л на работающего в цехах со значительным избытком теплоты [более $83,6 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$], 500 л/ч на одну душевую сетку.

При проектировании необходимо определить источник водоснабжения (городская сеть, строительство нового водозабора, местные артезианские скважины). Выбор источника водоснабжения следует согласовывать с местными Советами и местными органами Госсаннадзора.

При проектировании следует иметь в виду, что во всех случаях запрещается присоединять к хозяйственно-питьевому водопроводу производственный, несущий воду непитьевого качества. Объединение наружных магистралей хозяйственно-питьевого и производственного водопроводов допустимо только в тех случаях, когда применение для производственно-технических целей воды питьевого качества обосновано.

Использование воды питьевого качества для производственных целей, не исключающее возможности смешения ее с продуктами производства, допускается лишь при условии осуществления специальных мероприятий, предотвращающих попадание продуктов производства в линию питьевой воды (подача питьевой воды через напорный бак, сообщенный с атмосферой и обеспеченный переливом в канализацию, и т. п.). При проектировании водоснабжения в целях сокращения потребления чистой воды и уменьшения сточных вод надлежит предусматривать применение оборотных систем и систем многократного использования воды.

В производстве солода, пива, слабоалкогольных и безалкогольных напитков расход воды зависит от принятых в проекте способов получения того или иного продукта (табл. 80—83).

Таблица 80. Расход воды при производстве солода

Операция	Расход на 1 т ячменя, м ³	Периодичность операции
<i>Воздушно-водяное замачивание</i>		
Мойка ячменя	2	При поступлении
Смена воды при замачивании	8	7 раз в течение 3 сут
<i>Воздушно-оросительное замачивание</i>		
Мойка ячменя	2	2 раза по 2 ч
Замачивание ячменя	3	3 раза по 2 ч
Орошение ячменя	5	25 раз в сутки по 15 мин на одну батарею замочных чанов
<i>Замачивание в непрерывном токе воды и воздуха</i>		
Мойка ячменя	2	При поступлении
Замачивание ячменя	8	3 сут

Операция	Расход на 1 т ячменя, м ³	Периодичность операции
<i>Оросительное замачивание (непрерывное)</i>		
Мойка ячменя	1,7 м ³ /ч	На установку произво- дительностью 10 т/сут по сухому солоду
Замачивание ячменя	5,5 м ³ /ч	
Кондиционирование воздуха	0,9	
Мойка солодорастильных устройств	0,25	
Гидравлическая транспор- тировка ячменя и мойка за- мочных чанов с добавлени- ем 40% свежей воды	1,9	
<i>Совмещенный способ</i>		
Мойка ячменя (выдержка водно-зерновой смеси)	3,0	6—8 ч
Замачивание ячменя в ящи- ке (водно-оросительное)	1,6	42—48 ч в зависимости от свойств ячменя с пе- риодическим продувани- ем воздухом в течение всей операции

Таблица 81. Расход горячей воды в производстве пива

Операция	Темпера- тура воды, °С	Продол- жительность операции, мин	Расход воды
Затирание зернопро- дуктов	60	30	4 м ³ /т (частично исполь- зуются промывные воды предыдущего цикла вар- ки)
Выщелачивание пив- ной дробины	80	120	4 м ³ /т (используется оборотная вода после теплообменников для ох- лаждения сусла)
Заливка сит филь- трационного аппарата	80	5	По объему подситового пространства
Выщелачивание хме- левой дробины	80	10	0,2 м ³ /т
Мойка бочек	60	Все вре- мя рабо- ты отде- ления	6,4 м ³ на 1000 дал мощ- ности (30% всей продук- ции)
Ополаскивание бочек	60	То же	2,5 м ³ /ч
Мойка оборудования варочного цеха	60	5	2,5 м ³ /ч на один аппа- рат

Операция	Температура воды, °С	Продолжительность операции, мин	Расход воды
Мойка оборудования фильтрационного отделения	66	10	2,5 м ³ /ч
Мойка ЦКТ	60		По расходу на моющую головку
Мойка бункеров для дробины	60	10	0,7 м ³ на 1000 дал мощности
Мойка прочего оборудования	60	5	2,5 м ³ /ч
Промывка суслопроводов	60	10	3,9 м ³ на 1000 дал мощности
Мойка полов	60	—	2 л/м ²
Мойка пивовозов	60	10	Расход принимается по моющим головкам (60% горячей воды, 40% холодной воды)

Примечания: 1. При выщелачивании пивной дробины используется оборотная вода после теплообменников. 2. Мойка бочек осуществляется на бочкомоечных автоматах.

Таблица 82. Расход горячей воды на переработку 29,7 т зернопродуктов

Операция	Температура, °С	Расход воды, м ³ /сут
Затирание зернопродуктов	60	118,8
Заливка сит фильтрационного аппарата	80	1,74
Выщелачивание дробины пивной	80	118,8
хмелевой	80	14,85
Мойка оборудования варочного отделения	60	6,75
Промывка суслопровода	60	12,37
Мойка оборудования отделения охлаждения	60	5,63
Мойка пивных бочек	60	11,98
Прочие нужды	60	11,88
Итого		302,80

218 Таблица 83. Расход холодной воды в производстве пива

Операция	Продолжительность операции, мин	Расход воды	Примечание
Гидравлическое удаление дробины пивной	30	4 м ³ /т	Применяется в проектах как исключение
хмелевой	15	1 м ³ /т	
Охлаждение сусла с 95 до 35°C после гидроциклонных аппаратов в теплообменнике			При охлаждении горячего сусла отработанная вода используется для горячего водоснабжения
пластинчатом типа «труба в трубе»	В потоке От 60 до 120	По паспортным данным В соотношении 1 : 4	
Охлаждение сусла в отстойных чанах	От 60 до 120	26,7 м ³ /ч на 1 т зерно-продуктов по Жигулевскому пиву	При охлаждении горячего сусла отработанная вода используется для горячего водоснабжения
Мойка бутылок	Все время работы моечно-разливочного цеха	По паспортным данным бутыломоечных машин	Осуществляется на бочкомоечных автоматах С помощью шприцев
Мойка бочек	Все время работы отделения	1 м ³ на 1000 дал общей мощности	
Ополаскивание бочек	То же	2,5 м ³ /ч	
Мойка оборудования варочного, охлаждения сусла, дрожжевого отделений	5	0,6 м ³ на 1000 дал общей мощности	

Продолжение

Операция	Продолжительность операции, мин	Расход воды	Примечание
Мойка оборудования отделений бродильного, дображивания и сборников фильтрованного пива	10	4,3 м ³ на 1000 дал общей мощности	С помощью моющих головок
Промывка и введение семенных и осадочных дрожжей	В зависимости от количества дрожжей	Трехразовая промывка при заливке одинарным количеством воды	Вода поступает на вибросито и в бак для охлаждения
Охлаждение исправного брака пива в пастеризационно-охлаждающей установке	В зависимости от количества пива в сутки и производительности установки	По паспортным данным	
Охлаждение сусла в стерилизаторе от 95 до 35°C	60	3,5 м ³ /ч	
Охлаждение в аппарате предварительного брожения	60	18 м ³ /ч	
Мойка бункеров для дробины	10	2,5 м ³ /ч	С помощью шланга
Мойка пивовозов	15	По расходу на моющую головку (60% горячей воды, 40% холодной воды), если в паспорте не определен расход на промывку	
Мойка фильтрационного оборудования	10		
Мойка ЦКТ		По расходу на моющую головку	

На приготовление 5,4 варки на 5,5-тонном варочном агрегате, т. е. на переработку 29,7 т зернопродуктов в сутки, расходуется следующее количество холодной воды (в м³/сут):

Разбавление дробины	
пивной	118,8
хмелевой	29,7
Охлаждение горячего сусла	776,69
Мойка	
бутылок	300,43
бочек	5,13
Промывка дрожжей	
семенных	7,11
осадочных	7,11
Мойка	
оборудования варочного цеха	6,75
оборудования отделения охлаждения	5,63
бродильных аппаратов	8,58
аппаратов дображивания	8,58
сборников фильтрованного пива	8,58
Промывка	
суслопроводов	12,37
трубопроводов	24,75
Прочие нужды	148,5
<hr/>	
Итого	1468,71

На производство безалкогольных напитков и кваса расход горячей воды (60°C) по операциям характеризуется следующими данными:

Разведение концентрата до плотности 1,5—1,8% и приготовление квасного сусла	60% потребного количества
Мойка автоцистерн	70% вместимости тары
Мойка оборудования	2,5 м ³ /ч на один аппарат (5 мин)
Мойка полов	1,5 л/м ²

При растворении концентрата квасного сусла кроме указанных 60% горячей воды используется также 40% холодной воды (от общего количества воды, идущей на приготовление сусла). Разрешается применение оборотной воды после теплообменников для охлаждения сахарного сиропа и воды, проходящей по закрытой системе.

Расход холодной воды в производстве безалкогольных напитков и кваса осуществляется следующим образом:

Приготовление сахарного сиропа (растворение сахара-песка)	Зависит от плотности сиропа
Охлаждение сахарного сиропа	В соотношении 1 : 4

Приготовление купажа безалкогольных напитков

Разведение концентрата до плотности 1,5—1,8% и приготовление квасного сула

Мойка оборудования емкостного

прочего

Мойка бутылок

Мойка автоцистерн

Мойка полов

Зависит от содержания сухих веществ в компонентах купажа и плотности купажа

40% требуемого количества

5% вместимости ежесуточно освобождаемого оборудования

2,5 м³/ч на аппарат (5 мин)

По паспортным данным

30% вместимости тары

3 л/м²

Примечания: 1. Вода после мойки сбрасывается в канализацию.
2. Отработанная вода после охлаждения сиропа используется для горячего водоснабжения.

7.2. ПАРОСНАБЖЕНИЕ

На пиво-безалкогольных заводах пар расходуется преимущественно на технологические цели и в сравнительно небольшом количестве — на хозяйственные. Заводы большей частью имеют собственную котельную, работающую на газообразном топливе. Питание котлов осуществляется умягченной деаэрированной водой. Для снижения жесткости воды применяются Na-катионитовый фильтр. Содержащиеся в воде катионы кальция и магния замещаются катионами натрия. При снижении обменной способности катионита производят его регенерацию раствором поваренной соли. Для непрерывной регенерации Na-катионитового фильтра водопроводную воду, прежде чем направить в Na-катионитовый фильтр, пропускают через солерастворитель. Умягченная вода поступает в питательный бак, откуда насосом подается в котлы.

Основными потребителями тепла и пара для технологических целей являются следующие цехи:

варочный цех пивоваренного завода. Расход пара рассчитывается в соответствии с принимаемым в проекте способом затирания. На пропарку трубопроводов диаметром 50—80 мм расход пара давлением 0,05 МПа принимается из расчета 0,2—0,4 кг/м;

цех розлива пива и безалкогольных напитков. Пар расходуется на мойку бутылок. Расход пара принимается по паспортным данным бутылочных машин. Пропарка автоцистерн, пивовозов осуществляется в течение 10 мин из расчета 36 кг пара в час. Давление пара при этом 0,05 МПа;

сироповарочное отделение завода безалкогольных напитков. Расход пара рассчитывается на варку сахарного сиропа в зависимости от технологии его приготовления;

цех приготовления чистой культуры дрожжей, молочнокислых бактерий. Расход пара для стерилизации аппаратов чистой культуры дрожжей принимается в размере 350 кг на одну операцию;

цех сушки солода. Расход тепла на сушку светлого солода принимается по паспортным данным солодосушки.

Приведем расчет расхода теплоты и пара в варочном цехе пивоваренного завода.

В варочном цехе установлен варочный порядок на 3 т единовременной засыпи (m_c). Приготовление сусла осуществляется двухотварочным способом. В сутки производятся 3,3 варки. Принимается, что на 100 кг зернопродуктов расходуется 400 л воды. При этом заторной массы получается 15 000 кг, т. е. $\frac{3000 \cdot 400}{100} + 3000$.

На заводе имеется горячее водоснабжение ($t_b = 60^\circ\text{C}$). Температура солода и ячменя $t_c = 12^\circ\text{C}$. Температура заторной массы

$$t = \frac{m_c c_c t_c + m_b c_b t_b}{m_c c_c + m_b c_b} = \frac{3000 \cdot 1,7 \cdot 12 + 12000 \cdot 4,19 \cdot 60}{1,7 \cdot 3000 + 4,19 \cdot 12000} = 55,5^\circ\text{C},$$

где c_c — удельная теплоемкость зернопродуктов [$c_c = 1,7$ кДж/(кг·К)]; c_b — удельная теплоемкость воды [$c_b = 4,19$ кДж/(кг·К)]; m_b — масса воды ($m_b = 12\,000$ кг).

Удельная теплоемкость заторной массы

$$c_{зм} = \frac{m_c c_c + m_b c_b}{m_c + m_b} = \frac{3000 \cdot 1,7 + 12000 \cdot 4,19}{3000 + 12000} = 3,7 \text{ кДж/(кг·К)}.$$

Первая отварка. Расход теплоты на подогрев первой отварки с 52 до 63°C с учетом 5% потерь в окружающую среду

$$Q = \frac{G c_{зм} (t_2 - t_1)}{0,95} = \frac{6000 \cdot 3,7 (63 - 52)}{0,95} = 262 \cdot 10^3 \text{ кДж},$$

где G — масса первой отварки (40%), кг; t_1 и t_2 — начальная и конечная температура отварки; 0,95 — КПД котла.

Расход теплоты в сутки

$$Q = 262 \cdot 10^3 \cdot 3,3 = 864 \cdot 10^3 \text{ кДж}.$$

Расход теплоты на подогрев первой отварки с 63 до 72°C

$$Q = \frac{6000 \cdot 3,7 (72 - 63)}{0,95} = 214,3 \cdot 10^3 \text{ кДж.}$$

Расход теплоты в сутки

$$Q = 214,3 \cdot 10^3 \cdot 3,3 = 707,2 \cdot 10^3 \text{ кДж.}$$

Расход теплоты на нагрев отварки с 72 до 100°C

$$Q = \frac{6000 \cdot 3,7 (100 - 72)}{0,95} = 666,7 \cdot 10^3 \text{ кДж.}$$

Расход теплоты в сутки

$$Q = 666,7 \cdot 10^3 \cdot 3,3 = 2200 \cdot 10^3 \text{ кДж.}$$

Продолжительность кипячения первой отварки 30 мин, в течение часа из котла выпаривается воды 5% общего количества. Расход теплоты на кипячение

$$Q = G \tau r \cdot 0,05 = 6000 \frac{30}{60} 2260 \cdot 0,05 = 339 \cdot 10^3 \text{ кДж,}$$

где G — масса отварки, кг; τ — продолжительность кипячения, мин;
 r — удельная теплота парообразования ($r = 2260$ кДж/кг).

При КПД котла 0,95

$$Q = 339 \cdot 10^3 / 0,95 = 356,8 \cdot 10^3 \text{ кДж.}$$

Расход теплоты в сутки

$$Q = 356,8 \cdot 10^3 \cdot 3,3 = 1177,5 \cdot 10^3 \text{ кДж.}$$

Подогревать весь затор до 65°C не требуется, так как при возвращении первой отварки в затор температура затора станет равна 65°C.

После кипячения масса отварки

$$m = 6000 - \frac{6000 \cdot 0,05 \cdot 30}{60} = 6000 - 150 = 5850 \text{ кг.}$$

При перекачивании первой отварки температура ее снизится до 85—90°C, тогда температура затора

$$t_{\text{зм}} = \frac{(5850 \cdot 85 + 9000 \cdot 52)}{14850} = 65^\circ \text{C.}$$

Вторая отварка. Расход теплоты на подогрев второй отварки ($\frac{1}{3}$ затора = $\frac{1}{3} \cdot 14\ 850 = 4950$ кг) с 65 до 72°C

$$Q = \frac{4950 \cdot 3,7 (72 - 65)}{0,95} = 137,5 \cdot 10^3 \text{ кДж.}$$

Расход теплоты в сутки

$$Q = 137,5 \cdot 10^3 \cdot 3,3 = 453,7 \cdot 10^3 \text{ кДж.}$$

Расход теплоты на подогрев второй отварки с 72 до 100°C

$$Q = \frac{4950 \cdot 3,7 (100 - 72)}{0,95} = 550 \cdot 10^3 \text{ кДж.}$$

Расход теплоты на операцию в сутки

$$Q = 550 \cdot 10^3 \cdot 3,3 = 1815 \cdot 10^3 \text{ кДж.}$$

Расход теплоты на кипячение второй отварки продолжительностью 10 мин

$$Q = \frac{4950 \cdot 10/60 \cdot 2260 \cdot 0,05}{0,95} = 98,1 \cdot 10^3 \text{ кДж.}$$

Расход теплоты на операцию в сутки

$$Q = 98,1 \cdot 10^3 \cdot 3,3 = 323,7 \cdot 10^3 \text{ кДж.}$$

Из 100 кг зернопродуктов согласно продуктовому расчету получается 63,996 дал горячего сусла. В процессе варки в сусловарочном котле выпаривается 12—15% общего количества воды. Первоначальное количество сусла в сусловарочном котле

$$V = \frac{3000 \cdot 63,996 \cdot 10}{100} \cdot \frac{100}{100 - 15} = 22587 \text{ л}$$

или

$$22587 d = 22587 \cdot 1,038 = 23445,3 \text{ кг,}$$

где d — относительная плотность сусла при массовой доле сухих веществ 9,5%.

Расход теплоты на нагрев сусла с 65 до 100°C

$$Q = \frac{23445,3 \cdot 3,98 (100 - 65)}{0,95} = 3437,7 \cdot 10^3 \text{ кДж,}$$

где 3,98 — удельная теплоемкость сусла, кДж/(кг·К).

Расход теплоты на кипячение сусла с хмелем

$$Q = \frac{23445,3 \cdot 2260 \cdot 0,15}{0,95} = 8366 \cdot 10^3 \text{ кДж.}$$

Расход теплоты на операцию в сутки

$$Q = 8366 \cdot 10^3 \cdot 3,3 = 27608,8 \cdot 10^3 \text{ кДж.}$$

В фильтр-чане типа ВФЧ-3 площадь фильтрования $F = 15,9 \text{ м}^2$, а высота подситового пространства $0,04 \text{ м}$. Суточный расход воды для заливки сит составит $2,1 \text{ м}^3$, т. е. $15,9 \cdot 0,04 \cdot 3,3$. Поскольку на заводе предусматривается горячее водоснабжение, воду для заливки сит фильтр-чана необходимо подогревать с 60 до 80°C . Расход теплоты на эту операцию в сутки

$$Q = \frac{2100 \cdot 4,19(80 - 60)}{0,95} = 185,2 \cdot 10^3 \text{ кДж,}$$

где $4,19$ — удельная теплоемкость воды, кДж/(кг·К).

Расход воды на подогрев воды для выщелачивания солодовой дробины принимается из расчета $4 \text{ м}^3/\text{т}$ затираемых зернопродуктов. Суточный расход

$$V = 4 \cdot 3 \cdot 3,3 = 33,6 \text{ м}^3.$$

Расход теплоты на подогрев воды в сутки

$$Q = \frac{33600 \cdot 4,19(80 - 60)}{0,95} = 2963,9 \cdot 10^3 \text{ кДж.}$$

Расход воды на выщелачивание хмелевой дробины принимается в размере $0,5 \text{ м}^3$ на 1 т затираемых зернопродуктов. Расход воды в сутки составит $4,95 \text{ м}^3$, т. е. $0,5 \cdot 3 \cdot 3,3$. Расход теплоты на подогрев воды в сутки

$$Q = \frac{4950 \cdot 4,19(80 - 60)}{0,95} = 436,6 \cdot 10^3 \text{ кДж.}$$

В результате расчета получены следующие данные по суточному расходу теплоты (в кДж· 10^3):

Подогрев первой отварки с 52 до 63°C	864
Подогрев первой отварки с 63 до 72°C	707,2
Подогрев первой отварки с 72 до 100°C	2200
Кипячение первой отварки	1177,5
Подогрев второй отварки с 65 до 72°C	453,7
Подогрев второй отварки с 72 до 100°C	1815
Кипячение второй отварки	323,7
Нагрев сусла с 65 до 100°C	3437,7
Кипячение сусла с хмелем	27608,8
Подогрев воды для заливки сит фильтр-чана	185,2
Подогрев воды для выщелачивания солодовой дробины	2963,9
Подогрев воды для выщелачивания хмелевой дробины	436,8

Итого

$42173,3 \cdot 10^3 \text{ кДж}$

При энтальпии пара 2744 кДж/кг (давление пара 0,4 МПа) и охлаждении конденсата до 100°C (энтальпия конденсата 419 кДж/кг) расход пара в сутки

$$D_{\text{сут}} = 42173,3 \cdot 10^3 / (2744 - 419) = 18139 \text{ кг/сут.}$$

Максимальный часовой расход пара принимается в размере 12% суточного. В варочном цехе максимальный часовой расход пара

$$D_{\text{ч}} = 18139 \cdot 0,12 = 2176,7 \text{ кг/ч.}$$

7.3. ХОЛОДОСНАБЖЕНИЕ

Применение холода в производстве солода, пива и безалкогольных напитков обеспечивает оптимальный режим технологического процесса на всех стадиях, включая хранение готовой продукции.

Холодильная станция размещается в главном корпусе завода или отдельном здании на территории завода. Для получения холода преимущественно применяют компрессионные установки. Помещения и аппараты на пиво-безалкогольных заводах, как правило, охлаждаются рассолом. Достоинством рассольного охлаждения является возможность аккумуляции холода, что позволяет периодически выключать часть мощностей холодильной установки. Кроме того, при рассольном охлаждении упрощается регулирование температуры и исключается влияние холодильного агента на продукт при наличии неплотностей в системе.

Холодильная установка оборудована конденсаторами, компрессорами, маслоотделителями, маслосборниками, ресиверами, испарителями, отделителями жидкого аммиака.

Холод на предприятии расходуется на технологические и эксплуатационные нужды, вентиляцию. В табл. 84, 85 указаны потребители холода в производстве безалкогольных напитков, пива и солода.

При производстве солода холод расходуется на охлаждение воды до 12—14°C, применяемой для мойки, замачивания и орошения ячменя, а также на охлаждение воды для кондиционирования воздуха до 7°C летом и 12°C зимой.

Приведем расчет расхода холода на технологические нужды пивоваренного завода. На заводе принят к уста-

Таблица 84. Потребители холода в производстве безалкогольных напитков

Операция	Продолжительность, мин	Температура продукта, °С	
		начальная	конечная
Охлаждение купажа газированного напитка, Московского и Русского кваса в теплообменниках	60	25	8—10
Охлаждение воды перед сатурацией для безалкогольных напитков, Московского и Русского кваса в теплообменниках	960	25	1—2
Охлаждение квасного сусла в теплообменниках	600	38	30
Охлаждение кваса в бродильных чанах	60	30	8—10
Поддержание температуры в напорных емкостях безалкогольных напитков и кваса перед розливом	960	8—10	8—10

¹ Температура в складе готовой продукции и соков 12°C.

Таблица 85. Потребители холода на пивоваренном заводе

Операция	Продолжительность, мин	Температура продукта, °С	
		начальная	конечная
Охлаждение сусла	90—120	35	9 (10°C при установке ЦКБА)
Охлаждение воды для залива дрожжей	Не регламентируется	Зависит от температуры водопроводной воды	1
Отвод теплоты брожения и дображивания	По расчету на сброженный экстракт		
Охлаждение пива в бродильных танках	1440	6	4
Охлаждение пива в танках дображивания	1440	4	1
Охлаждение пива после сепарирования	По времени работы сепараторов	3	1
Охлаждение исправимого брака пива после пастеризации	60—90	35	6—10

Примечание. Температура в помещениях отделений (в °С): бродильного 6; дрожжевого, цеха дображивания, сборников фильтрованного пива, склада хмеля 1; цеха готовой продукции 12; фильтрационного 12—14; приготовления ЧКД 10—12; при охлаждении после пастеризации 16—18.

новке варочный порядок на 3 т единовременной засыпки. Число варок в сутки 3,3. Ассортимент выпускаемой продукции (в %): Жигулевское пиво 70, Московское 20, Украинское 10.

Расход холода на охлаждение сусла. Согласно продуктовому расчету из 100 кг зернопродуктов получается 639,6 л сусла для Жигулевского пива, 544,24 л для Московского и 527,83 л для Украинского. Тогда из 9,9 т зернопродуктов получается следующее количество горячего сусла:

$$A = (639,6 \cdot 0,7 + 544,24 \cdot 0,2 + 527,83 \cdot 0,1) 9900 / 100 = 60349,4 \text{ л/сут.}$$

Количество теплоты, которое необходимо отвести (в кДж/ч),

$$Q = (A/24) dc(t_n - t_k),$$

где d — относительная плотность сусла; c — удельная теплоемкость сусла, кДж/(кг·К).

Средняя концентрация сусла равна 11,6%, т. е. $11 \cdot 0,7 + 13 \cdot 0,2 + 13 \cdot 0,1$, а относительная плотность $d = 1,0467$. Следовательно,

$$Q = (60349,4/24) 1,0467 \cdot 3,98 (35 - 6) = 303784 \text{ кДж/ч.}$$

В сутки необходимо отвести 7290817,8 кДж (303784×24) теплоты.

Расход холода на отвод теплоты, выделяемой при главном брожении. Количество сброженного экстракта (в кг)

$$G_{\text{сб.э}} = \frac{V_c c d k}{100 \cdot 100},$$

где V_c — объем сбраживаемого сусла, л/сут; c — массовая доля сухих веществ, г/100 г; k — степень сбраживания сусла, %.

В течение года сбраживается 11 214 000 л сусла для пива Жигулевского, 3 297 000 л для Московского и 1 648 500 л для Украинского. При работе бродильного отделения 338 дней в сутки сбраживаются:

$$\begin{aligned} \text{Жигулевского сусла } 11214000/338 &= 33177,5 \text{ л;} \\ \text{Московского сусла } 3297000/338 &= 9754,44 \text{ л;} \\ \text{Украинского сусла } 1648500/338 &= 4877,22 \text{ л} \end{aligned}$$

Итого 47809,4 л

При этом сбраживается следующее количество экстракта:

$$\text{Жигулевское } G_{\text{сб.э}} = \frac{33177,5 \cdot 11 \cdot 1,0442 \cdot 46}{100 \cdot 100} = 1752,9 \text{ кг;}$$

$$\text{Московское } G_{\text{сб.э}} = \frac{9754,44 \cdot 1,0526 \cdot 13 \cdot 50}{100 \cdot 100} = 667,38 \text{ кг;}$$

$$\text{Украинское } G_{\text{сб.э}} = \frac{4877,22 \cdot 1,0526 \cdot 13 \cdot 46}{100 \cdot 100} = 306,99 \text{ кг.}$$

При сбраживании 1 кг мальтозы выделяется 614,25 кДж теплоты. Тогда за сутки при главном брожении выделится 1675236,6 кДж теплоты $\{(1752,9 + 667,38 + 306,99) 614,25\}$, или $1675236,6/24 = 69801,5$ кДж/ч.

Расход холода на охлаждение пива. Молодое пиво перед передачей на дображивание охлаждают до 4°C. Ввиду того что потери в бродильном отделении в основном наблюдаются при перекачивании и введении дрожжей, а охлаждение производится в бродильных танках, принимаем объем молодого пива, подлежащего охлаждению, равным объему сусла, т. е. 47809,4 л. Количество холода, требующееся в сутки для охлаждения пива при главном брожении (в кДж),

$$Q = V c d (t_2 - t_1),$$

где V — объем сбраживаемого сусла, л/сут; c — удельная теплоемкость пива [$c = 4,112$ кДж/(кг·К)]; d — относительная плотность молодого пива ($d = 1,0180$); t_1 и t_2 — начальная и конечная температура продукта (6 и 4°C).

Подставив числовые значения, получим

$$Q = 47809,4 \cdot 4,112 \cdot 1,0180 (6 - 4) = 400261,82 \text{ кДж, или } 16677,6 \text{ кДж/ч.}$$

Расход холода на отвод теплоты, выделяющейся при дображивании. В течение года на дображивание и выдержку поступает следующее количество пива (в л): Жигулевского 10930500, Московского 3216000, Украинского 1608000.

При работе отделения дображивания 340 дней в сутки поступает пива: Жигулевского $10930500 : 340 = 32148,5$ л; Московского $3216000 : 340 = 9458,8$ л; Украинского $1608000 : 340 = 4729,4$ л; всего 46336,7 л.

При сбраживании в отделении дображивания 2% экс-тракта начального сусла в сутки выделится теплоты:

Жигулевского $32148,5 \cdot 1,0442 \cdot 614,25 \cdot 0,02 \cdot 0,11 = 45277,2$ кДж
 Московского $9458,8 \cdot 1,0526 \cdot 614,25 \cdot 0,02 \cdot 0,13 = 15900,7$ кДж
 Украинского $4729,4 \cdot 1,0526 \cdot 614,25 \cdot 0,02 \cdot 0,13 = 7950,4$ кДж

Итого $69138,3$ кДж, или $2880,7$ кДж/ч

Расход холода на охлаждение пива при дображивании. В отделение дображивания поступает пиво температурой 4°C , а на фильтрование передается пиво температурой $1-2^{\circ}\text{C}$. Охлаждению пиво подвергается в танках путем теплообмена с окружающим воздухом через стенки танка.

В сутки охлаждению подвергается следующее количество пива (в л): Жигулевское — $32148,5$; Московское — $9458,8$; Украинское — $4729,4$. Всего $46336,7$ л.

Количество холода, требующееся для охлаждения пива при дображивании,

$$Q = Vcd(t_1 - t_2) = 46336,7 \cdot 1,018 \cdot 4,112(4 - 1) = 581902 \text{ кДж/сут, или } 24245 \text{ кДж/ч.}$$

Расход холода на охлаждение пива перед карбонизацией. В процессе сепарирования и фильтрации температура пива в цехе дображивания повышается на $1-2^{\circ}\text{C}$. Перед карбонизацией для более полного насыщения диоксидом углерода пиво охлаждается до 1°C . В течение года на охлаждение поступает фильтрованного пива (в л): Жигулевского $10\,678\,500$, Московского $3\,093\,000$, Украинского $1\,546\,500$. Всего $15\,318\,000$ л, или $15\,318\,000$: $:24 = 45\,053$ л/сут. На охлаждение этого количества пива перед карбонизацией потребуются холода

$$Q = Vdc(t_2 - t_1) = 45053 \cdot 4,112 \cdot 1,018(3 - 1) = 377183 \text{ кДж/сут, или } 15716 \text{ кДж/ч.}$$

Расход холода на охлаждение воды для промывки дрожжей. Суточный расход воды на промывку дрожжей согласно расчету составляет 9300 л. В летнее время вода охлаждается с 20 до 1°C , а в зимнее — с 12 до 1°C . Для этой цели требуется следующее количество холода:

$$Q_7 = 9300 \cdot 1,4,19(20 - 1) = 740973 \text{ кДж/сут,}$$

или 30873 кДж/ч;

$$Q_3 = 9300 \cdot 1,4,19(12 - 1) = 428697 \text{ кДж/сут,}$$

или 17862 кДж/ч.

Таким образом, для охлаждения в час летом потребуется $463977,8$ кДж холода, зимой — $450966,8$ кДж.

Общий расход холода (в Вт) складывается из расхода холода на технологические нужды Q_1 , на охлаждение и осушение воздуха Q_2 , подаваемого на вентиляцию, на компенсацию потерь холода через ограждения (полы, стены, потолки) Q_3 , на компенсацию эксплуатационных потерь холода Q_4 , т. е.

$$Q_{\text{об}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4.$$

Расход холода на охлаждение и осушение воздуха, подаваемого на вентиляцию,

$$Q_2 = Vnr(i_n - i_v),$$

где V — объем вентилируемого помещения, м^3 ; n — кратность воздухообмена, с^{-1} ; ρ — плотность воздуха в помещении, $\text{кг}/\text{м}^3$; i_n и i_v — энтальпия наружного воздуха и в камере при соответствующей влажности, $\text{Дж}/\text{кг}$.

Энтальпию наружного воздуха i_n находят по расчетной температуре воздуха и оптимальной влажности на 13 ч самого жаркого месяца; энтальпию воздуха i_v — по температуре и относительной влажности на выходе из воздухоохладителя.

Расход холода на компенсацию его потерь через ограждения (полы, стены, потолки)

$$Q_3 = Fk(t_n - t_v),$$

где F — площадь поверхности ограждения, м^2 ; k — коэффициент теплопередачи ограждения, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; t_n и t_v — температура воздуха снаружи и внутри помещения, $^{\circ}\text{C}$.

Расход холода на компенсацию эксплуатационных потерь. Указанный расход складывается из потерь через дверные проемы, потерь, связанных с электрическим освещением и работой электродвигателей, и потерь, обусловленных пребыванием людей в камерах.

Потери холода через дверные проемы (в Вт)

$$Q_{4,1} = Fq_{\text{дв}},$$

где F — площадь помещения, м^2 ; $q_{\text{дв}}$ — удельный приток теплоты при открытии дверей, $\text{Вт}/\text{м}^2$.

Потери холода, связанные с электрическим освещением и работой электродвигателей (в Вт),

$$Q_{4,2} = F q_{\text{осв}} + \eta \sum N_{\text{дв}} \cdot 10^3,$$

где $q_{\text{осв}}$ — удельный приток теплоты от освещения, Вт/м²; η — коэффициент одновременности работы электродвигателей; в зависимости от их числа и характера технологического процесса колеблется от 0,4 до 1; $\sum N_{\text{дв}}$ — суммарная мощность электродвигателей, кВт.

Удельный приток теплоты $q_{\text{осв}}$ зависит от типа помещения и коэффициента одновременности включения светильников и составляет в среднем (в Вт/м²): для производственных помещений 4,5; для складских помещений 1,10—1,16; для малых холодильных камер 3,1.

Потери холода, связанные с пребыванием людей в камерах (в Вт),

$$Q_{4,3} = q_{\text{л}} n,$$

где $q_{\text{л}}$ — количество теплоты, выделяемой одним человеком ($q_{\text{л}} = 230$ Вт); n — число работающих в цехе.

Холодопроизводительность установки принимается с запасом 10%, т. е. $Q_{\text{общ}} \cdot 1,1$. Следует запроектировать несколько компрессоров, с тем чтобы можно было регулировать введение мощностей в зависимости от потребности.

7.4. ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ

Главными потребителями электроэнергии на пивобезалкогольных заводах являются электродвигатели и осветительные установки. При подборе и расчете оборудования устанавливают количество машин и аппаратов и приводят (по паспортным данным) характеристику обслуживающих их электродвигателей.

На основе этих данных подсчитывают суммарную установленную мощность электродвигателей. При этом учитывают неодновременность работы многих механизмов, неполноту загрузки электрооборудования, а также КПД сети и электродвигателей. Расчетная мощность (в Вт)

$$P_p = K_n K_m \sum_{i=1}^{l=n} P_{n_i},$$

где K_n — коэффициент использования мощности; K_m — коэффициент максимума мощности; $\sum_{i=1}^{l=n} P_{n_i}$ — сумма номинальных мощностей.

На заводе устанавливают не менее двух трансформаторов, так как в течение года предприятие работает неравномерно. Это позволяет в зависимости от загрузки завода вводить и выводить необходимые мощности.

Площадь, занимаемая трансформаторной подстанцией, определяется числом устанавливаемых трансформаторов.

В трансформаторной подстанции размещают индивидуальные камеры для высоковольтных распределительных устройств площадью около 15 м^2 и помещения для низковольтных распределительных устройств (щит с автоматическими воздушными выключателями и контрольно-измерительными приборами) площадью около 20 м^2 .

Электроэнергия от трансформаторов по кабелям подается к цеховым распределительным пунктам, откуда поступает непосредственно к токоприемникам. Силовую сеть выполняют четырехпроводной и по ней подают ток напряжением $380/220 \text{ В}$.

Для управления электроприводами применяют следующую пускорегулирующую аппаратуру: для ручного управления — рубильники, пакетные выключатели, контроллеры, реостаты с ручным управлением; для автоматического управления — реле, отрегулированные на достижение определенных параметров (времени, температуры, давления, уровня), при которых они срабатывают, замыкая или размыкая электрическую цепь, ведущую к электродвигателю; контакторы и магнитные пускатели; командоаппараты (кнопки управления, путевые и конечные выключатели, срабатывающие при определенном положении механизма).

В цепях устраивается заземление корпусов, распределительных щитков, электродвигателей и пускателей. В цехах завода проектируется три вида освещения: рабочее, аварийное и ремонтное.

Рабочее освещение является основным и имеет напряжение 220 В для общего освещения и 36 В для местного. Аварийное освещение предусматривается на случай отключения рабочего освещения. Ремонтное освещение питается от понижающих трансформаторов напряжением 12 В . Освещенность принимается по правилам устройства электрических установок. Типы светильников, устанавливаемых в цехах, принимают в соответствии с характеристикой среды и назначением помещений.

Трансформаторные подстанции должны быть встроенными в здания или пристроенными к ним. Источники питания высокого напряжения следует максимально приближать к электроустановкам потребителей (непосредственно к центрам нагрузок). Так, на солодовенных и пиво-безалкогольных заводах небольшой и средней мощности трансформаторные подстанции следует компоновать в помещениях рядом с установками холодо- и воздухообеспечения.

Для больших пивоваренных заводов с цехами приготовления солода и безалкогольных напитков вопрос об общей схеме электроснабжения предприятия и степени дробления подстанций должен решаться с учетом решений о повышении компактности застройки территории.

В проектировании следует также рассматривать возможность открытой (вне здания) установки трансформаторов, комплексных распределительных устройств, силовых шкафов и другого оборудования, а также применения подстанций с совмещенным расположением распределительных устройств высокого и низкого напряжений, трансформаторов и батарей статических конденсаторов.

8

глава

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ, ОХРАНА ТРУДА И САНИТАРНАЯ ТЕХНИКА

8.1. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНА ТРУДА

Техника безопасности и охрана окружающей среды является одной из важнейших задач при проектировании заводов по производству безалкогольных напитков, солода и пива.

В последнее время Советским правительством принят ряд постановлений по охране окружающей среды и технике безопасности, которыми следует руководствоваться при выполнении проекта.

Создание нормальных санитарно-технических условий наряду с правильной эксплуатацией оборудования способствует созданию хороших условий труда рабочих и ИТР.

При проектировании заводов пиво-безалкогольной промышленности необходимо предусматривать комплекс мероприятий по охране и улучшению условий труда, технике безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности в соответствии с требованиями ряда нормативных документов (ГОСТ 12.0.001—79; СН 245—71; СНиП III—4—76; СНиП III—31—78; ПУЭ; СН 463—74; Типовые правила пожарной безопасности для промышленных предприятий, 1975).

Правила выполнения молниезащиты и категории устройств молниезащиты необходимо определять в соответствии с Инструкцией по проектированию и устройству молниезащиты зданий и сооружений (СН 305—77).

Прием и хранение спиртованных настоев, эссенций, экстракта и виноматериалов должны производиться в отдельных помещениях II степени огнестойкости, отвечающих требованиям строительных норм и правил. Цеховые склады спиртованных настоев и виноматериалов необхо-

дино размещать в отдельных помещениях, смежных с купажными отделениями и выше их для обеспечения кратчайших продуктовых коммуникаций.

Установка на резервуарах спиртованных настоев стеклянных указателей уровня, за исключением мерников вместимостью до 5 м³, не допускается.

Применение стеклянных трубопроводов возможно только для настоев и виноматериалов крепостью выше 20%; в этом случае защита от статического электричества не требуется.

Сироповарочные и купажные отделения предусматривается размещать в отдельных помещениях, имеющих естественное освещение, оборудованных механической приточно-вытяжной вентиляцией.

Купажные аппараты должны быть оборудованы перфорированными трубами для подачи диоксида углерода и вытяжными трубами, выходящими наружу здания.

Загрузку сироповарочных котлов и купажных аппаратов сахаром, спиртованными настоями и виноматериалами необходимо механизировать. Подачу спиртованных настоев, эссенций и кислот небольшими порциями (не более 2 кг в один аппарат) можно осуществлять с помощью мерников из небьющегося материала (алюминий, пластмасса) ручным способом.

В целях защиты от шума в моечно-разливочных цехах предусматривается применять звукопоглощающие конструкции в виде звукопоглощающей облицовки стен, потолков, колонн и подвесных штучных звукопоглотителей и устанавливать звукоизолированные кабины наблюдения и дистанционного управления. Все конструкции необходимо выполнять из негорючих и трудногорючих материалов.

В табл. 86 приведены категории производств по взрыво- и пожароопасности.

Полы в производственных помещениях должны быть водонепроницаемыми, с гладкой, легко моющейся поверхностью.

Выбор системы отопления, нагревательных приборов, расчеты трубопроводов, подбор вспомогательного оборудования проводятся по СНиП 2—33—75* «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, нормы проектирования».

Производство пива и безалкогольных напитков должно быть обеспечено водой для производственно-

Т а б л и ц а 86. Категория производств по взрыво- и пожароопасности

Цех, отделение, помещение	Категория производства	Характер помещения (зоны) в отношении взрыво- и пожароопасности и условий среды
<i>Заводы безалкогольных напитков</i>		
Сырьевой цех		
отделение соков и плодово-ягодного экстракта	Д	Нормальный
отделение спиртованных настоев и композиций	А	В-1а
склад сахара		
хранение в мешках	В	П-1а
бестарное хранение	Б	В-1а
отделение хранения концентрата квасного сула	Д	Нормальный
Цех безалкогольных напитков		
сироповарочное отделение с использованием спиртованных соков	Б	В-1б
купажное отделение	Д	Нормальный
отделение водоподготовки	Д	Влажный
отделение варки колера	Д	П-1а
Квасной цех		
бродильно-купажное отделение	Д	Влажный
отделение чистой культуры дрожжей *	Д	Нормальный
отделение розлива кваса в крупную тару *	Д	Сырой
Моечно-разливочный цех *		
отделение мойки	Д	Сырой
отделение розлива	Д	Влажный
отделение регенерации щелочи	Д	Химически активный и сырой
помещение варки клея	В	П-1а
Посудный цех *	В**	П-1а **
Цех готовой продукции *	Д	Нормальный
Лаборатория *	Д	Нормальный
Мастерская КИПиА *	Д	Нормальный
Ремонтно-механическая мастерская *	Д	Нормальный
Мастерская по ремонту ящиков *	В	П-1а
<i>Пивоваренные заводы</i>		
Варочный цех		
дробильное отделение при сухом дроблении	Б	В-1а
полировочное отделение	В	П-11
бункерное отделение для недробленого продукта	В	П-11
бункерное отделение для дробленого продукта	Б	В-1а

Цех, отделение, помещение	Категория производства	Характер помещения (зоны) в отношении взрыво- и пожаро- опасности и условий среды
варочное отделение	Д	Влажный
машинное отделение варочного цеха	Д	Влажный
склад хмеля	В	П-IIa
помещение бункеров дробины	Д	Влажный
помещение баков горячей воды	Д	Влажный
Склад несоложенного сырья	В	П-II
Цех брожения-дображивания	В	
отделение осветления и охлаждения суслу	Д	Влажный
отделение главного брожения	Д	Сырой
отделение семенных и избыточных дрожжей	Д	Сырой
отделение сухих дрожжей	Д	Нормальный
отделение дображивания и созревания пива	Д	Сырой
фильтрационное отделение	Д	Сырой
отделение сборников фильтрованного пива	Д	Влажный
помещение массомойки	Д	Сырой
углекислотная станция	Д	Нормальный
Бондарно-осмолочная мастерская	В	П-IIa
Склад бочек	В	П-IIa
Отделение мойки и налива пива в цистерны	Д	Сырой
Холодильно-компрессорная станция (аммиачная)	Б	В-Iб
Воздушно-компрессорная станция	Д	Нормальный
Помещение с воздухоохладителями непосредственного испарения аммиака (кроме помещения, где имеются горючие материалы, например склад хмеля, цех готовой продукции в горючей таре и др.)	Д	Нормальный
Зарядная	А	В-Iб
Электролитная	Д	Химически активный и сырой

* Данные отделения и цехи относятся также и к пивоваренным заводам и характеризуются указанными категориями взрыво- и пожароопасности.

** В случае несгораемой тары.

Примечание. При определении категории пожаро- и взрывоопасности помещений, не вошедших в данную таблицу, следует руководствоваться действующими нормативными материалами.

технических целей, для пожаротушения, а также для питьевых и санитарно-гигиенических нужд, отвечающей техническим требованиям соответствующих инструкций, норм и правил. Спуск ливневых и производственных сточных вод в канализационную сеть может проводиться лишь в соответствии с СН 245—71.

Спуск фекально-хозяйственных и загрязненных производственных сточных вод в поглощающие колодцы и буровые скважины запрещается, для этого должны быть предусмотрены отдельные канализационные устройства. Спуск воды после промывки аппаратов и трубопроводов на пол или площадку, а также в канализацию не допускается.

Для общего освещения производственных помещений необходимо применять светильники, на которых скапливается меньше пыли и которые удобно чистить. Электропроводку следует выполнять под штукатуркой по стенам, потолкам или в полу.

При проектировании бытовых и конторских помещений необходимо компоновать их таким образом, чтобы они были изолированы от производственных и складских помещений. Сообщение между ними следует проектировать через коридор или шлюзы.

Все рабочие и инженерно-технические работники при приеме на работу подвергаются медицинскому освидетельствованию, а во время работы — периодическим медицинским осмотрам. Запрещается прием на работу подростков обоого пола моложе 18 лет.

Рабочим и инженерно-техническим работникам, трудовая деятельность которых проходит в условиях выделения в воздух помещения вредных паров и пыли, должны предоставляться средства индивидуальной защиты.

8.2. САНИТАРНАЯ ТЕХНИКА

При проектировании водоснабжения и канализации необходимо руководствоваться следующими нормативными материалами: водоснабжение, наружные сети и сооружения (СНиП II—31—74), внутренний водопровод и канализация (СНиП II—30—76), горячее водоснабжение (СНиП II—34—76), внутренняя канализация и водопровод для котельных (СНиП II—35—76), требования к воде для технических целей (ГОСТ 2874—73),

санитарные нормы проектирования предприятий (ГОСТ 2874—73 и СН 245—71), указания по строительству, проектированию предприятий, зданий и сооружений пищевой промышленности (СН 124—72).

Для мытья рук в производственных помещениях следует предусматривать установку раковин в соответствии с санитарными нормами, для раздачи питьевой воды — установку питьевых фонтанчиков с сатураторами, для отвода сточных вод в производственных помещениях — установку трапов.

Сточные воды предприятий безалкогольной промышленности характеризуются следующими показателями:

Взвешенные вещества, мг/л	200
БПК, мг/л	400
pH	6,8
Окисляемость, мг/л	350

При проектировании отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха необходимо руководствоваться следующими основными положениями:

обеспечение требуемых гигиенических условий воздушной среды в комплексе с технологическими мероприятиями по снижению выделений производственных вредностей при использовании наиболее экономичных технических решений;

снижение капитальных и эксплуатационных затрат путем максимального использования производственных тепловыделений, применения совершенного отопительно-вентиляционного оборудования, рационального использования средств автоматизации для контроля и регулирования, рационального размещения оборудования и коммуникаций;

наличие аварийной вытяжной вентиляции в помещениях с возможным внезапным выделением больших количеств взрывоопасных паров или газов (например, склад спиртованных настоев и спирта, склад эссенций);

применение воздушного отопления и систем с местными нагревательными приборами, как правило, однотрубных — вертикальных и горизонтально-проточных;

создание местных отсосов только от горловины бутылочных машин.

СТРОИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Разработку строительной части проекта рекомендуется производить с учетом утвержденных технических условий и каталога унифицированных конструкций и изделий для промышленного строительства определенного административного района.

Назначение каждого промышленного здания состоит в создании необходимых условий для ведения технологического процесса. Технологический процесс в свою очередь требует определенной последовательности операций и соответствующего расположения оборудования и машин, образующих технологическую линию.

Технологическая линия, как правило, должна размещаться в одном пролете производственного здания, причем габаритные размеры пролета (ширина и высота) определяются размерами технологического оборудования и проходов или проездов между ними.

Проектирование строительства новых предприятий должно предусматривать будущую реконструкцию их с учетом обновления как отдельных видов оборудования, так и целых технологических линий. Новые машины и оборудование могут иметь иные размеры и иную производительность, поэтому при определении расстояния между колоннами и других параметров проектируемого здания необходимо заранее предусмотреть возможность в будущем замены оборудования.

9.1. ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ТИПА ЗДАНИЯ

При выборе оптимального типа здания и габаритных размеров его частей следует пользоваться типовыми сборными конструкциями, допуская разработку и применение новых видов конструкций только в исключительных случаях.

Проектируемое промышленное здание должно обеспечить нормальную расстановку и эксплуатацию оборудования, наилучший температурно-влажностный режим, достаточную освещенность рабочего места, наибольшие удобства для рабочих.

Обычно при строительстве предприятий пиво-безалкогольной промышленности применяются одно- и многоэтажные здания, однако предпочтительны одноэтажные здания разной высоты. Одноэтажные здания по производственной площади в общем объеме промышленного строительства занимают более 80%. Одноэтажные здания, как правило, экономичнее многоэтажных. Так, при возведении одноэтажных зданий расход стали сокращается на 35%, а бетона — на 4%. Одноэтажные здания имеют также преимущества в отношении расстановки оборудования и размещения цехов. Они характеризуются крупными пролетами (12, 18 и 24 м и более), определенным шагом колонн (6 и 12 м), значительной высотой помещений (8,4—18 м).

Для заводов по производству безалкогольных напитков площадку для строительства необходимо располагать вблизи предприятий, имеющих железнодорожные пути, и магистральных путей в целях присоединения к ним заводской ветки. Целесообразность устройства на площадке железнодорожных путей должна быть экономически обоснована. Трассу железнодорожных путей на площадке завода проектируют так, чтобы она пролежала вдоль фронта приема и отгрузки основных грузов.

Асфальтированию подлежат основные внутривозовские автодороги, служащие для транспортирования сырья, бутылок и готовой продукции, площадки у мест приема и отпуска и главного въезда на завод. Запрещается проектирование ферм в технологических цехах.

Проектирование грузового двора, где осуществляются операции по приему посуды и отпуску готовой продукции, проводится с таким расчетом, чтобы глубина его обеспечивала нормальную работу с большегрузными автомашинами и полуприцепами. В зависимости от схемы движения транспорта и числа автомашин, проезжающих через грузовой двор, ширину его при проектировании предусматривают в размере 50—60 м. В то же время длина грузового двора определяется расчетом в соответствии со схемой движения автотранспорта и

способом его загрузки, а также в зависимости от числа автомашин, обрабатываемых на грузовом дворе.

Длина санитарно-защитной зоны для безалкогольных и пивоваренных заводов согласно санитарным нормам проектирования промышленных предприятий СН 245—71 должна быть не менее 50 м, а для пивоваренных заводов с солодовыми цехами — не менее 100 м.

В целях экономного использования теплоты и энергоресурсов, сокращения потерь теплоты в зданиях и тепловых сетях на заводах при проектировании необходимо предусматривать следующее:

эффективные тепловые серии ограждающих конструкций;

эффективные теплоизоляционные и герметизирующие материалы;

максимальную блокировку цехов предприятия;

рациональную компоновку производственных охлаждаемых цехов, имеющих избыточное тепло (отделение обработки теплом и холодом);

рациональное сокращение площади остекления зданий в производственных помещениях, которые по требованиям технологии необходимо снабжать кондиционированным воздухом для поддержания определенной температуры;

рациональное размещение магистральных трубопроводов тепло- и хладоносителей;

проектирование типовых котельных с экономайзерами и автоматизацией горения.

Фундаменты. Стоимость фундаментов в общей стоимости одноэтажных многопролетных зданий составляет 4,5—7%. Фундаменты промышленных зданий подразделяются по характеру передачи давления на основание — на фундаменты из отдельных башмаков под колоннами, ленточные или балочные, под рядами колонн или стенами и сплошные; в зависимости от технологии возведения — на сборные и монолитные; в зависимости от работы под нагрузкой — на жесткие и гибкие.

Индустриальные конструкции фундаментов представляют собой, как правило, сборные фундаменты из блоков и плит заводского изготовления. Преимуществами сборных фундаментов по сравнению с монолитными являются снижение трудовых затрат при их установке,

возможность их возведения в зимних условиях механизованным способом и без устройства тепляков.

Выбор фундамента следует производить исходя из качества грунта и величины передаваемой нагрузки.

Материалом для фундаментов промышленных зданий служат в основном бетон, железобетон и бутобетон. В отдельных случаях фундамент разрешается возводить из силикатобетона и бутового камня, если они являются местным материалом. Бетонные фундаменты рекомендуется изготавливать из бетона марки не ниже 50, а железобетонные — из бетона марки не ниже 150. Фундаменты под машины и оборудование выполняют из армированного бетона, так как они наряду с массой машин воспринимают сотрясения и удары в процессе работы машин, что может вызвать неравномерную осадку фундамента, а также деформацию и нарушение структуры грунта основания.

Проектирование фундаментов зданий, в частности промышленных, ведется по специальному динамическому расчету. В фундаментах необходимо оставлять специальные колодцы для анкерных болтов. Эти колодцы позволяют установить болты в нужное положение после окончательного монтажа машины.

Конструктивные схемы одноэтажных зданий. Данные виды зданий можно проектировать с полным и неполным каркасом, а также с несущими каменными стенами.

Здания, проектируемые с полным каркасом, оборудуются вертикальными несущими конструкциями в виде колонн. В этом случае наружные стены являются только ограждающими конструкциями — заполнением. В зданиях, которые проектируются с неполным каркасом, колонны располагаются только внутри здания, а наружные стены делаются несущими, выполняющими одновременно функции ограждающих конструкций.

В строительстве предприятий пиво-безалкогольной промышленности применяют в основном конструктивную схему с полным каркасом. Данная схема обеспечивает экономичные решения одноэтажных промышленных зданий с полной унификацией сборных элементов. Каркасы одноэтажных зданий следует проектировать из сборного железобетона или стали. Если проектируется одноэтажное здание небольших размеров, то вертикальные опоры можно выполнять в виде каменных столбов.

В целях максимального сокращения типоразмеров конструктивных элементов для основных типов одноэтажных промышленных зданий установлены укрупненные модули. Шаг колонн принимается кратным 6 м, пролеты зданий — кратными 3 м (при размерах пролетов от 6 до 12 м) и 6 м (при размерах пролетов 18 м и более). Высота от пола до низа несущих конструкций покрытий принимается кратной 0,6 м.

Покрытия. Средняя стоимость покрытия одноэтажного промышленного здания составляет почти 35% стоимости всего здания. Долговечность покрытия является основным условием долговечности всего промышленного здания в целом и эффективности его эксплуатации для данного производства.

Покрытия промышленных зданий состоят из сборных кровельных настилов или панелей, утеплителя, выравнивающей стяжки, многослойного гидроизоляционного ковра и защитного слоя. Профиль покрытия определяется профилем его несущих элементов.

Покрытия однопролетных зданий обычно проектируются двускатными, сегментными или плоскими с нулевым уклоном. Промышленные здания, спроектированные двух, трех и пятипролетными, покрывают скатными крышами.

Многопролетное здание большой площади может иметь горизонтальную крышу с нулевым уклоном, оборудованную системой внутренних водостоков. Покрытия могут быть холодными или утепленными. Первые применяют над складами, хранилищами и навесами. Холодные покрытия монтируются из тонкостенных железобетонных панелей, асбоцементных или стальных волнистых листов. Утепленные покрытия отличаются от холодных тем, что необходимое сопротивление теплопередаче достигается за счет введения слоя утеплителя.

Основным критерием для технологического расчета покрытий является допустимый для данного вида производства температурный перепад между внутренним воздухом и внутренней поверхностью покрытия.

В период эксплуатации здания для исключения увлажнения утеплителя под него вводят изоляционный слой. Пароизоляционный слой готовят из битумной мастики или рулонного материала, который наклеивается на несущий настил покрытия. По утеплителю необходимо укладывать выравнивающий слой из бетона, а

затем наклеивать гидроизоляционный ковер из битумных рулонных материалов и устраивать защитный слой.

Покрытия монтируют из сборных настилов, которые укладываются по балкам, прогонам, фермам. Плоские ребристые плиты и прокатные панели при укладке по прогонам постоянной высоты или по фермам с параллельными поясами образуют горизонтальное покрытие с нулевым уклоном, при укладке по сегментным или двускатным фермам или балкам — сводчатые или двускатные покрытия с внутренними водостоками.

Водостоки. Крыши промышленных зданий в зависимости от вида покрытий оборудуют системой внутренних или наружных водостоков. Внутренним водостоком, как правило, оборудуют крыши отапливаемых многопролетных производственных зданий независимо от их этажности. Площадь бассейна водосбора одного стояка диаметром 100 мм составляет 1800 м², а диаметром 150 мм — 3600 м². Система водостоков проектируется с таким расчетом, чтобы длина труб была наименьшей. Уклоны более 3% должны обеспечить быстрый сток воды с основных поверхностей крыш.

Типы стен. К вертикальным ограждающим конструкциям промышленных зданий относятся наружные и внутренние стены и перегородки. Стены подразделяются на несущие, самонесущие и навесные.

Несущие стены воспринимают нагрузку от перекрытия и легких кранов, они выполняются из крупных бетонных или кирпичных и мелких блоков.

Несущие стены проектируют при строительстве много- и одноэтажных зданий. В целях повышения устойчивости несущих стен устраивают пилястры, расположенные с наружной или внутренней стороны. Эти стены опираются на ленточные или столбчатые фундаменты.

В одноэтажных отапливаемых промышленных зданиях в основном применяют самонесущие стены. С каркасом они связываются гибкими или скользящими анкерами, которые не препятствуют вертикальной осадке стен.

Самонесущие стены и нижний ряд панелей навесных стен опираются на фундаментальные балки, уложенные концами на верхние обрезы стоек фундаментальных подколонных блоков, или на бетонные столбики, прилегающие к колоннам.

Толщина наружных стен промышленных зданий находится в пределах 200—500 мм в зависимости от вида материалов и теплотехнических требований, а также от климатических условий района.

Отапливаемые промышленные здания с относительной влажностью воздуха не более 60% ограждают крупными панелями из армопенобетона, пеносиликата, керамзитобетона с насыпной плотностью 700—900 кг/м³.

Заполнение оконных проемов. Оконные проемы в промышленных зданиях устраивают для освещения и аэрации помещений. Заполнение оконных проемов проектируют одинарным и двойным, что зависит от климатических условий района и температурного режима производства.

9.2. ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН ЗАВОДА

Генеральный план—это одна из основных частей проекта, в которой решаются вопросы организации территории промышленного предприятия. Планировка, застройка и благоустройство территории должны обеспечивать следующее:

поточность технологического процесса и наилучшие условия производства с кратчайшими транспортными связями;

возможность применения наиболее прогрессивной технологии с максимальной автоматизацией и механизацией производственного процесса;

экономичное использование промышленной площадки при наиболее высоком коэффициенте застройки;

максимальное блокирование зданий и сооружений;

архитектурное единство планировки, отсутствие излишеств;

широкое применение индустриальных методов строительства и строительно-монтажных работ;

наименьшую протяженность наружных инженерных сетей, а также размеров занимаемых ими участков территорий.

Данные требования могут быть приняты в качестве основы для разработки генерального плана завода. Следует иметь в виду, что планировку и застройку территории проектируемого завода необходимо увязывать с планировкой и застройкой территории соседних предприятий и прилегающего населенного пункта.

Планировка территории проектируемого завода должна быть выполнена с соблюдением противопожарных норм и санитарных разрывов между зданиями (согласно СНиП и действующим противопожарным и санитарным нормам строительного проектирования), а также рационального расположения транспортных путей, особенно железнодорожных, что обычно имеет важное значение при проектировании генерального плана.

В исключительных случаях, когда заданием на проектирование намечается последующее развитие предприятия в целом или его отдельных цехов, необходимо оставлять резервные участки территории.

Проектируя планировку территории завода, следует стремиться к созданию простейшей схемы внутривозвездских проездов.

Компоновка зданий и сооружений на генеральном плане должна быть компактной, с тем чтобы территория использовалась наиболее полно и особенно на участках, где расположены основные производственные сооружения, связанные между собой механизированным транспортом.

Здания и сооружения должны иметь простую конфигурацию в плане и располагаться относительно сторон света и розы ветров так, чтобы были созданы наиболее благоприятные условия для естественного освещения, проветривания предприятия и его производственных помещений.

В целях сокращения промплощадки в проекте необходимо стремиться к максимальному блокированию зданий с однотипным производством, а также вспомогательными, обслуживающими зданиями, инженерными устройствами и установками.

Особое внимание при проектировании генерального плана следует обращать на обеспечение наиболее высоких санитарно-технических условий (благоустройство, озеленение, удаление вредных выделений в воздух и др.) как на самой промплощадке, так и на прилегающих территориях. Одним из мероприятий, направленных на уменьшение влияния производственных вредных веществ как на само предприятие, так и на прилегающие населенные пункты, является система озеленения.

При разработке генерального плана важное значение имеет правильное размещение инженерных сетей — трубопроводов, кабелей, каналов, галерей и т. д. Ин-

женерные сети необходимо проектировать как единое инженерное хозяйство, увязывая их между собой и с другими элементами генерального плана в совмещенном плане трасс инженерных сетей.

При проектировании вертикальной планировки территории площадки необходимо сохранить естественный рельеф территории, стремиться к наименьшему объему земляных работ, создавать оптимальные уклоны поверхности для удобного отвода поверхностных и сточных вод, рационально решать схемы железнодорожного и автомобильного транспорта, сократить до минимума строительные затраты на устройство фундаментов и подвалов.

Проектирование генерального плана необходимо обосновать технико-экономическими показателями, которые должны характеризовать целесообразность этого решения в сравнении с имеющимися наиболее прогрессивными проектными решениями других аналогичных объектов.

В качестве примера на рис. 35 приведена схема генерального плана пивоваренного завода мощностью 6,5 млн. дал. Площадь территории 4,83 га, площадь застройки зданиями и сооружениями 12 514 м², коэффициент застройки 33,2%.

Принцип проектирования генерального плана следующий: главную линию застройки образуют главный производственный корпус, цех производства солода и инженерный корпус совместно со столовой; вторая линия застройки образована цехом обработки и розлива бочек и пивовозов, элеватором для зерна, объектами энергохозяйства и ремонтными мастерскими; третья линия застройки образована объектами вспомогательного назначения и складскими площадями.

В схеме (см. рис. 35) представлена такая планировка территории, которая обеспечивает наиболее удобное расположение связанных между собой объектов, разделение операционного и хозяйственного дворов, рациональную организацию приемки на завод и отправки завода грузов и межцеховых транспортировок, а также минимальную протяженность инженерных сетей и транспортных коммуникаций.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

При проектировании наряду с подбором оборудования решаются вопросы автоматического контроля и регулирования отдельных операций, создания автоматизированных производственных линий, дистанционного управления технологическим процессом; предусматриваются разнообразные технические средства связи: автоматическая звуковая и световая сигнализация, диспетчерская телефонная связь, переговорные устройства, телевизионные производственные установки и т. д.; разрабатываются автоматические системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) с использованием ЭВМ.

Выбору средств автоматизации предшествует анализ технологического процесса с установлением его специализации, непрерывности, устойчивости, допустимых колебаний регулируемых параметров, времени переходного процесса. При этом подбираются оптимальные режимы переходных процессов, позволяющие применить системы автоматического регулирования.

На основе проведенного анализа разрабатывается структурная схема автоматизируемого технологического процесса: устанавливаются измеряемые, контролируемые и регулируемые параметры, определяются каналы регулирования, а также объектные, синхронизирующие и аварийные блокировки; разрабатывается функциональная схема автоматизации; подбирается необходимая аппаратура автоматизации и решаются вопросы ее размещения на технологическом оборудовании и щитах управления.

При разработке системы автоматизации производства руководствуются Государственной системой промышленных приборов и средств автоматизации и нормативами объема и технического уровня автоматизации.

Совершенствование техники и технологии производства солода на современном этапе направлено на комплексную механизацию и автоматизацию всех технологических и транспортных процессов и перевод солодовен на непрерывное производство. Эта задача может быть решена различными средствами и в разном техническом оформлении, однако автоматизация занимает одно из передовых и наиболее действенных средств в организации непрерывных производственных процессов.

В первую очередь целесообразно автоматизировать в солодовнях следующие операции: транспортировку солода и его распределение по местам хранения и переработки; централизованное управление всеми электродвигателями и полную блокировку технологических процессов; дистанционное измерение и регулирование температуры при солодоращении и сушке; учет материалов на всех стадиях производства.

В настоящее время широко применяются различные схемы автоматизации процессов солодоращения в пневматических солодовнях, позволяющие строго поддерживать заданные технологические параметры на разных участках производства.

Известно, что регулирование температуры в проращиваемом солоде в основном осуществляется продуванием через слой солода охлажденного и увлажненного воздуха, поступающего из оросительной камеры. Температура и влажность воздуха в камере поддерживаются на постоянном уровне, следовательно, при необходимости охлаждения солода в ящике до заданной температуры должно автоматически произойти добавление свежего холодного воздуха к рециркулирующему, и наоборот. Такое регулирование обычно осуществляется с помощью контактного термометра через реле, которое оказывает соответствующее воздействие на электродвигатель подающего воздух вентилятора. При этом специальный редуктор перемещает клапаны для подачи рециркулирующего в системе воздуха.

Для такого регулирования схемой предусмотрено размещение в разных слоях двух термометров с определенной разностью температур, которая должна служить заданным параметром. При повышении или понижении температуры в какой-либо зоне эта разность увеличивается более чем на 2°C , что служит сигналом

для срабатывания реле и увеличения подачи воздуха.

Так как солод обладает большой тепловой инерцией и разность температур в зонах может наблюдаться продолжительное время, схемой предусматривается импульсное перемещение клапанов с помощью реле времени, включающего датчик через каждые 300 с с импульсом длительностью 5 с, что достаточно для перемещения клапанов.

В пиво-безалкогольной отрасли все большее значение приобретает автоматизация производственных процессов. Основными средствами автоматизации являются автоматические поточные линии и системы автоматического контроля и регулирования процессов.

Комплексная автоматизация производства пива и безалкогольных напитков возможна на основе широкой разработки и внедрения средств автоматизации.

В пиво-безалкогольной отрасли применяется автоматизация регулирования по таким параметрам: температура, уровень, количество и плотность жидких полупродуктов и продуктов. Необходимо стремиться к более широкому внедрению датчиков, которые дают импульсы в зависимости от содержания сахара, спирта, углекислоты, влаги и других веществ, а также от вязкости, степени осветления и других параметров.

Современные состояния техники позволяет решить задачи контроля регулирования количества жидкости, протекающей по трубопроводам (например, молодого и отфильтрованного пива).

В производство пива внедряются комплексные поточные моечно-разливочные линии для бутылочной продукции и другие технологические операции. Поточные непрерывные технологические процессы внедряются в производство безалкогольных напитков: подготовка раствора сахара, сбраживание кваса, фасовка продукции.

Для автоматизации контроля и регулирования процессов варки варочные агрегаты оснащаются пультами управления, на которых сосредоточен комплекс приборов. Управление процессом варки суслу ведется оператором непосредственно с пульта управления.

Наряду с исполнительными механизмами может быть предусмотрена проверочная блокировочная система. Так, затирание не может быть начато, если спускной вентиль в заторном котле открыт; перекачивание первой

отварки в варочный котел невозможно, если температура затора отклоняется от заданной.

Системой также предусмотрен автоматический отбор контрольных проб. Анализируя эти пробы, оператор имеет возможность проверять надежность действия автоматических приборов и вносить соответствующие коррективы в программу их работы.

При использовании четырехпосудных варочных агрегатов наиболее эффективны центральные пульты управления, на которые выведены только дистанционные термометры контроля температуры и все пусковые приборы, позволяющие оператору с одного места управлять технологическими процессами. Комплексная автоматизация варочных агрегатов может оправдать себя главным образом на крупных пивоваренных заводах, где организована служба КИПиА.

Для пивоваренных заводов институтом «Пищепром-автоматика» разработана комплексная схема автоматизации основных технологических процессов варки сусла с размещением всех приборов дистанционного контроля и средств управления на специальном щите. Такими приборами являются приборы для контроля рН на всех стадиях приготовления сусла, приборы для контроля плотности сусла при фильтровании и кипячении, приборы для контроля температуры воды затора и сусла, устройства для автоматического контроля уровня в аппаратах и резервуарах, сигнальные устройства работы насосов, мешалок, дробилок и другого оборудования, дистанционные пусковые приборы для насосов, вентилялей и другого оборудования.

Автоматизация брожения и дображивания сусла сопряжена с некоторыми трудностями, так как эти процессы являются биологическими.

Брожение сусла зависит от расы и работоспособности дрожжей, химического состава сусла, чистоты среды и многих других факторов, трудно поддающихся регулированию. Наиболее доступным средством регулирования технологических процессов брожения и дображивания является поддержание необходимого температурного режима с помощью дистанционных термометров, позволяющих мастеру следить за температурой с рабочего места.

На ряде заводов в закрытых бродильных чанах установлены полупроводниковые термоспротивления, кон-

цы которых выведены на центральный пульт и присоединены к контактным кнопкам. При нажатии на соответствующую кнопку датчик бродильного чана через реле подключается к мостовой схеме и стрелка прибора показывает температуру в чане с точностью до 0,5°С.

В бродильных чанах можно устанавливать датчики-термометры сопротивления, соединенные проводами с центральным щитом, на котором смонтированы логометр и 12-точечные переключатели с серией подгоночных катушек. Каждый переключатель обслуживает группу бродильных чанов.

Автоматизация управления в бродильных чанах требует разработки специальной программной системы, позволяющей регулировать температуру в зависимости от степени сбраживания суслу.

В настоящее время для брожения суслу широко используются цилиндрикоконические аппараты. При использовании их автоматизации подлежат следующие технологические операции: регулирование и контроль температуры сбраживаемой массы в верхней, средней и нижней частях, а также в конической части аппарата; контроль уровня в цилиндрикоконическом аппарате и сборниках готового пива; регулирование и контроль температуры хладагента (рассола) в верхней, средней, нижней и конической частях цилиндрикоконического аппарата; контроль давления пива при перекачке его на фильтрование; контроль давления, создаваемого насосом; пуск электродвигателей насосов; контроль уровня дрожжей, дезинфицирующего раствора, горячей и холодной воды.

При проектировании автоматики на заводах по выпуску безалкогольных напитков и хлебного кваса необходимо предусматривать следующее: измерение количества сырья, полуфабрикатов, тары и готовой продукции при помощи автоматических весов и счетчиков; дистанционный контроль температуры в аппаратах; дистанционный и местный контроль давления в закрытых аппаратах, нагнетательных линиях насосов, пара и хладагента при входе в теплообменники; автоматическое регулирование температуры в баках горячей воды, суслу, кваса, купажированного сиропа, выходящих из холодильников; воды и раствора щелочи в бутыломоечных машинах; дистанционный контроль уровня перекачиваемых жидкостей и растворов.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В дипломном проекте должны быть отражены следующие технико-экономические расчеты:

капитальные затраты на строительство или реконструкцию предприятия;

годовая производственная программа;

труд и заработная плата, в том числе: численность и фонд заработной платы рабочих основного производства; численность и фонд заработной платы инженерно-технических работников (ИТР), служащих, младшего обслуживающего персонала (МОП); производительность труда; себестоимость продукции;

эффективность строительства или реконструкции действующего предприятия.

11.1. КАПИТАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ НА СТРОИТЕЛЬСТВО ИЛИ РЕКОНСТРУКЦИЮ ПРЕДПРИЯТИЯ

Объем капитальных затрат на строительство и оборудование проектируемого и реконструкцию действующего предприятия определяется на основании технических смет или по укрупненным нормативам, которые обосновываются материалами проектных организаций.

Укрупненными нормативами являются стоимости, отнесенные к 1 м³ объема здания или к 1 м² площади пола здания.

Установлению ориентировочной стоимости строительства или реконструкции предприятия должен предшествовать выбор типа проектируемого здания и размеров его, строительных материалов, характера фундаментов, стен, перекрытий, колонн, полов, покрытий, этажности, длины, ширины, высоты, объема по внешним размерам, площади пола.

В специальных таблицах должны быть отражены показатели сметно-финансового расчета на строительные работы; сметно-финансового расчета на приобретение и монтаж оборудования для новостроящегося или реконструируемого завода; сметно-финансового расчета на демонтаж оборудования, реализуемого другим предприятием при реконструкции завода; сметно-финансового расчета на демонтаж физически и морально изношенного оборудования, разборку здания и сооружений при реконструкции завода.

Для заполнения некоторых граф этих таблиц принимаются следующие величины: расход на монтаж — 8%, заготовительно-складские расходы — 1,25% первоначальной стоимости оборудования; транспортные расходы — 15 руб. за 1 т перевозимого груза; стоимость трубопроводов и насосов — 12% стоимости всего оборудования; стоимость контрольно-измерительных приборов — 3—5% стоимости всего оборудования. Расходы на демонтаж оборудования принимаются в размере 70—80% стоимости монтажа.

Общая сумма капитальных затрат на строительство предприятия с учетом стоимости трубопроводов, насосов и контрольно-измерительных приборов плюс прочие расходы составляет примерно 20% суммы двух слагаемых: общей стоимости строительных работ и стоимости на приобретение и монтаж оборудования. К прочим расходам следует относить затраты на изыскание проектирования, подготовку площадки к строительству и некоторые другие расходы.

Общая сумма капитальных затрат на реконструкцию завода складывается из следующих показателей: общей стоимости строительных работ, стоимости на приобретение и монтаж оборудования с учетом стоимости трубопроводов, насосов и контрольно-измерительных приборов, расходов на демонтаж оборудования, реализуемого другим предприятием, расходов на замену физически и морально изношенного оборудования, разборку зданий и сооружений при реконструкции предприятия за минусом остаточной стоимости оборудования, реализуемого другим предприятием, выручки от реализации физически и морально изношенного оборудования и прочих расходов, которые составляют 10% суммы всех перечисленных затрат.

11.2. ГОДОВАЯ ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОГРАММА

Во введении к данному расчету кратко излагаются значение и роль производственной программы в проекте.

При планировании производственной программы учитывают следующее: производственная программа проектируемого завода исчисляется в натуральном выражении по основному ассортименту вырабатываемой продукции и в стоимостном выражении — в действующих отпускных и действующих оптово-отпускных ценах; вначале оценивают валовую продукцию, затем — товарную; расчет числа дней работы в году завода или цехов и отделений завода производят, заполняя специальную таблицу; по специальной таблице также следует оформлять расчет производственной программы. При этом следует иметь в виду, что оптово-отпускные и оптовые цены берутся в соответствии с действующим в данной отрасли промышленности прейскурантом.

В действующих и сопоставимых оптово-отпускных ценах без налога с оборота должен быть также определен по специальной таблице в производственной программе объем реализации продукции. В план реализации продукции необходимо включать всю продукцию, предназначенную к отпуску другим учреждениям и предприятиям и подлежащую оплате в планируемом периоде. В нее входят готовая продукция, полуфабрикаты собственного изготовления и отходы, подлежащие реализации на сторону, а также работы и услуги промышленно-производственного характера.

Составление плана по реализации производится с учетом изменения остатков продукции на складах на начало и конец планового периода.

При выполнении дипломного проекта объем реализуемой продукции условно принимают равным объему товарной и валовой продукции.

Если проект посвящен реконструкции завода, то в целях сравнения в специальных таблицах необходимо привести данные, полученные до и после реконструкции.

11.3. ТРУД И ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА

Численность и фонд заработной платы рабочих основного производства

В проекте необходимо указать системы оплаты труда и профессии рабочих, для которых они применяются, а также применяемые на проектируемом заводе передовые формы организации труда. Это главным образом относится к таким формам, как совмещение профессий, многоагрегатное обслуживание и др.

Явочное количество рабочих следует определять исходя из плановой расстановки по рабочим местам, принятой на основе передовых среднепрогрессивных норм выработки и передовых методов труда, существующих в данной отрасли промышленности.

Тарифный разряд определяется по единому тарифно-квалификационному справочнику работ и профессий. Дневная тарифная ставка устанавливается согласно существующей тарифной сетке для пиво-безалкогольной промышленности. Число дней работы завода в году складывается из числа дней работы на выполнение производственной программы и числа дней планового простоя.

Количество человеко-дней определяется умножением явочного числа рабочих на число дней работы завода в году. Число дней работы одного рабочего в году при непрерывном производстве можно принять для расчетов 240—245 дней, при периодическом (одно- и двухсменной работе) — 275—280 дней.

Среднесписочное число рабочих определяется делением числа человеко-дней на число дней работы одного рабочего в году.

При проектировании штата рабочих основного производства следует учесть число рабочих, занятых в следующих цехах и отделениях завода:

на пивоваренном заводе — солодовенном, варочном, отделениях брожения-дображивания, моечно-разливочном, транспортной тары, ремонтном (дежурные слесари, дежурные электромонтеры, смазчики, включая рабочих по подвозу топлива и вывозу шлака, уборщиц цехов);

на заводе безалкогольных напитков — солодовенном, варочном, бродильном, соковом и плодово-ягодного экстракта, спиртованных настоев и композиций, хра-

нения концентрата квасного сусла, сироповарочном, ку-
пажном, водоподготовки, варки колера, розлива хлебного
кваса в цистерны, моечно-разливочном, посуды, склада,
лаборатории, углекислотной и холодильно-компрессор-
ной станции, механической мастерской, трансформатор-
ной подстанции, котельной.

Годовой фонд заработной платы по тарифу опреде-
ляется умножением числа человеко-дней на дневную
тарифную ставку.

В расчет полного фонда заработной платы рабочих
наряду с рассчитанным фондом по тарифу необходимо
включать следующие виды заработной платы:

доплаты в процентах от тарифа фонда заработной
платы — за работу в ночное время в размере 4,7%; за
работу в праздничные дни 2,4%; премиальные в разме-
ре до 20%; за выполнение государственных и общест-
венных обязанностей (не более 4 дней в году) — око-
ло 1%;

доплаты за очередные и дополнительные отпуска —
около 6—7% суммы тарифного фонда заработной пла-
ты и доплат.

Размеры оплат за эти виды работ рассчитываются,
исходя из существующих законов о труде и специфики
работы в пиво-безалкогольной промышленности.

При реконструкции завода в целях сравнения необ-
ходимо приводить данные до и после реконструкции.

Численность и фонд заработной платы ИТР, служащих и МОП

Чтобы рассчитать численность и фонд заработной
платы ИТР, служащих и МОП, необходимо составить
штатные расписания с учетом минимального количества
административно-управленческого аппарата и рацио-
нального обслуживания производств. Дипломанту также
необходимо дать в тексте краткие пояснения по орга-
низации управления на проектируемом заводе.

В целях установления годового фонда заработной
платы сумму месячных окладов следует умножить на 12
и к полученной сумме прибавить необходимые доплаты.

В составе фонда заработной платы необходимо за-
планировать оплату очередного отпуска (около 7% к
фонду заработной платы по должностным окладам), а

также премии. В качестве приложения следует привести схему управления заводом.

Численный и профессионально-квалификационный состав основного производства определяется для каждого предприятия самостоятельно, исходя из принятых в проекте объемно-планировочных решений, оборудования, технологии, сменности работы цехов, средств автоматизации, трудоемкости погрузочно-разгрузочных и транспортных работ, уровня автоматизации и т. д.

Основными исходными данными для расчета численности вспомогательных рабочих являются:

объемы работ вспомогательных служб или количество вспомогательного оборудования, установок, сооружений, рассчитанных с учетом мощности предприятия, объема производства, количества и системы принятого в проекте технологического оборудования, средств механизации транспортных работ и т. д.;

численность ИТР и служащих в зависимости от принятой в проекте структуры предприятия.

Для расчета основных и вспомогательных рабочих необходимо пользоваться материалами Гипропищепрома-2.

Производительность труда

Дипломанту необходимо дать оценку и указать народнохозяйственное значение производительности труда как основного и ведущего показателя не только при планировании труда, но и при всех других расчетах в дипломном проекте.

Расчет производительности труда осуществляется в денежном и натуральном выражениях на одного среднесписочного работающего на проектируемом предприятии.

Уровень производительности труда в дипломном проекте рассчитывается путем деления валовой продукции на среднесписочную численность работающих промышленно-производственного персонала.

11.4. СЕБЕСТОИМОСТЬ ПРОДУКЦИИ

Во введении к этому расчету необходимо показать народнохозяйственное значение показателя себестоимости продукции, а также отметить предусмотренные в

проекте мероприятия, повышающие производительность труда, снижающие себестоимость, увеличивающие прибыль. К таким мероприятиям относятся главным образом механизация трудоемких процессов, внедрение новой техники и технологии, передовых методов труда и др.

Дипломант должен рассчитать полную себестоимость всех видов продукции по каждой статье затрат по специальным формам. При расчете себестоимости продукции необходимо руководствоваться следующими указаниями:

1) в статьях «Сырье» и «Отходы» количественные нормы принимать из продуктового расчета, являющегося одной из основных частей расчетно-пояснительной записки. Стоимость сырья и отходов необходимо оценивать согласно действующим в отрасли плановым ценам;

2) расчет стоимости вспомогательных материалов производить по нормам расхода на 1 дал продукции согласно действующим плановым ценам;

3) расчет заработной платы рабочих производить исходя из плана по труду и заработной платы.

При распределении заработной платы по отдельным видам продукции необходимо соблюдать следующие положения:

заработную плату рабочих, осуществляющих приемку зерна и другие операции по его очистке, сортировке и складированию, а также рабочих солодовенного отделения относить к производству солода и отражать в калькуляции себестоимости солода;

заработную плату рабочих варочного отделения распределять по сортам пива пропорционально удельному весу каждого сорта в общем выпуске условного пива по плотности;

заработную плату рабочих отделения брожения-дображивания распределять пропорционально удельному весу выдержки (в дал-дни) всего пива;

заработную плату рабочих цеха розлива, экспедиции, отделения приема бутылок распределять по сортам пива пропорционально удельному весу данного сорта в групповом ассортименте по видам розлива. При суммировании заработной платы каждого сорта пива по участкам относить ее в калькуляцию себестоимости соответствующего сорта пива;

4) начисления на заработную плату определять из величины 6,8% полного фонда ее;

5) затраты на топливо и электроэнергию определять из тепловых расчетов, произведенных в соответствующем разделе расчетно-пояснительной записки. Для проверки величин, полученных в расчетах расхода топлива и электроэнергии, ориентироваться на удельные расходы топлива и электроэнергии, принятые в настоящее время в пиво-безалкогольной промышленности. Стоимость натурального топлива и электроэнергии оценивать согласно действующим плановым ценам и тарифу на установленную мощность трансформатора;

6) расход холода для завода пиво-безалкогольной промышленности определять исходя из показателей, полученных при расчете холода на технологические нужды. Стоимость 1 млн. кДж необходимо принимать в размере 4,8—14,3 руб. в зависимости от мощности предприятия. Общие затраты по предприятию на топливо, электроэнергию и холод необходимо распределять по сортам пива пропорционально коэффициентам перевода в условное Жигулевское пиво, которые равны: для Рижского, Московского, Украинского 1,23, для других сортов 1,76;

7) амортизационные отчисления принимать в следующих размерах: производственное оборудование — 10—12%, здания и сооружения — 3,5% стоимости основных фондов;

8) расходы на текущий ремонт определять в процентах от стоимости основных фондов: производственное оборудование — 6—7, здания и сооружения — 2.

Если дипломант производит реконструкцию завода, то сумма амортизационных отчислений и затрат на текущий ремонт должна быть увеличена на сумму отчислений на амортизацию нового оборудования, достраиваемых зданий, сооружений и на сумму затрат, направляемых на текущий ремонт этого же оборудования, зданий и сооружений. В этом случае сумма амортизационных отчислений и затрат на текущий ремонт может сократиться на сумму отчислений на амортизацию и текущий ремонт демонтируемого оборудования;

9) прочие прямые расходы включают заработную плату цехового персонала, начисления на нее, затраты на содержание зданий и сооружений (освещение, отопление и др.). Величина данных затрат принимается

равной 2% их стоимости; прочие расходы, т. е. затраты на охрану труда, принимаются по фактическим данным предприятия, равного по мощности проектируемому заводу.

Распределение таких затрат, как амортизационные отчисления, текущий ремонт и прочие прямые расходы на отдельные виды продукции, производится пропорционально заработной плате производственных рабочих;

10) затраты на управление и обслуживание производства учитывать в общезаводских расходах. Обычно эта величина принимается в размере 115—120% фонда заработной платы производственных рабочих;

11) внезаводские расходы проектировать в размерах 30—35% суммы общезаводских расходов.

Если дипломант проводит реконструкцию завода, то для сравнения ему необходимо привести калькуляцию себестоимости продукции до и после реконструкции завода.

11.5. ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА ИЛИ РЕКОНСТРУКЦИИ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В данном расчете определяются следующие показатели:

прибыль новостроящегося предприятия, которая рассчитывается в виде разницы между стоимостью товарной (реализуемой) продукции в действующих оптово-отпускных ценах предприятия и плановой себестоимостью товарной продукции; а для реконструируемого предприятия — как дополнительная прибыль, образуемая в результате снижения себестоимости и увеличения объема выпускаемой и реализуемой продукции;

окупаемость капитальных затрат, рассчитываемая как частное от деления общей суммы капитальных затрат (согласно сметно-финансовому отчету) на общую сумму прибыли (для нового предприятия) или на дополнительную прибыль (для реконструируемого завода);

коэффициент эффективности, являющийся величиной, обратной сроку окупаемости капитальных затрат;

уровень рентабельности предприятия, рассчитываемый как отношение балансовой прибыли Π к стоимо-

сти основных производственных фондов O_{ϕ} и оборотных средств O_{\circ} :

$$P_{\text{общ}} = [П / (O_{\phi} + O_{\circ})] 100.$$

Величина O_{ϕ} , т. е. стоимость основных производственных фондов, берется по данным сметно-финансового отчета.

При проектировании и реконструкции стоимость основных производственных фондов до реконструкции принимается полной (без учета износа по балансу предприятия). После реконструкции к данной величине необходимо прибавить сумму дополнительных капитальных затрат. Потребность завода в собственных оборотных средствах определяется в соответствии с утвержденным нормативом. Величину оборотных средств по каждому элементу (сырье, материалы, топливо, тара, малоценный инвентарь) находят путем деления общей величины затрат на год по каждому элементу на 360 и умножения на норматив в днях. Общая потребность завода в собственных оборотных средствах рассчитывается как сумма их по всем элементам.

Сумма собственных оборотных средств до и после реконструкции предприятия рассчитывается исходя из установленного заводу норматива в днях и объема производства. Рентабельность производства определяется как отношение прибыли к полной себестоимости продукции, а коэффициент фондоотдачи — как частное от деления стоимости валовой продукции на стоимость производственных основных фондов.

Технико-экономические расчеты предлагается закончить таблицей, в которой должны быть отражены основные показатели эффективности строительства или реконструкции завода.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ САПР В ДИПЛОМНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Система автоматического проектирования (САПР) — комплекс технических и математических средств, предназначенных для автоматизации процессов проектирования с участием человека.

Основная задача системы, ее содержание по отношению к САПР в значительной степени зависят от применения проектируемых в системе технических средств. Так, САПР в производстве пива и безалкогольных напитков значительно отличается в функциональном отношении от САПР в сфере вычислительной техники.

Математическое обеспечение САПР характеризуется алгоритмическим описанием физических (сопровождающих процесс проектирования) расчетов, наличием информационных структур, внешних языков системы и т. д. Типовая блок-схема проектирования на базе САПР показана на рис. 36. Исследование основных задач системы позволяет определить состав и требования к техническим и математическим средствам САПР.

Основу технических средств САПР составляет центральный вычислитель (процессор), в качестве которого, как правило, выступает ЭВМ.

Ввиду того что САПР выпускает графическую (чертежную) документацию, то естественно, что эта система должна обладать хорошо развитыми средствами ввода, вывода и размножения графической информации и документации.

Вмешательство человека в процесс проектирования для управления им, вызванное недостаточной степенью алгоритмизации основной задачи системы, приводит к необходимости включать в состав технических средств устройства оперативного отображения графической информации и специальные пульты управления системой.

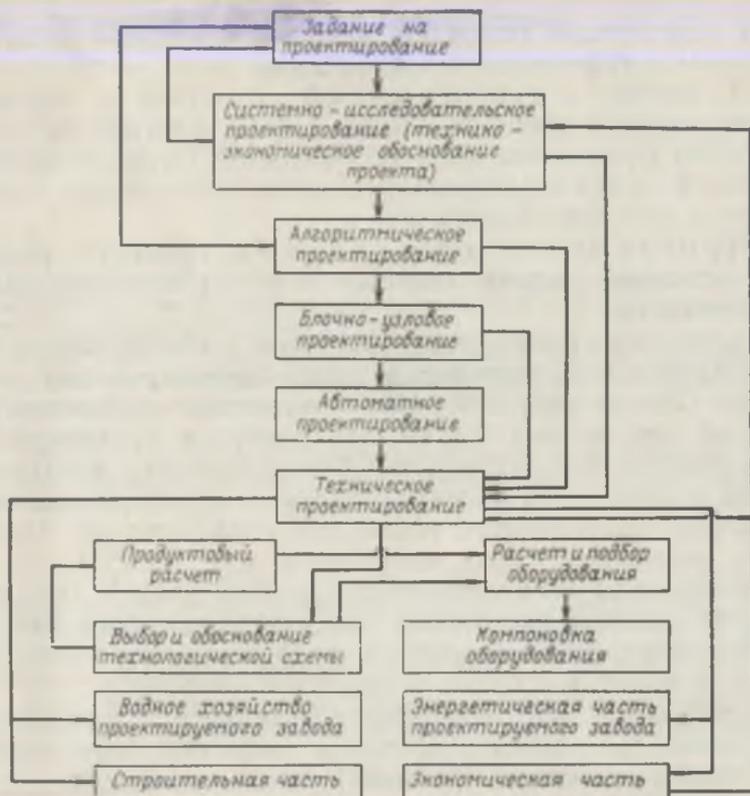


Рис. 36. Типовая блок-схема проектирования пищевой промышленности на базе САПР

Математическое обеспечение САПР состоит из двух основных частей: внешнего и внутреннего математического обеспечения.

Внешнее математическое обеспечение — это математические средства общения проектировщика с системой. В его состав входят языки представления исходной информации, средства пополнения информационной системы и языки управления работой САПР (командно-операционные языки), позволяющие вести диалог человек — система. Эти языки часто называют сервисными.

Внутреннее математическое обеспечение — это математические средства, обеспечивающие решение основной задачи системы в автоматизированном режиме.

Функционально-внутреннее математическое обеспечение САПР состоит из операционной системы, программ-

ного обеспечения процедур решения основной задачи системы и информационной системы.

В состав операционной системы входят трансляторы с внешних языков САПР, программы расширения функциональных особенностей штатной операционной системы центрального вычислителя и так называемые программы загрузки.

Программное обеспечение процедур решения основной задачи системы состоит из следующих компонентов:

программ физических расчетов, обеспечивающих выполнение всех сопровождающих проектирование расчетов. Состав этих программ полностью определяется сферой применения САПР. Например, в проектировании заводов по производству безалкогольных напитков, кваса и пива — это расчеты продуктовые, оборудования, электроэнергии, холода, тепла, диоксида углерода, тары, воды, вспомогательных материалов и т. п.;

программы геометрических преобразований, например программы построения классических линий, тел и фигур, изменения масштаба и деформации чертежа или тела, поворотов, сдвигов и других манипуляций;

программы организационно-системного характера, например программы открытия и закрытия, формирования информационных (рабочих) полей, программы обеспечения надежности хранения информации и доступа к информационным массивам и т. д.

Информационная система включает:

структуру и способы представления информации на носителях математической памяти САПР;

программы функционирования информационной системы;

программы, обеспечивающие самосохранение и статистическую обработку информации.

Количественное определение требований к техническим и математическим средствам САПР осуществляется в процессе исследования основной задачи системы, при анализе ее этапов и степени их алгоритмизации.

Выбор оптимального состава технических и математических средств и структуры САПР является предметом исследования основной задачи системы в определенной сфере человеческой деятельности.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Балашов В. Е. Дипломное проектирование предприятий по производству пива и безалкогольных напитков.— М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.— 288 с.

Всесоюзный научно-исследовательский институт пивоваренной и безалкогольной промышленности. Технологические инструкции по производству солода и пива.— М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1975.— 115 с.

Заирная М. В. Методическое указание по дипломному проектированию для студентов, специализирующихся по технологии бродильных производств. Технологические расчеты к проекту пивоваренного завода.— Киев: Межвузовское полиграфическое предприятие при КИНХ, 1977.— 76 с.

Зуев Ф. Г., Лотков Н. А., Полухин А. И. Подъемно-транспортные машины зерноперерабатывающих предприятий.— М.: Агропромиздат, 1985.— 320 с.

Мальцев П. М. Технология бродильных производств.— М.: Пищевая промышленность, 1980.— 559 с.

Минпищепром СССР. Нормы технологического проектирования заводов (цехов) безалкогольных напитков.— М.: Гипропищепром-2, 1981.— 76 с.

Минпищепром СССР. Нормы технологического проектирования предприятий пивоваренной промышленности.— М.: Гипропищепром-2, 1986.— 110 с.

Минпищепром СССР. Нормы технологического проектирования предприятий по производству ячменного солода.— М.: Гипропищепром-2, 1986.— 48 с.

Минпищепром СССР. Сборник рецептур на напитки безалкогольные, квас и напитки из хлебного сырья.— М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1983.— 111 с.

Справочник по производству безалкогольных напитков /В. Е. Балашов, И. И. Балантер, С. М. Беленький и др.— М.: Пищевая промышленность, 1979.— 368 с.

Технологическое оборудование предприятий бродильной промышленности/В. И. Попов, И. Т. Кретов, В. Н. Стабников, В. К. Предтеченский.— 6-е изд., перераб. и доп.— М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.— 464 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

От авторов	3
Глава 1. Техничко-экономическое обоснование места строительства или реконструкции предприятия . . .	5
Глава 2. Выбор и обоснование технологической схемы . .	8
2.1. Технологическая схема производства солода . .	8
2.2. Технологическая схема производства пива . . .	10
Подработка и дробление солода и несоложенных материалов	10
Получение пивного сусла	12
Сбраживание пивного сусла	22
Осветление пива	27
Розлив пива	28
2.3. Технологическая схема производства безалкогольных и слабоалкогольных напитков	28
Технологическая схема производства газированных безалкогольных напитков	29
Технологическая схема производства хлебного кваса	35
Глава 3. Расчет продуктов производства, тары и вспомогательных материалов	46
3.1. Расчет продуктов производства солода	46
3.2. Расчет продуктов производства пива	64
3.3. Расчет тары и вспомогательных материалов при производстве солода и пива	82
3.4. Расчет продуктов производства безалкогольных напитков, тары и вспомогательных материалов	85
Расчет выпуска продукции в ассортименте	85
Расчет расхода сырья на 100 дал напитка с учетом потерь	86
Расчет расхода сырья в год, месяц, сутки, смену	96
Расчет компонентов сахарного сиропа	96
Расчет расхода сока с учетом его экстрактивности	97
Расчет компонентов колера	98
Расчет содержания сухих веществ в купажном сиропе	98
Расчет компонентов на 100 дал напитка «Саяны-тонизирующий»	99
Расчет расхода воды на сатурацию	101
Расчет расхода тары и вспомогательных материалов	101
3.5. Расчет продуктов производства хлебного кваса	102

Глава 4. Технохимический контроль производства	104
Глава 5. Расчет и выбор оборудования	110
5.1. Оборудование для производства солода	110
Оборудование для приема и хранения зерна	110
Оборудование для очистки и сортирования ячменя	117
Емкостное оборудование	121
Оборудование замочного отделения	123
Оборудование солодорастильного отделения	126
Оборудование для сушки солода	131
Оборудование для очистки солода	135
5.2. Оборудование для производства пива	138
Оборудование для приема и хранения зерна	138
Оборудование варочного цеха	139
Оборудование цеха брожения-дображивания	150
Оборудование фильтровального отделения	161
Оборудование цеха розлива пива	166
Перепрофилирование пивоваренных заводов	171
5.3. Оборудование для производства безалкогольных напитков	173
Оборудование сироповарочного отделения	173
Оборудование отделения приготовления купажных сиропов	179
Оборудование участка автоматического розлива напитков	182
Оборудование отделения регенерации щелочи и станции приготовления дезинфицирующих растворов	184
Оборудование отделения водоподготовки	184
Оборудование станции газификации	188
5.4. Оборудование для производства и розлива кваса	189
Приготовление квасного сусла	189
Сбраживание квасного сусла	190
Розлив хлебного кваса	192
Глава 6. Компоновка технологического оборудования и расчет складских помещений	193
6.1. Компоновочные решения предприятий по производству солода	195
6.2. Компоновочные решения заводов по производству пива	199
6.3. Компоновочные решения цеха (завода) по производству безалкогольных и слабоалкогольных напитков	203
6.4. Расчет складских помещений	206
Глава 7. Водоснабжение, энергетическая и тепловая часть	214
7.1. Водоснабжение	214
7.2. Пароснабжение	221
7.3. Холодоснабжение	226
7.4. Энергоснабжение	232
Глава 8. Техника безопасности, охрана труда и санитарная техника	235
8.1. Техника безопасности и охрана труда	235
8.2. Санитарная техника	239

Глава 9. Строительная часть	241
9.1. Выбор оптимального типа здания	241
9.2. Генеральный план завода	247
Глава 10. Автоматизация производственных процессов . .	251
Глава 11. Экономическая часть	256
11.1. Капитальные затраты на строительство или реконструкцию предприятия	256
11.2. Годовая производственная программа	258
11.3. Труд и заработная плата	259
Численность и фонд заработной платы рабочих основного производства	259
Численность и фонд заработной платы ИТР, служащих и МОП	260
Производительность труда	261
11.4. Себестоимость продукции	261
11.5. Эффективность строительства или реконструкции действующего предприятия	264
Глава 12. Использование элементов САПР в дипломном проектировании	266
Список рекомендуемой литературы	269

Калуст Акопович Калуняц
Раиса Алексеевна Колчева
Лидия Алексеевна Херсонова
Алла Ивановна Садова

**ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАВОДОВ
ПО ПРОИЗВОДСТВУ ПИВА И БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ**

Зав. редакцией В. К. Фукс
Редактор А. П. Серик
Художественный редактор В. А. Чуракова
Технический редактор Л. А. Бычкова
Корректор В. Н. Маркина

ИБ № 4663

Сдано в набор 12.03.87. Подписано в печать 22.09.87. Т-16927. Формат 84×108¹/₃₂.
Бумага кн.-журн. Литературная гарнитура. Высокая печать. Усл. п. л. 14,28.
Усл. кр.-отт. 14,28. Уч.-изд. л. 14,47. Изд. № 220. Тираж 4300 экз. Заказ № 1395.
Цена 80 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени ВО «Агропромиздат»,
107807, ГСП, Москва, Б-53, ул. Садовая-Спасская, 18.

Московская типография № 8 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
101898, Москва, Центр, Хохловский пер., 7.

