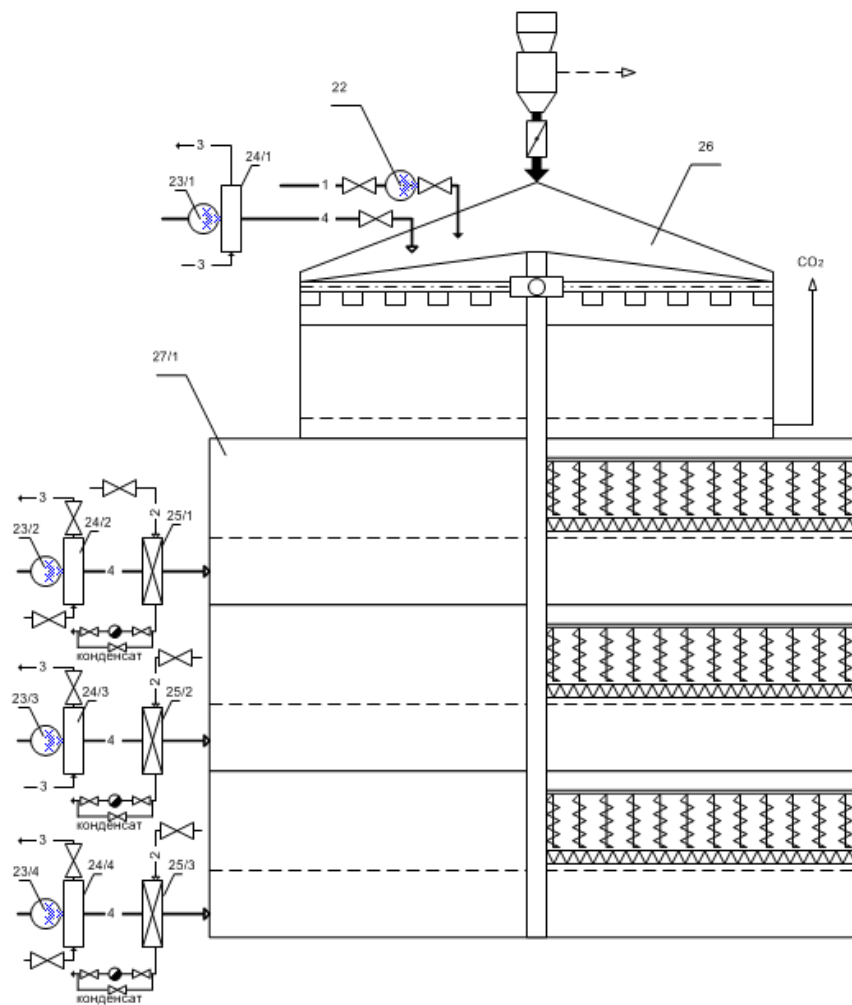


И.В. Смотраева, П.Е. Баланов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ СОЛОДА



Санкт-Петербург
2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

И.В. Смотраева, П.Е. Баланов
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ
ПО ПРОИЗВОДСТВУ СОЛОДА

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

РЕКОМЕНДОВАНО К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В УНИВЕРСИТЕТЕ
ИТМО

по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология
в качестве учебного пособия для реализации основных профессиональных
образовательных программ высшего образования бакалавриата

ИТМО

Санкт-Петербург
2023

Смотраева И.В., Баланов П.Е. Проектирование предприятий по производству солода– СПб: Университет ИТМО, 2023. – 65 с.

Рецензент(ы):

Федоров Александр Валентинович, доктор технических наук, доцент (квалификационная категория "ординарный доцент") факультета биотехнологий, Университета ИТМО.

Учебное пособие предназначено для учащихся, разрабатывающих проекты на строительство новых, реконструкцию, расширение и техническое перевооружение действующих заводов по производству солода. Пособие разработано с учетом основных технических направлений в проектировании солодовенных предприятий, учитывающих ближайшую перспективу развития науки и техники, оптимальные мощности по производству продукции с применением передовой технологии, прогрессивного основного и вспомогательного оборудования. В учебном пособии даны рекомендации по проектированию солодовенных предприятий с учетом строительных норм и правил, санитарных норм, стандартов, правил по технике безопасности, промышленной санитарии и взрывопожарной безопасности.

The logo of ITMO University, consisting of the letters 'ITMO' in a bold, black, sans-serif font. The letter 'I' is slightly taller than the other letters.

Университет ИТМО – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 в 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Университет ИТМО, 2023
© Смотряева И.В., Баланов П.Е., 2023

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение | 4 |
| Технико-экономическое обоснование места строительства предприятия | 4 |
| Мощность, состав и режим работы солодовенного производства | 6 |
| Технологическая схема приема, подработки, хранения зерна и солодовенного производства | 6 |
| Солодовенное производство | 7 |
| Выбор технологической схемы производства пивоваренного ячменного солода | 13 |
| Основные исходные данные для расчетов, расходы сырья и вспомогательных материалов | 16 |
| Расчет продуктов и отходов производства солода | 17 |
| Расчет и подбор технологического оборудования | 26 |
| Технохимический и микробиологический контроль солодовенного производства | 29 |
| Расход воды, сжатого воздуха, тепла и электроэнергии | 38 |
| Автоматизация производственных процессов | 40 |
| Требования к строительному проектированию | 42 |
| Техника безопасности, производственная санитария и взрывопожаробезопасность | 50 |
| Охрана окружающей природной среды | 51 |
| Основные технико-экономические показатели предприятий по производству ячменного пивоваренного солода | 52 |
| Правила оформления графической части проектов предприятий по производству солода | 55 |
| Список литературы | 59 |
| Приложение | 60 |

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие предназначено для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология» при изучении дисциплин «Технология солода» и «Проектные задачи биотехнологических производств», с целью формирования базовых знаний, умений и навыков, необходимых для понимания особенностей при разработке проектов солодовенных предприятий.

В пособии рассмотрены теоретические, технологические и технические аспекты производства пивоваренного солода. Приведен расчет продуктов производства солода, расчет и выбор основного технологического оборудования, теххимический и микробиологический контроль производства, автоматизация производственных процессов, требования к строительному проектированию. Также рассмотрены вопросы техники безопасности, производственной санитарии и взрывопожаробезопасности на солодовенном предприятии.

Учебная дисциплина «Технология солода» включает в себя 16 ч лекций, 16 ч практических занятий и 16 ч лабораторного практикума. Учебная дисциплина «Проектные задачи биотехнологических производств» включает в себя 16 ч лекций, 32 ч практических занятий, а также курсовую работу.

Пособие будет ценно для применения в учебном процессе при подготовке студентов к выполнению производственной, преддипломной практики, а также при подготовке выпускных квалификационных работ.

Учебное пособие будет полезно как при освоении теоретического курса, так и при подготовке к практическим и лабораторным занятиям, так как содержит теоретические и практические аспекты основ проектирования пищевых и биотехнологических производств. В конце разделов приведены контрольные вопросы, которые позволят самостоятельно оценить степень освоения материала.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕСТА СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ

Обоснованием необходимости строительства нового предприятия или реконструкции действующего является отсутствие таковых предприятий в районе или недостаточная мощность имеющихся предприятий.

Анализ сельского хозяйства выбранного района поможет ответить на вопрос, насколько проектируемое предприятие будет обеспечено сырьем. Также анализируются топливно-энергетические ресурсы района и перспективы их расширения. При решении вопроса о наличии и использовании топливно-энергетических ресурсов исходят из необходимости максимального использования жидкого и газообразного топлива.

Для будущего предприятия важен анализ путей сообщения района, так как он определяет уровень затрат предприятия на транспортировку сырья,

топлива и готовой продукции. Анализируется состояние местных строительных ресурсов, расположение вблизи водных бассейнов или достаточного количества артезианской воды, возможность спуска сточных хозяйственных и промышленных вод, расположение железнодорожных и автодорожных магистралей.

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

Проектирование предприятий 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 предприятия 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 здания 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.

Контрольные вопросы

1. Чем отличается реконструкция предприятия от проектирования нового?
2. Какие существуют этапы проектирования предприятий?

3. Что устанавливает технический проект?
4. Какие чертежи входят в состав проектной документации?

МОЩНОСТЬ, СОСТАВ И РЕЖИМ РАБОТЫ СОЛОДОВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Мощность солодовенного завода (цеха) и место строительства устанавливается заданием на проектирование, исходя из схем развития и размещения строительства солодовенных заводов и материалов обоснования строительства.

Рекомендуется следующий ряд мощностей: 4; 10; 20; 40 тыс. т солода в год.

Мощность солодовенного завода (цеха) определяется в тоннах сухого солода, выпускаемого в год по производительности солодорастильного и сушильного отделений.

Наименование сооружений и производственных помещений солодовенного производства в представлении в Приложении, табл. 14.

При решении площадки в целом на генеральном плане должны быть предусмотрены: автовесы, при необходимости, железнодорожные весы, подъездные пути, сантехнические и другие сооружения.

Режим работы солодовенного завода приведен в Приложении, табл.15.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРИЕМА, ПОДРАБОТКИ, ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА И СОЛОДОВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Прием, хранение, очистка и сортирование ячменя

На солодовенные предприятия ячмень поступает в короткий послеуборочный период – с конца лета до середины осени, в количестве, необходимом для выполнения предприятием годовой программы производства. В связи с этим приемные устройства и зерноочистительные машины должны иметь достаточную производительность, а зернохранилища – достаточную вместимость.

Очистка зернового сырья на солодовенном предприятии проводится в 2 стадии:

1. Первичная (предварительная) очистка.
2. Вторичная (основная) очистка.

Первичная очистка. Цель – удаление пыли, а также сорных и вредных примесей, которые могут вызвать порчу ячменя во время хранения, снизить его качество и увеличить потери.

Осуществляют первичную очистку ячменя в относительно короткий период времени (менее суток) непосредственно перед закладкой его на длительное хранение. При осуществлении первичной очистки выполняют следующие задачи:

- ✓ взвешивание;

- ✓ транспортирование;
- ✓ очистка от примесей.

При повышенной влажности поступающего на хранение зерна его предварительно подвергают подсушиванию до 12-14 % влажности. При значении выше критического, которое для ячменя составляет 14,5 %, в зерне интенсивно протекают физиологические процессы (дыхание зерна), вследствие которых в межзерновое пространство выделяется значительное количество влаги и теплоты. Это, в свою очередь, приводит к следующим негативным последствиям:

- постепенное повышение температуры зерна (самосогревание);
- увеличение потерь сухих веществ ячменя;
- ухудшение качества ячменя (появление затхлого запаха)
- увеличение риска развития болезнетворных микроорганизмов, которые могут ухудшить всхожесть и качество зерна.

При первичной очистке сортировку ячменя не проводят.

Вторичная очистка. Цель – удаление из зерна оставшихся в нем после первичной очистки примесей, поврежденных зерен, зерен других злаков и сортирование зерна. Сортирование зерна необходимо для равномерного замачивания и проращивания ячменя.

Вторичную очистку осуществляют равномерно, в течение всего года, непосредственно перед подачей ячменя в солодовенное производство. Производительность зерноочистительных машин на стадии второй очистки ниже (примерно в 3-4 раза), чем на первичной очистке, но при этом степень очистки выше.

Для вторичной очистки ячменя используют воздушно-ситовые и магнитные сепараторы, триеры, а очищенный ячмень разделяют по фракциям (фракционируют) на сортирующих машинах. При производстве солода используют ячмень только I и II классов.

На рис. 1 приведена принципиальная структурная схема приема, хранения, очистки и сортирования ячменя на солодовенном предприятии.

СОЛОДОВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Основные технологические стадии производства

Солодом называют зерно, искусственно пророщенное и высушенное в определенных температурных условиях. В процессе приготовления солода в зерне протекают сложные биохимические процессы, в результате которых:

- ✓ синтезируются и активизируются ферменты;
- ✓ при участии этих ферментов осуществляются изменения различных компонентов зерна.

Пивоваренный ячменный солод проращивают 5-7 суток, затем его высушивают, в результате чего он приобретает требуемые органолептические качества и способность к продолжительному хранению.

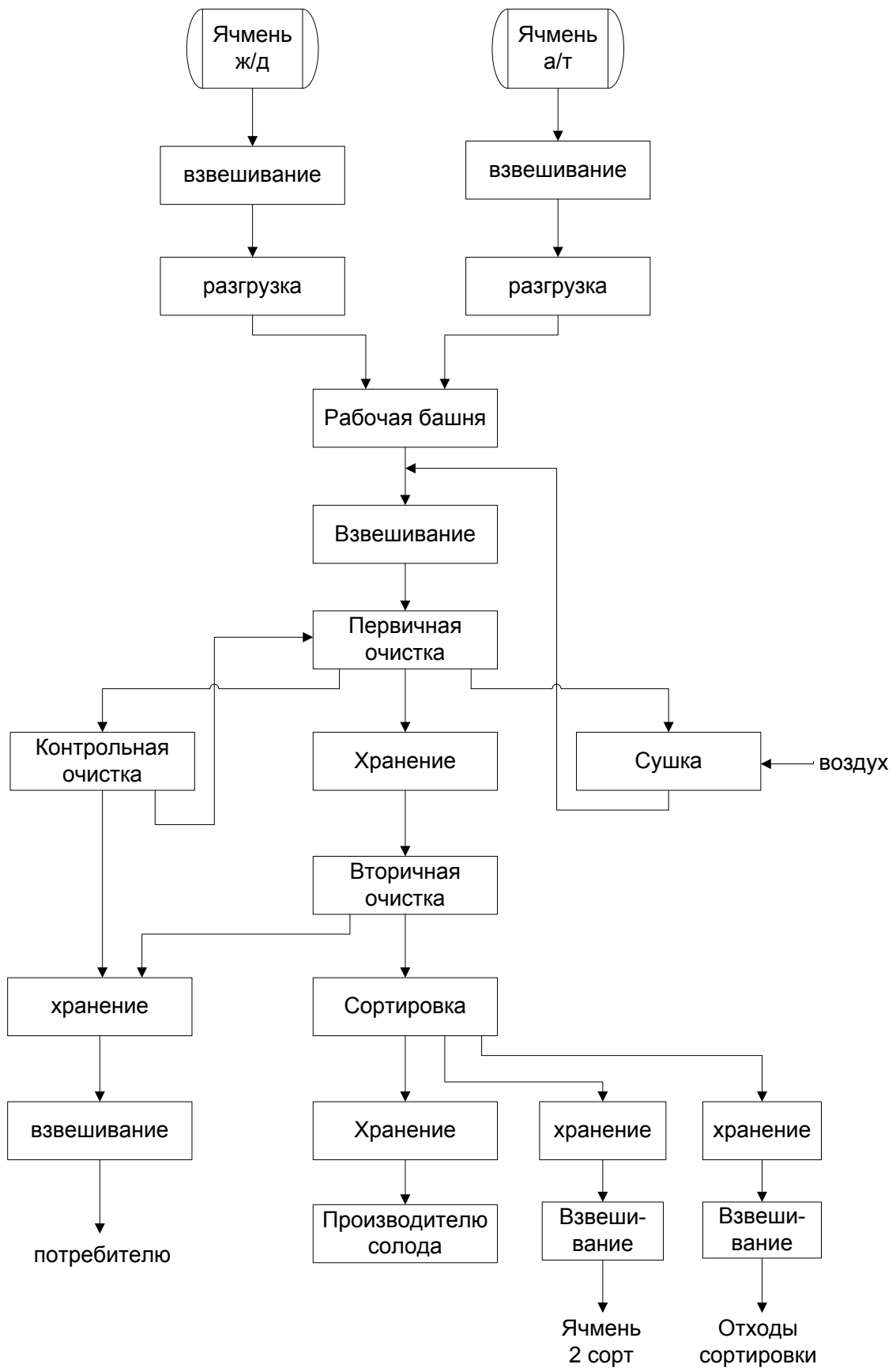


Рис. 1. Принципиальная структурная схема приема, хранения, очистки и сортирования ячменя

В производстве солода, принципиальная схема которого приведена на рис.2, можно выделить следующие технологические стадии:

- ✓ мойка и замачивание зерна;
- ✓ солодоращение;
- ✓ сушка свежепроросшего солода;
- ✓ охлаждение солода и отделение ростков;
- ✓ отлежка свежего солода.

На стадии мойки и замачивания выполняются следующие задачи: мойка, дезинфекция ячменя, вымывание избытка полифенолов (горьких веществ) из ячменя и достижение необходимой влажности.

Замачивание ячменя – искусственное насыщение зерна водой – осуществляется с целью активизации в нем ферментных систем, способствующих прорастанию.

Солодоращение – главный процесс при производстве солода. Основная его цель – образование ферментов, необходимых для расщепления веществ при затирании (затирание – технологическая операция при приготовлении пивного сусла). Кроме того, в процессе проращивания происходит подготовка и биохимические превращения запасных веществ эндосперма, главным образом – это клеточные стенки крахмальных гранул, состоящих в основном из бета-глюкана и белка, входящего в состав крахмальных гранул.

Полученный при проращивании солод имеет высокую влажность (42-45%) и не пригоден для хранения. Он имеет сырой запах, вкус и по своему химическому составу не удовлетворяет требованиям пивоварения:

- ✓ в нем нет красящих и ароматических веществ;
- ✓ содержится большое количество белков, растворяющихся в пиве с образованием помутнений.

Технологическими целями сушки солода являются:

- ✓ подавление физиологических и ферментативных процессов в зерне;
- ✓ снижение влажности солода до 3-4 % для обеспечения его продолжительного хранения и транспортировки;
- ✓ тепловая обработка, в результате которой солод приобретает специфические органолептические свойства;
- ✓ придание хрупкости и ломкости солодовым росткам.

Высушенный солод имеет температуру порядка 80°C и в таком виде храниться не может. Его охлаждают путем продувания холодным воздухом или в отдельном охладительном бункере до температуры 35-40°C.

В высушенном солоде находятся ростки в количестве 3-4 % от общей массы. Для дальнейшей переработки солода ростки должны быть удалены, так как в них содержится алколоид гордеин, придающий пиву неприятный горький привкус.

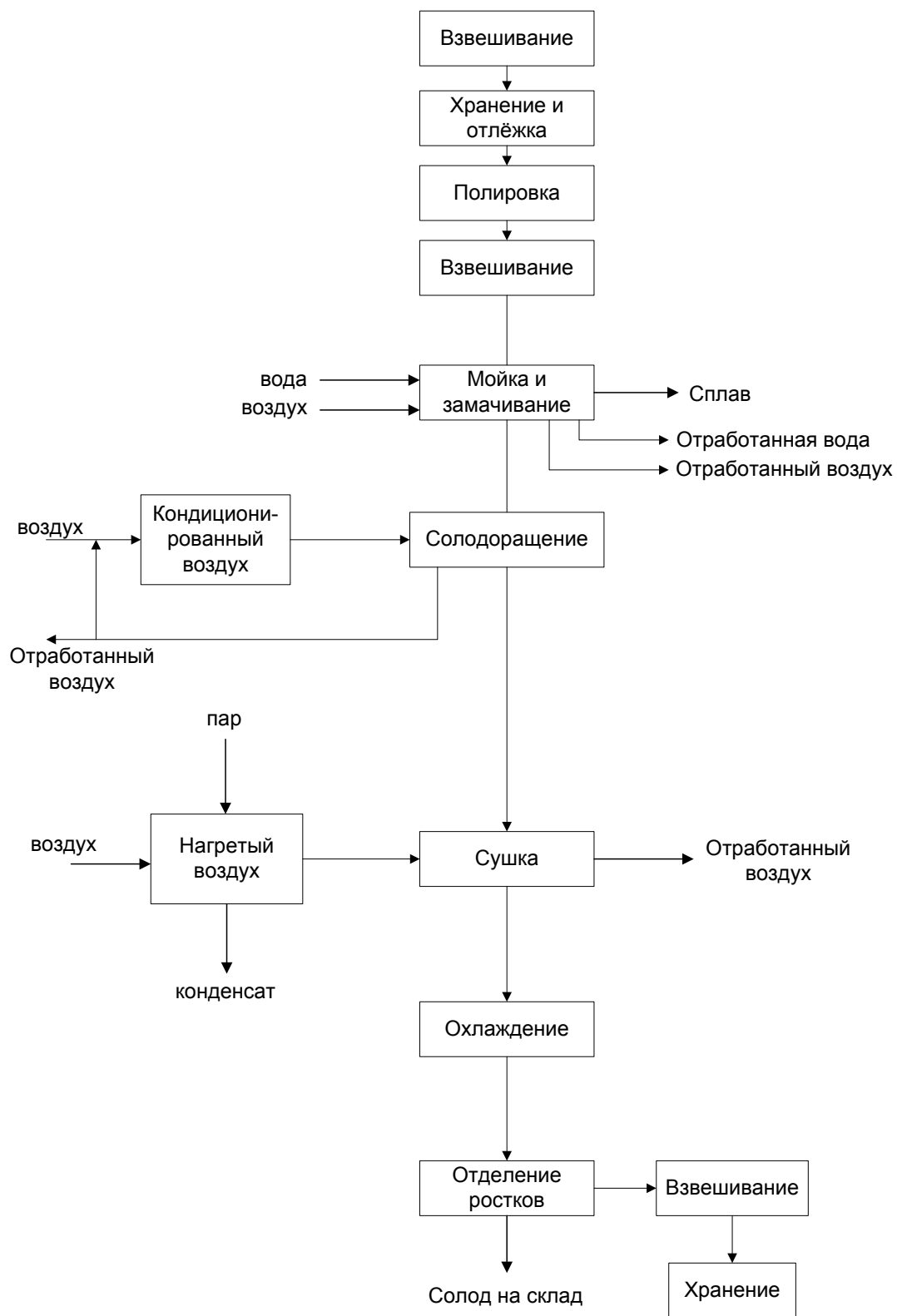


Рис. 2. Структурная схема солодовенного производства

Свежевысушенный солод не подходит для использования в пивоварении в связи с тем, что:

- ✓ образуется слишком мелкий помол;
- ✓ сусло из такого солода получается мутное и плохо фильтруется;
- ✓ брожение сусла замедляется;
- ✓ молодое пиво недостаточно осветляется;
- ✓ готовое пиво имеет низкую коллоидную стабильность.

В связи с этим медленно протекающие биохимические и физические процессы при отлежке солода являются обязательными.

При отлежке амилолитическая способность солода увеличивается, увеличивается также и его кислотность. Происходит процесс набухания органических веществ солода, что помогает структурным превращениям веществ солода.

Необходимое время отлежки составляет 1-2 месяца.

В табл. 1 представлено устанавливаемое оборудование для каждой технологической операции солодовенного производства.

Технологическое оборудование

Таблица 1

| Перечень операций технологического процесса | Наименование продукции | Устанавливаемое оборудование |
|--|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Прием зерна а) с железной дороги б) с автотранспорта | Товарный ячмень | Вагоноразгрузчик, механическая лопата, бункер приемный, конвейеры ленточные, нории Автомобилеразгрузчик, бункер приемный, конвейеры ленточные, нории |
| Взвешивание ячменя | Товарный ячмень | Весы автоматические (тип, марка - в зависимости от производительности завода) |
| Первичная очистка | Товарный ячмень, отходы - зерновые и сорные | Сепаратор, бункера надсепараторные, подсепараторные, для отходов |
| Хранение ячменя | Товарный ячмень после I очистки | Силоса |
| Вторичная очистка | Очищенный ячмень отходы - зерновые и сорные | Сепаратор, бункера, надсепараторные, подсепараторные, для отходов |

| | | |
|---|---|--|
| Сортировка ячменя | Сортированный ячмень (I, II и III сортов) | Машина для сортировки ячменя, бункера для ячменя I, II, III сорта |
| Сушка ячменя при необходимости | Товарный ячмень | Зерносушилки, бункера, нории, ленточный конвейер |
| Замачивание | Замоченный ячмень | Бункер над моечным чаном, моечный чан, замочный чан |
| Солодоращение | Солод свежепроросший | Пневматические ящики, ящики типа "передвижная грядка" |
| Сушка свежепроросшего солода | Солод сухой | Вертикальная сушилка непрерывного действия, горизонтальные солодосушилки |
| Солодоращение в аппарате большой единичной мощности | Замоченный ячмень | Пневматический агрегат |
| Отделение ростков | Солод сухой и ростки | Росткоотбивные машины, бункера перед росткоотбивной машиной и после (для солода и ростков) |
| Взвешивание солода | Солод сухой | Автоматические весы |
| Выдержка и хранение | Солод товарный | Силоса, закрома, металлические бункеры |
| Полировка солода (очистка) | Полированный солод | Ситовые машины Бункера до и после машины (для солода и отходов) |
| Отпуск ячменя и солода на пивоваренное производство и на реализацию | Ячмень I и II сорта полированный солод товарный солод | Автоматические весы, бункера, транспортное оборудование (конвейера ленточные, нории) |

Контрольные вопросы

1. Какие существуют основные этапы солодовенного производства?
2. Какие существуют вспомогательные операции в солодовенном производстве?
3. Какие виды транспорта могут быть задействованы при приёмке ячменя на солодовенное производство?
4. Какие виды очистки зерновой массы существуют?
5. Какие процессы протекают на этапе проращивания солода?
6. Для чего осуществляют сушку солода?
7. Для чего осуществляют отлёжку солода?

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕННОГО СОЛОДА

Существует большое количество типов солодовен, которые условно можно разделить на два типа: токовые и пневматические.

Токовые солодовни

Процесс солодоращения в токовых солодовнях осуществляется на гладком ровном полу – току. Замоченное зерно распределяется равномерным слоем толщиной 200-400 мм на току и периодически перелопачивается (ворошится) – первый раз через 6 часов, а затем – через каждые 12 часов.

Основным недостатком токовых солодовен является большое количество ручного труда при практически полном отсутствии средств механизации. Помимо этого, они обладают рядом существенных недостатков:

- ✓ потребность в больших производственных площадях;
- ✓ малая удельная нагрузка на площадь поверхности тока (в среднем составляет около 35 кг/м²);
- ✓ проблематично поддерживать на постоянном уровне отдельные параметры технологических режимов (работа на токовой солодовне зависит от климатических условий)
- ✓ невозможность внедрения автоматизированного управления.

Поэтому со второй половины XIX века были начаты работы по повышению уровня механизации солодовен, что в конечном итоге привело к появлению пневматических солодовен.

Пневматические солодовни

В настоящее время повсеместно используют пневматические солодовни, технологический процесс в которых не зависит от климатических условий и может осуществляться круглогодично. Характерными особенностями пневматических солодовен являются:

- ✓ использование кондиционированного воздуха;
- ✓ принудительное нагнетание воздуха через слой проращиваемого зерна;
- ✓ механизация процесса ворошения и всего технологического цикла.

Также достоинством таких солодовен является их полная автоматизация и компактность по сравнению с токовыми в 4-7 раз.

Сравнительная характеристика пневматических солодовен

Солодовня типа – «передвижной грядки» может обеспечивать большую производительность (благодаря более быстрой транспортировке), имеет более низкую себестоимость, однако существует ряд существенных недостатков:

- ✓ затруднения в поддержании температурного и аэрационного режима по дням;
- ✓ невозможность четкого регулирования перемещения зерна, так как невозможно обеспечить четкой границы при перемещении ковша;

- ✓ невозможность корректировки влажности и других показателей по ходу процесса и, следовательно, необходимость четкого контроля начальной влажности.

Как следствие, можно ожидать худшее качество солода по сравнению с ящичными солодовнями.

В солодовнях барабанного типа легко создаются требуемые технологические условия. В этих солодовнях зерно меньше травмируется при ворошении, так как при вращении барабана легко пересыпается и отсутствуют сложные перемешивающие устройства. Также преимуществами барабанных солодорастильных аппаратов являются:

- ✓ обеспечение микробиологической чистоты;
- ✓ высокое качество получаемого солода (чистый запах, равномерность растворения).

К недостаткам данной системы можно отнести:

- ✓ низкую производительность (около 20 т на барабан) по сравнению с другими типами солодовен;
- ✓ сложный привод вращения барабана и возникновение проблем при загрузочно-разгрузочных работах;
- ✓ солодовни этого типа весьма металлоемки.

В солодовнях с отдельно установленными ящиками и индивидуальными кондиционерами солодоращение в каждом ящике можно вести независимо от других, изменяя параметры воздуха в соответствии с требованиями технологии.

Недостатком такой солодовни является низкая механизация работ, а при загрузке и выгрузке зерна с помощью механических лопат зерно травмируется, нарушается его оболочка.

К преимуществам производства солода периодическим способом в статической солодовне следует отнести:

- ✓ сокращение продолжительности производства солода за счет исключения межоперационной транспортировки зерна;
- ✓ улучшение санитарно-гигиенических условий солодоращения благодаря устранению постоянной влажности и периодическому прогреву помещения в процессе сушки, что препятствует развитию микроорганизмов;
- ✓ снижение потребности в производственных площадях;
- ✓ уменьшение капитальных затрат на технологическое оборудование;
- ✓ снижение энергозатрат на производство солода;
- ✓ уменьшение расхода воды на замачивание благодаря применению оросительного метода.

К техническим трудностям этой технологии следует отнести:

- ✓ более сложное конструктивное устройство оборудования вследствие его многофункциональности;
- ✓ необходимость дополнительного прогрева помещения после цикла солодоращения перед сушкой;

- ✓ ограниченность статических солодовен по производительности – они достаточно эффективны для солодовенных предприятий малой и средней мощности.

Башенные солодовни

Новые солодовенные производства, введенные в эксплуатацию за последние 10 лет, оборудованы, в основном, солодовнями башенного типа. В этих солодовнях устройства для замачивания, проращивания и сушки размещаются ярусами – одно над другим, в производственной башне цилиндрической формы. В непосредственной близости от этого сооружения примыкает к нему рабочая башня, в которой размещены системы аэрации и кондиционирования воздуха, лестничная клетка, лифт и вертикальные каналы для электрокабеля, водопровода, сточных вод, хладогента, сжатого воздуха, а также трубопроводы системы отопления.

Установки большой производительности (70000–120000 т солода в год) komponуют следующим образом:

- на верхнем уровне помещается ряд цилиндроконических замочных аппаратов для первой ступени замачивания;
- ниже расположен аппарат круглого сечения с плоским днищем для дальнейшего замачивания и начала проращивания;
- ниже размещено 6 аппаратов круглого сечения для проращивания (по одному на сутки);
- под отделением проращивания располагаются три горизонтальных яруса солодосушки, которые фактически выполняют роль двухъярусной солодосушки, поскольку свежепроросший солод, подаваемый на сушку, разделяют на 2 равные части, одну из которых направляют в верхнюю секцию, а вторую – на среднюю. На обеих верхних секциях сушки осуществляют подвяливание солода от влажности 45% до $\approx 12\%$. На нижней секции сушки происходит отсушка солода до влажности 2%. Сушка оснащена рекуперативным теплообменником со стеклянными трубами, который устанавливают таким образом, что к нему подводится воздух, отходящий из верхних ярусов сушки. Он имеет повышенную влажность и, соответственно, обладает большим потенциалом теплоты конденсации.

Высота такой башенной солодовни достигает 90–100 м.

Башни малой производительности (10000–60000 т солода в год) имеют другую компоновку:

- сверху размещается замочное отделение, состоящее из ряда цилиндроконических аппаратов или одного аппарата круглого сечения с плоским днищем;
- под ним располагают два или три (по необходимости) солодорастильных аппарата для проращивания;
- на нижнем уровне располагается сушка с одной решеткой, которая при необходимости может располагаться вне основной башни – рядом с ней.

Контрольные вопросы

1. Какие существуют основные типы солодовен?
2. Какие существуют виды башенных солодовен?
3. Чем характеризуются статические и периодические способы солодоращения?
4. Дайте основные характеристики свойственные пневматическому солодоращению.
5. Дайте основные характеристики свойственные токовому солодоращению.

ОСНОВНЫЕ ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТОВ, РАСХОДЫ СЫРЬЯ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

При составлении продуктового расчета солодовенного завода принимать:

- а) выход товарного солода к товарному ячменю - 69,5%
- б) выход товарного солода к сортированному ячменю - 79,2%
- в) экстрактивность солода на абсолютно сухое вещество- 76,4%

Базовые характеристики (влажность и насыпная плотность) продуктов солодовенного производства представлены в табл.2

Характеристика продуктов производства солода

Таблица 2

| Наименование продуктов | Влажность, % | Насыпная плотность |
|--------------------------------|--------------|--------------------|
| Ячмень товарный | 15 | 630 |
| Ячмень сортированный | 14,5 | 650 |
| Ячмень – сход с сита 2,2х20 мм | 15 | 520 |
| Зерновая примесь | 15 | 500 |
| Сорная примесь | 15 | 400 |
| Замоченный ячмень | 43 | 660 |
| Сплав воздушно-сырой | 15 | 400 |
| Сплав сырой | 30 | 500 |
| Солод свежепросший | 42 | 390 |
| Солод сухой | 3 | 510 |
| Солод выдержанный | 5 | 530 |
| Товарный солод | 5 | 530 |
| Ростки | 10 | 330 |

Нормы отходов и потерь при производстве солода приведены в табл.3.

Нормы отходов и потерь при производстве солода

Таблица 3

| Наименование операций, отходов и потерь | Отходы | Потери | Всего |
|---|---------|--------|---------|
| Транспортировка на расстояние, % к массе товарного зерна | | | |
| до 1000 км | | 0,10 | 0,10 |
| от 1000 до 2000 км | | 0,15 | 0,15 |
| свыше 2000 км | | 0,20 | 0,20 |
| Очистка и сортирование ячменя, в том числе | | | |
| сорная примесь | 1,6 | | 1,6 |
| зерновая примесь | 4,2 | | 4,2 |
| ячмень-сход с сита 2,2x20 мм | 6,2-7,0 | | 6,2-7,0 |
| Хранение ячменя на элеваторе | | | |
| до 3 мес. | | 0,05 | 0,05 |
| до 6 мес. | | 0,065 | 0,065 |
| до 1 года | | 0,095 | 0,095 |
| Хранение солода на элеваторе до 6 мес., % к солоду, поступившему на операцию | | 0,065 | 0,065 |
| Полировка солода | | 0,50 | 0,50 |
| Производство солода (замачивание, проращивание, сушка), % к массе сухого вещества отсортированного ячменя | 5,0 | 6,3 | 11,3 |
| Выщелачивание при замачивании | | 0,6 | 0,6 |
| Сплав | 1,0 | | 1,0 |
| Образование ростков | 4,0 | | 4,0 |
| Дыхание при проращивании | | 5,7 | 5,7 |

РАСЧЕТ ПРОДУКТОВ И ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА СОЛОДА

Масса сортированного ячменя, кг:

$$Q_{\text{я}} = 100$$

Насыпная плотность сортированного ячменя:

$$\rho_{\text{я}} = 650 \text{ кг/м}^3$$

Объем сортированного ячменя:

$$V_{\text{я}} = (100/650) 1000 = 153,8 \text{ л}$$

Влажность ячменя, %:

$$W_{\text{я}} = 14$$

Отходы при очистке и сортировании, %

$$P_{\text{ос}} = 12$$

Масса сухих веществ, кг:

$$Q_{\text{я}}^{\text{св}} = 100 - 14 = 86$$

Потери при хранении и разгрузке, % от массы сортированного ячменя:

$$P_{\text{хр}} = 0,27$$

Масса товарного ячменя на 100 кг сортированного ячменя:

$$Q_{\text{тя}} = \frac{100 \cdot 100}{(100 - P_{\text{ос}})} \cdot \frac{100}{(100 - P_{\text{хр}})} = \frac{100 \cdot 100}{(100 - 12)} \cdot \frac{100}{(100 - 0,27)} = 113,9 \text{ кг}$$

Насыпная плотность товарного ячменя:

$$\rho_{\text{тя}} = 630 \text{ кг/м}^3$$

Объем товарного ячменя:

$$V_{\text{тя}} = Q_{\text{тя}} \cdot \frac{1000}{\rho_{\text{тя}}} = 113,9 \cdot \frac{1000}{630} = 180,8 \text{ л}$$

Потери со сплавом:

$$P_{\text{с}} = 1 \%$$

Потери на выщелачивание при замачивании:

$$P_{\text{в}} = 0,6 \%$$

Потери при замачивании:

$$P_{\text{з}} = P_{\text{с}} + P_{\text{в}}$$

$$P_{\text{з}} = 1 + 0,6 = 1,6 \%$$

Масса сухих веществ замоченного ячменя:

$$Q_{\text{зв}}^{\text{св}} = Q_{\text{я}}^{\text{св}} \cdot \frac{100 - P_{\text{з}}}{100} = 86 \cdot \frac{100 - 1,6}{100} = 84,62 \text{ кг}$$

Влажность замоченного ячменя, %

$$W_{\text{зя}} = 43$$

Масса замоченного ячменя:

$$Q_{\text{зя}} = Q_{\text{зв}}^{\text{св}} \cdot \frac{100}{100 - W_{\text{зя}}} = 84,62 \cdot \frac{100}{100 - 43} = 148,45 \text{ кг}$$

Насыпная плотность замоченного ячменя:

$$\rho_{\text{зя}} = 660 \text{ кг/м}^3$$

Объем замоченного ячменя:

$$V_{\text{зя}} = Q_{\text{зя}} \cdot \frac{1000}{\rho_{\text{зя}}} = 148,45 \cdot \frac{1000}{660} = 224,9 \text{ л}$$

Потери на дыхание при проращивании, % к массе СВ сортированного ячменя:

$$P_{\text{д}} = 5,7$$

Масса СВ свежепроросшего солода, кг:

$$Q_{\text{пс}}^{\text{св}} = Q_{\text{зв}}^{\text{св}} \cdot \frac{100 - P_{\text{д}}}{100} = 84,62 \cdot \frac{100 - 5,7}{100} = 79,8 \text{ кг}$$

Влажность свежепроросшего солода, %:

$$W_{\text{пс}} = 42$$

Масса свежепроросшего солода, кг:

$$Q_{\text{пс}} = Q_{\text{пс}}^{\text{св}} \cdot \frac{100}{100 - W_{\text{пс}}} = 79,8 \cdot \frac{100}{100 - 42} = 137,6 \text{ кг}$$

Насыпная плотность свежепроросшего солода:

$$\rho_{\text{пс}} = 390 \text{ кг/м}^3$$

Объем свежепроросшего солода:

$$V_{\text{пс}} = Q_{\text{пс}} \cdot \frac{1000}{\rho_{\text{пс}}} = 137,6 \cdot \frac{1000}{390} = 352,8 \text{ л}$$

Потери СВ на образование ростков, % к массе СВ сортированного ячменя:

$$П_{\text{р}} = 4$$

Масса сухих веществ ростков:

$$Q_{\text{р}}^{\text{св}} = Q_{\text{я}}^{\text{св}} \cdot \frac{П_{\text{р}}}{100} = 86 \cdot \frac{4}{100} = 3,44 \text{ кг}$$

Влажность ростков, %:

$$W_{\text{р}} = 10$$

Масса ростков:

$$Q_{\text{р}} = Q_{\text{р}}^{\text{св}} \cdot \frac{100}{100 - W_{\text{р}}} = 3,44 \cdot \frac{100}{100 - 10} = 3,82 \text{ кг}$$

Насыпная плотность ростков:

$$\rho_{\text{р}} = 330 \text{ кг/м}^3$$

Объем ростков:

$$V_{\text{р}} = Q_{\text{р}} \cdot \frac{1000}{\rho_{\text{р}}} = 3,82 \cdot \frac{1000}{330} = 11,6 \text{ л}$$

Масса сухих веществ сушеного солода:

$$Q_{\text{сс}}^{\text{св}} = Q_{\text{пс}}^{\text{св}} - Q_{\text{р}} = 79,8 - 3,82 = 76,36 \text{ кг}$$

Влажность сухого солода, %:

$$W_{\text{сс}} = 3$$

Масса сухого солода:

$$Q_{\text{сс}} = Q_{\text{сс}}^{\text{св}} \cdot \frac{100}{100 - W_{\text{сс}}} = 76,36 \cdot \frac{100}{100 - 3} = 78,72 \text{ кг}$$

Насыпная плотность сухого солода:

$$\rho_{\text{сс}} = 510 \text{ кг/м}^3$$

Объем сухого солода:

$$V_{\text{сс}} = Q_{\text{сс}} \cdot \frac{1000}{\rho_{\text{сс}}} = 78,72 \cdot \frac{1000}{510} = 154,35 \text{ л}$$

Влажность выдержанного солода, %:

$$W_{\text{вс}} = 5$$

Масса выдержанного солода:

$$Q_{\text{вс}} = Q_{\text{сс}}^{\text{св}} \cdot \frac{100}{100 - W_{\text{вс}}} = 76,36 \cdot \frac{100}{100 - 5} = 80,3 \text{ кг}$$

Насыпная плотность выдержанного солода:

$$\rho_{\text{вс}} = 530 \text{ кг/м}^3$$

Объем выдержанного солода:

$$V_{\text{вс}} = Q_{\text{вс}} \cdot \frac{1000}{\rho_{\text{вс}}} = 80,3 \cdot \frac{1000}{530} = 151,5 \text{ л}$$

Количество ячменя III сорта, в % к массе товарного ячменя:

$$P_{\text{III}} = 6,2$$

Масса ячменя III сорта, кг на 100 кг сортированного ячменя:

$$Q_{\text{III}} = 100 \cdot \frac{P_{\text{III}} \cdot Q_{\text{тя}}}{100 \cdot Q_{\text{тя}}} = 100 \cdot \frac{6,2 \cdot 113,9}{100 \cdot 100} = 7,06$$

Насыпная плотность ячменя III сорта:

$$\rho_{\text{III}} = 520 \text{ кг/м}^3$$

Объем ячменя III сорта:

$$V_{\text{III}} = Q_{\text{III}} \cdot \frac{1000}{\rho_{\text{III}}} = 7,06 \cdot \frac{1000}{520} = 13,58 \text{ л}$$

Содержание зерновой примеси, кг на 100 кг сортированного ячменя:

$$Q_{\text{зп}} = 100 \cdot \frac{P_{\text{зп}} \cdot Q_{\text{тя}}}{100 \cdot Q_{\text{я}}} = 100 \cdot \frac{4,2 \cdot 113,9}{100 \cdot 100} = 4,78$$

Насыпная плотность сорной примеси:

$$\rho_{\text{сп}} = 400 \text{ кг/м}^3$$

Объем сорной примеси:

$$V_{\text{сп}} = Q_{\text{сп}} \cdot \frac{1000}{\rho_{\text{сп}}} = 1,82 \cdot \frac{1000}{400} = 4,55 \text{ л}$$

Влажность влажного сплава, %:

$$W_c = 30$$

Содержание зерновой примеси, % к массе товарного ячменя:

$$P_{\text{зп}} = 4,2$$

Насыпная плотность зерновой примеси:

$$\rho_{\text{зп}} = 500 \text{ кг/м}^3$$

Объем зерновой примеси:

$$V_{\text{зп}} = Q_{\text{зп}} \cdot \frac{1000}{\rho_{\text{зп}}} = 4,78 \cdot \frac{1000}{500} = 9,56 \text{ л}$$

Количество сорной примеси, в % к массе товарного ячменя:

$$P_{\text{сп}} = 1,6$$

Содержание сорной примеси, кг на 100 кг сортированного ячменя:

$$Q_{\text{сп}} = 100 \cdot \frac{P_{\text{сп}} \cdot Q_{\text{тя}}}{100 \cdot Q_{\text{я}}} = 100 \cdot \frac{1,6 \cdot 113,9}{100 \cdot 100} = 1,82$$

Масса влажного сплава:

$$Q_c = Q_{\text{я}}^{\text{св}} \cdot \frac{P_c}{100} \cdot \frac{100}{100 - W_c} = 86 \cdot \frac{1}{100} \cdot \frac{100}{100 - 30} = 1,23 \text{ кг}$$

Насыпная плотность влажного сплава:

$$\rho_c = 500 \text{ кг/м}^3$$

Объем влажного сплава:

$$V_c = Q_c \cdot \frac{1000}{\rho_c} = 1,23 \cdot \frac{1000}{500} = 2,46 \text{ л}$$

Влажность воздушно-сухого сплава, %:

$$W_{всс} = 15$$

Масса воздушно-сухого сплава:

$$Q_c = \frac{P_c}{100} \cdot \frac{100}{100 - W_{всс}} = \frac{1}{100} \cdot \frac{100}{100 - 15} = 1 \text{ кг}$$

Насыпная плотность воздушно-сухого сплава:

$$\rho_{всс} = 400 \text{ кг/м}^3$$

Объем воздушно-сухого сплава:

$$V_{всс} = Q_{всс} \cdot \frac{1000}{\rho_{всс}} = 1 \cdot \frac{1000}{400} = 2,5 \text{ л}$$

Потери при полировке солода, %:

$$P_{оп} = 0,5$$

Масса отходов при полировке солода:

$$Q_{оп} = Q_{вс} \cdot \frac{P_{оп}}{100} = 80,3 \cdot \frac{0,5}{100} = 0,4 \text{ кг}$$

Насыпная плотность отходов полировки:

$$\rho_{оп} = 350 \text{ кг/м}^3$$

Объем отходов при полировке солода:

$$V_{оп} = Q_{оп} \cdot \frac{1000}{\rho_{оп}} = 0,4 \cdot \frac{1000}{350} = 1,14 \text{ л}$$

Коэффициент K_1 , равный отношению массы сортированного ячменя к массе выдержанного солода:

$$K_1 = \frac{Q_{я}}{Q_{вс}} = \frac{100}{80,3} = 1,245$$

Коэффициент K_2 для пересчета продуктов на годовое производство (в т):

$$K_2 = \frac{Q_{вс}}{100} = \frac{20000}{100} = 200$$

Коэффициент K_3 , равный доле суточного продукта от годового производства:

$$K_3 = 1/330 = 0,00303$$

Коэффициент K_4 , равный доле приема зерна в сутки:

$$K_4 = 2,5/120 = 0,02083$$

Коэффициент K_5 , равный доле суточного максимального количества зерновых отходов при первичной очистке:

$$K_5 = \frac{0,4 \cdot 2,5}{120} = 0,00833$$

Коэффициент K_6 то же при вторичной очистке:

$$K_6 = \frac{0,6}{330} = 0,00182$$

Коэффициент K_7 , равный доле суточного максимального количества сорной примеси при первичной очистке:

$$K_7 = \frac{0,5 \cdot 2,5}{120} = 0,01042$$

Коэффициент K_8 , то же при вторичной очистке:

$$K_8 = \frac{0,5}{330} = 0,001515$$

Расход сортированного ячменя:

| | |
|------------------------|---|
| кг на 100 кг солода | $Q_{\text{я}} = 100 * K_1 = 100 * 1,245 = 124,5$ |
| л на 100 кг солода | $V_{\text{я}} = V_{\text{я}} * K_1 = 153,8 * 1,245 = 191,5$ |
| тонн в год | $Q''_{\text{я}} = Q'_{\text{я}} * K_2 = 124,5 * 200 = 24900$ |
| м ³ в год | $V''_{\text{я}} = V'_{\text{я}} * K_2 = 191,5 * 200 = 38300$ |
| тонн в сутки | $Q'''_{\text{я}} = Q''_{\text{я}} * K_3 = 24900 * 0,00303 = 75,4$ |
| м ³ в сутки | $V'''_{\text{я}} = V''_{\text{я}} * K_3 = 38300 * 0,00303 = 116$ |

Расход товарного ячменя:

| | |
|------------------------|--|
| кг на 100 кг солода | $Q_{\text{тя}} = Q_{\text{тя}} * K_1 = 113,9 * 1,245 = 141,8$ |
| л на 100 кг солода | $V_{\text{тя}} = V_{\text{тя}} * K_1 = 180,8 * 1,245 = 225,1$ |
| тонн в год | $Q''_{\text{тя}} = Q'_{\text{тя}} * K_2 = 141,8 * 200 = 28360$ |
| м ³ в год | $V''_{\text{тя}} = V'_{\text{тя}} * K_2 = 225,1 * 200 = 45020$ |
| тонн в сутки | $Q'''_{\text{тя}} = Q''_{\text{тя}} * K_4 = 28360 * 0,02083 = 590,7$ |
| м ³ в сутки | $V'''_{\text{тя}} = V''_{\text{тя}} * K_4 = 45020 * 0,02083 = 937,8$ |

Расход замоченного ячменя:

| | |
|------------------------|--|
| кг на 100 кг солода | $Q_{\text{зя}} = Q_{\text{зя}} * K_1 = 148,45 * 1,245 = 184,8$ |
| л на 100 кг солода | $V_{\text{зя}} = V_{\text{зя}} * K_1 = 224,9 * 1,245 = 280$ |
| тонн в год | $Q''_{\text{зя}} = Q'_{\text{зя}} * K_2 = 184,8 * 200 = 36960$ |
| м ³ в год | $V''_{\text{зя}} = V'_{\text{зя}} * K_2 = 280 * 200 = 56000$ |
| тонн в сутки | $Q'''_{\text{зя}} = Q''_{\text{зя}} * K_3 = 36960 * 0,00303 = 112$ |
| м ³ в сутки | $V'''_{\text{зя}} = V''_{\text{зя}} * K_3 = 56000 * 0,00303 = 169,7$ |

Расход свежепросоженного солода:

| | |
|------------------------|--|
| кг на 100 кг солода | $Q_{\text{пс}} = Q_{\text{пс}} * K_1 = 137,6 * 1,245 = 171,3$ |
| л на 100 кг солода | $V_{\text{пс}} = V_{\text{пс}} * K_1 = 352,8 * 1,245 = 439,2$ |
| тонн в год | $Q''_{\text{пс}} = Q'_{\text{пс}} * K_2 = 171,3 * 200 = 34226$ |
| м ³ в год | $V''_{\text{пс}} = V'_{\text{пс}} * K_2 = 439,2 * 200 = 87840$ |
| тонн в сутки | $Q'''_{\text{пс}} = Q''_{\text{пс}} * K_3 = 34226 * 0,00303 = 103,7$ |
| м ³ в сутки | $V'''_{\text{пс}} = V''_{\text{пс}} * K_3 = 87840 * 0,00303 = 266,2$ |

Расход сухого солода:

| | |
|---------------------|--|
| кг на 100 кг солода | $Q_{\text{сс}} = Q_{\text{сс}} * K_1 = 78,72 * 1,245 = 98$ |
|---------------------|--|

| | |
|------------------------|---|
| л на 100 кг солода | $V_{cc} = V_{cc} * K_1 = 154,35 * 1,245 = 192,2$ |
| ТОНН в ГОД | $Q_{cc} = Q_{cc} * K_2 = 98 * 200 = 19600$ |
| м ³ в ГОД | $V_{cc} = V_{cc} * K_2 = 192,2 * 200 = 38440$ |
| ТОНН в СУТКИ | $Q_{cc} = Q_{cc} * K_3 = 19600 * 0,00303 = 59,4$ |
| м ³ в СУТКИ | $V_{cc} = V_{cc} * K_3 = 38440 * 0,00303 = 116,5$ |

Расход выдержанного солода:

| | |
|------------------------|---|
| кг на 100 кг солода | $Q_{bc} = Q_{bc} * K_1 = 80,3 * 1,245 = 100$ |
| л на 100 кг солода | $V_{bc} = V_{bc} * K_1 = 151,5 * 1,245 = 188,6$ |
| ТОНН в ГОД | $Q_{bc} = Q_{bc} * K_2 = 100 * 200 = 20000$ |
| м ³ в ГОД | $V_{bc} = V_{bc} * K_2 = 188,6 * 200 = 37720$ |
| ТОНН в СУТКИ | $Q_{bc} = Q_{bc} * K_3 = 20000 * 0,00303 = 60,6$ |
| м ³ в СУТКИ | $V_{bc} = V_{bc} * K_3 = 37720 * 0,00303 = 114,3$ |

Расход ячменя III сорта:

| | |
|------------------------|---|
| кг на 100 кг солода | $Q_{III} = Q_{III} * K_1 = 7,06 * 1,245 = 8,79$ |
| л на 100 кг солода | $V_{III} = V_{III} * K_1 = 13,58 * 1,245 = 16,9$ |
| ТОНН в ГОД | $Q_{III} = Q_{III} * K_2 = 8,79 * 200 = 1758$ |
| м ³ в ГОД | $V_{III} = V_{III} * K_2 = 16,9 * 200 = 3380$ |
| ТОНН в СУТКИ | $Q_{III} = Q_{III} * K_3 = 1758 * 0,00303 = 5,3$ |
| м ³ в СУТКИ | $V_{III} = V_{III} * K_3 = 3380 * 0,00303 = 10,2$ |

Количество зерновой примеси:

| | |
|----------------------|---|
| кг на 100 кг солода | $Q_{зп} = Q_{зп} * K_1 = 4,78 * 1,245 = 5,95$ |
| л на 100 кг солода | $V_{зп} = V_{зп} * K_1 = 9,56 * 1,245 = 11,9$ |
| ТОНН в ГОД | $Q_{зп} = Q_{зп} * K_2 = 5,95 * 200 = 1190$ |
| м ³ в ГОД | $V_{зп} = V_{зп} * K_2 = 11,9 * 200 = 2380$ |

при первичной очистке:

| | |
|------------------------|--|
| ТОНН в СУТКИ | $Q_{зп}^П = Q_{зп} * K_5 = 1190 * 0,00833 = 9,91$ |
| м ³ в СУТКИ | $V_{зп}^П = V_{зп} * K_5 = 2380 * 0,00833 = 19,82$ |

при вторичной очистке:

| | |
|------------------------|---|
| ТОНН в СУТКИ | $Q_{зп}^В = Q_{зп} * K_6 = 1190 * 0,00182 = 2,17$ |
| м ³ в СУТКИ | $V_{зп}^В = V_{зп} * K_6 = 2380 * 0,00182 = 4,33$ |

Масса зерновой примеси, в т:

$$Q_{зп} = Q_{зп}^П + Q_{зп}^В = 9,91 + 2,17 = 12,08$$

Объем зерновой примеси, в м³:

$$V_{зп} = V_{зп}^П + V_{зп}^В = 19,82 + 4,33 = 24,15$$

Количество сорной примеси:

| | |
|----------------------|--|
| кг на 100 кг солода | $Q'_{\text{сп}} = Q_{\text{сп}} * K_1 = 1,82 * 1,245 = 2,27$ |
| л на 100 кг солода | $V'_{\text{сп}} = V_{\text{сп}} * K_1 = 4,55 * 1,245 = 5,66$ |
| ТОНН в ГОД | $Q''_{\text{сп}} = Q'_{\text{сп}} * K_2 = 2,27 * 200 = 454$ |
| м ³ в ГОД | $V''_{\text{сп}} = V'_{\text{сп}} * K_2 = 5,66 * 200 = 1132$ |

при первичной очистке:

| | |
|------------------------|--|
| ТОНН в СУТКИ | $Q^{\text{п}}_{\text{сп}} = Q''_{\text{сп}} * K_7 = 454 * 0,01042 = 9,91$ |
| м ³ в СУТКИ | $V^{\text{п}}_{\text{сп}} = V''_{\text{сп}} * K_7 = 1132 * 0,01042 = 11,8$ |

при вторичной очистке:

| | |
|------------------------|---|
| ТОНН в СУТКИ | $Q^{\text{в}}_{\text{сп}} = Q''_{\text{сп}} * K_8 = 454 * 0,001515 = 0,69$ |
| м ³ в СУТКИ | $V^{\text{в}}_{\text{сп}} = V''_{\text{сп}} * K_8 = 1132 * 0,001515 = 1,71$ |

Масса сорной примеси, т:

$$Q'''_{\text{сп}} = Q^{\text{п}}_{\text{сп}} + Q^{\text{в}}_{\text{сп}} = 4,73 + 0,69 = 5,42$$

Объем сорной примеси, в м³:

$$V'''_{\text{сп}} = V^{\text{п}}_{\text{сп}} + V^{\text{в}}_{\text{сп}} = 11,8 + 1,71 = 13,51$$

Количество сырого сплава:

| | |
|------------------------|---|
| кг на 100 кг солода | $Q'_c = Q_c * K_1 = 1,23 * 1,245 = 1,53$ |
| л на 100 кг солода | $V'_c = V_c * K_1 = 2,46 * 1,245 = 3,06$ |
| ТОНН в ГОД | $Q''_c = Q'_c * K_2 = 1,53 * 200 = 306$ |
| м ³ в ГОД | $V''_c = V'_c * K_2 = 3,06 * 200 = 612$ |
| ТОНН в СУТКИ | $Q'''_c = Q''_c * K_3 = 306 * 0,00303 = 0,93$ |
| м ³ в СУТКИ | $V'''_c = V''_c * K_3 = 612 * 0,00303 = 1,8$ |

Количество воздушно-сухого сплава:

| | |
|------------------------|---|
| кг на 100 кг солода | $Q'_{\text{всс}} = Q_{\text{всс}} * K_1 = 1 * 1,245 = 1,245$ |
| л на 100 кг солода | $V'_{\text{всс}} = V_{\text{всс}} * K_1 = 2,5 * 1,245 = 3,11$ |
| ТОНН в ГОД | $Q''_{\text{всс}} = Q'_{\text{всс}} * K_2 = 1,25 * 200 = 250$ |
| м ³ в ГОД | $V''_{\text{всс}} = V'_{\text{всс}} * K_2 = 3,11 * 200 = 622$ |
| ТОНН в СУТКИ | $Q'''_{\text{всс}} = Q''_{\text{всс}} * K_3 = 250 * 0,00303 = 0,76$ |
| м ³ в СУТКИ | $V'''_{\text{всс}} = V''_{\text{всс}} * K_3 = 622 * 0,00303 = 1,88$ |

Содержание ростков:

| | |
|----------------------|---|
| кг на 100 кг солода | $Q'_p = Q_p * K_1 = 3,82 * 1,245 = 4,76$ |
| л на 100 кг солода | $V'_p = V_p * K_1 = 11,6 * 1,245 = 14,44$ |
| ТОНН в ГОД | $Q''_p = Q'_p * K_2 = 4,76 * 200 = 952$ |
| м ³ в ГОД | $V''_p = V'_p * K_2 = 14,44 * 200 = 2888$ |
| ТОНН в СУТКИ | $Q'''_p = Q''_p * K_3 = 952 * 0,00303 = 2,88$ |

м³ в сутки

$$V_{\text{п}}^{\text{``}} = V_{\text{п}}^{\text{`}} * K_3 = 2888 * 0,00303 = 8,75$$

Отходы при полировке:

кг на 100 кг солода

$$Q_{\text{оп}}^{\text{`}} = Q_{\text{оп}}^{\text{`}} * K_1 = 0,4 * 1,245 = 0,5$$

л на 100 кг солода

$$V_{\text{оп}}^{\text{`}} = V_{\text{оп}}^{\text{`}} * K_1 = 1,14 * 1,245 = 1,41$$

тонн в год

$$Q_{\text{оп}}^{\text{``}} = Q_{\text{оп}}^{\text{`}} * K_2 = 0,5 * 200 = 100$$

м³ в год

$$V_{\text{оп}}^{\text{``}} = V_{\text{оп}}^{\text{`}} * K_2 = 1,41 * 200 = 282$$

тонн в сутки

$$Q_{\text{оп}}^{\text{````}} = Q_{\text{оп}}^{\text{``}} * K_3 = 100 * 0,00303 = 0,3$$

м³ в сутки

$$V_{\text{оп}}^{\text{````}} = V_{\text{оп}}^{\text{``}} * K_3 = 282 * 0,00303 = 0,85$$

Сводная таблица расчета продуктов и отходов производства солода

Таблица 4

| Продукт | На 100 кг сортированного ячменя | | На 100 кг солода | | В сутки | | В год | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|--------|------------------|-------|---------|-------|-------|-------|
| | кг | л | кг | л | кг | л | кг | л |
| 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 свежепроросший | 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 3-го 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 | 1,82 |
| -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 |

РАСЧЕТ И ПОДБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Первичная очистка и хранение ячменя

Ячмень поступает на солодовенный завод железнодорожным (доля поступления 90 %) и автотранспортом (10 %).

Количество ячменя, поступающего в год по железной дороге:

$$(G_{\text{тя}}^{\text{год}})_{\text{ж/д}} = G_{\text{тя}}^{\text{год}} * 0,9 = 25524 \text{ т/год}$$

Поступает в течении 120 дней в году.

Коэффициент неравномерности $K_n = 2,5$

Максимальное суточное поступление ячменя:

$$(G_{\text{тя}}^{\text{год}})_{\text{ж/д}}^{\text{max}} = (G_{\text{тя}}^{\text{год}} * K_n) / 120 = 591 \text{ т/сут}$$

Вагоны грузоподъемностью 30 т, по ячменю 25 т.

Максимальное суточное поступление вагонов

$$(n_{\text{в}}^{\text{сут}})^{\text{max}} = 591 / 25 = 23,6 = 24 \text{ вагона}$$

Разгрузка вагона 30 мин. Осмотр и очистка 6 мин. Перемещение 12 мин

Время обработки всех вагонов:

$$\Gamma = (30+6+12)*24 = 1440 \text{ мин} = 24 \text{ ч}$$

Взвешивание осуществляется на вагонных весах оснащенных устройством для автоматической регистрации массы и дистанционной передачи результатов взвешивания.

Вместимость приемного бункера должна быть минимально возможной, например, равной вместимости вагона, что предотвращает образование большого количества пыли при разгрузке.

Объем одного приемного бункера:

$$V_{\text{бункера}} = T / \rho_{\text{тя}} = 25000 / 630 = 39,6 = 40 \text{ м}^3$$

Разгрузка осуществляется самотеком.

Годовое поступление ячменя автотранспортом:

$$(G_{\text{тя}}^{\text{год}})_{\text{авт}} = 28360 * 0,1 = 2836 \text{ т/год}$$

$$K_{\text{н}} = 1,4$$

Максимальное суточное поступление ячменя автотранспортом:

$$((G_{\text{тя}})_{\text{авт}} * K_{\text{н}} * 1,6) / 20 * 24 = 13,2 \text{ т/ч}$$

Приемным бункером для автомобильного транспорта является бункер вагонов.

Из приемного бункера ячмень транспортируется скребковыми конвейерами производительностью 50 т/ч и норями той же производительности.

Воздушно-ситовый сепаратор для первой очистки:

$$M_{V_{\text{подачи}}} = 50 \text{ т/ч}$$

Выбираем один сепаратор производительностью 50 т/ч

Автоматические весы производительностью 50 т/ч

Хранилище для ячменя и солода:

8 месяцев ячмень и 3 месяца солод

$$V_{\text{хран яч}} = (G_{\text{я}}^{\text{год}} * (100 - \Pi_{\text{т}} - 0,5 * \Pi_{\text{п}} - 0,4 * \Pi_{\text{с}}) * 8) / 11 * 100 * 0,65 = 27679 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{хран сол}} = (G_{\text{сол}}^{\text{год}} * 3) / 11 * 0,53 = 10292 \text{ м}^3$$

Коэффициент использования 0,9

$$\text{Ячмень} = 27679 / 270 * 0,9 = 114 \text{ шт}$$

$$\text{Солод} = 10292 / 270 * 0,9 = 43 \text{ шт}$$

$$\text{Сумма силосов} = 114 + 43 + 1 (\text{резервный}) = 158 \text{ шт.}$$

Вторичная очистка и сортировка ячменя

Сепаратор вторичной очистки:

$$G_{\text{сеп}}^{2\text{оч}} = ((G_{\text{тя}}^{\text{сут}} * G_{\text{зп}}^{\text{сут}} * 1,92) / (4,79 - (G_{\text{зп}}^{\text{сут}} * 0,91 / 1,82))) / 10 = 58,32 \text{ т/ч}$$

$$\text{В пересчете на тяжелое зерно} = 58,32 * (760 / 630) = 70,3 \text{ т/ч}$$

Машина для сортировки ячменя:

$$G_{\text{см}} = (G_{\text{оя}}^{\text{сут}} + G_{\text{ш}}^{\text{сут}}) / 10 = 8,07 \text{ т/ч}$$

Дисковый триер 1 производительностью 10 т/ч

Бункер для ячменя третьего сорта:

3-х суточный запас $K_3 = 1,2$

$$V = (G_{\text{ш}}^{\text{сут}} * 3 * 1,2) / 0,52 = 36,7 = 37 \text{ м}^3$$

$\rho = 0,52$ – объемная плотность

Бункер сорной примеси:

3-х суточный запас $K_3 = 1,1$

$$V = (G_{\text{сп}}^{\text{сут}} * 2 * 1,1) / \rho_{\text{сп}} = 28,3 = 29 \text{ м}^3$$

$\rho_{\text{сп}} = 0,42 \text{ т/м}^3$ – насыпная плотность сорной примеси

Согласно технологической схеме выбираем 1 бункер для ячменя 3-го сорта и сорной примеси общим объемом 66 м³.

Бункеры для ячменя I и II сорта на суточный запас при $K_{\text{зап}} = 0,9$ и суточной производительности $G = 60,6$ т/сут

Суточный расход очищенного и отсортированного ячменя для обеспечения требуемой производительности солодовенного производства по товарному солоду:

$$G_{\text{оя}}^{\text{сут}} = G/k_{\text{в}} = 60,6/0,8 = 75,75 \text{ т/сут}$$

$$V = G_{\text{оя}}^{\text{сут}} / \rho_{\text{яс}} * 0,9 = 75,75/0,65 * 0,9 = 104,8 = 110 \text{ м}^3$$

Выбираем 2 бункера по 55 м^3

Солодовенное производство

Замочный аппарат с плоским днищем:

Суточная производительность солодовенного производства по товарному солоду $60,6$ т/сут

Суточный расход очищенного и отсортированного ячменя для обеспечения требуемой производительности солодовенного производства по товарному солоду:

$$G_{\text{оя}}^{\text{сут}} = 75,75 \text{ т/сут}$$

Масса очищенного и отсортированного ячменя, загружаемого в замочный аппарат:

$$G_a = G_{\text{оя}}^{\text{сут}} * \tau = 75,75 * 2 = 151,5 \text{ т}$$

Объем очищенного и отсортированного ячменя, загружаемого в замочный аппарат:

$$V_a = G_a / \rho = 151,5/0,65 = 233 \text{ м}^3$$

Высота слоя замачиваемого ячменя $2,5$ м.

Диаметр замочного аппарата:

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi H}} = \sqrt{\frac{4 * 233}{3.14 * 7.85}} = 11 \text{ м}$$

Солодорастильно-сушильный аппарат круглого сечения:

Суточная производительность солодовенного производства по товарному солоду $60,6$ т/сут = 60600 кг/сут

Суточный расход очищенного и отсортированного ячменя для обеспечения требуемой производительности солодовенного производства по товарному солоду:

$$G_{\text{оя}}^{\text{сут}} = 75,75 \text{ т/сут} = 75750 \text{ кг/сут}$$

Объем замоченного ячменя, поступающего на солодоращение в сутки:

$$V_{\text{я}} = 1,4 * 75750 / 650 = 163,15 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Где $1,4$ – коэффициент, учитывающий увеличение объема ячменя при замачивании.

Площадь поверхности сетчатого днища солодорастильного аппарата:

$$F_{\text{д}} = V_{\text{я}} / h = 16315 / 1,5 = 108,8 \text{ м}^2$$

Внутренний диаметр солодорастильного аппарата:

$$D_B = \sqrt{4(F_D + F_6)/\pi} = \sqrt{4(108,8 + 3,5)/3,14} = 12 \text{ м}$$

Для ритмичной работы солодовенного производства количество солодорастильных аппаратов принимается равным 3.

Расход воды на промывку ячменя:

На 1 т – 2 м³ воды

$$G_{\text{оя}}^{\text{сут}} * 2 = 150,8 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расход воды t=12-14°С для замачивания ячменя:

На 1 т – 8 м³ воды

$$G_{\text{оя}}^{\text{сут}} * 8 = 603,2 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Вода на орошение:

На 1 т – 5 м³ воды

$$G_{\text{оя}}^{\text{сут}} * 5 = 377 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Подается 25 раз в сутки по 15 мин

Расход воздуха с давлением 0,12 МПа:

При мойке: На 1 т – 32,7 м³/час

$$G_{\text{оя}}^{\text{сут}} * 32,7 = 2465,6 \text{ м}^3/\text{час}$$

На сухую продувку (P=0,1 МПа) на 1 т = 36,7 м³/час

$$G_{\text{оя}}^{\text{сут}} * 36,7 = 2767,2 \text{ м}^3/\text{час}$$

На влажную продувку: на 1 т = 52,3 м³/час

Расход на зерно: на 1 т = 39,2 м³/час

$$G_{\text{оя}}^{\text{сут}} * 39,2 = 2956 \text{ м}^3/\text{час}$$

Избыточное давление воздуха 0,3 МПа

Суммарное количество воздуха = 12132,3 м³/час

Очистка солода

Росткоотбойная машина

$$\Gamma = G_{\text{cc}}^{\text{сут}} / 10 = 60,6 / 10 = 6,06 \text{ ч}$$

Бункер для свежесушенного солода

На одни сутки запас коэф. 1,1

$$V = (G_{\text{cc}} * 1,1 * 1) / \rho_{\text{cc}} = 171,6 \text{ м}^3$$

Бункер для ростков

Двухсуточный запас коэф. 1,1

$$V = (G_p * 1,1 * 2) / \rho_{\text{cc}} = 17 \text{ м}^3$$

ТЕХНОХИМИЧЕСКИЙ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ СОЛОДОВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

При производстве солода основными процессами являются биохимические превращения составных веществ используемого сырья.

Важным в этом случае представляется отлаженный технохимический контроль. Это средство для достижения правильного процесса.

Контроль осуществляется заводской лабораторией. Происходит контроль сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, а также осуществляется уточнение технологических режимов. Согласно нормам технического проектирования к устройству заводской лаборатории есть следующие требования:

- Помещение лаборатории должно быть светлым, просторным, с большой площадью застекления.
- Простота попадания в любой из цехов из лаборатории должна быть безусловно обеспечена.
- Здание, в котором размещается лаборатория, должно быть достаточно фундаментальным, с минимумом испытываемой вибрации от работающего производственного оборудования.
- Лаборатория должна быть оснащена весовой, боксом для микробиологических анализов, вытяжными шкафами, сушильными шкафами, отдельным помещением для мытья и стерилизации посуды, для точного взвешивания.
- Лаборатория должна быть оснащена установкой для дистилляции воды.
- Для проведения расчётов и записей полученных результатов выделяется специальный стол.
- Химическую посуду и реактивы размещают в специальных шкафах.
- Приточно-вытяжная вентиляция должна обеспечивать трехкратный обмен воздуха в лаборатории.
- В хорошо освещенной лаборатории должны быть следующие комнаты: комната для технических работ и технических анализов, отдельное помещение для микробиологических работ.

Схема технологического контроля

Таблица 5

| Объект контроля | Контролируемые показатели | Периодичность контроля | Метод контроля |
|--------------------|--|---|---|
| Ячмень при приемке | Цвет, запах, влажность, прорастаемость, содержание сорных примесей, Экстрактивность, зараженность, Содержание белка, крупность ячменя, | При поступлении в каждом вагоне В средней пробе от каждой партии При определении места хранения | ГОСТ 5060-2021 Ячмень пивоваренный. Технические условия |

| | | | |
|-----------------------------------|---|---|--|
| | содержание мелких зерен | В средних пробах | |
| Ячмень при хранении | Влажность Температура Зараженность | Не реже одного раза в месяц Один раз в декаду Не реже одного раза в месяц в каждом зернохранилище | ГОСТ 5060-2021 Ячмень пивоваренный. Технические условия |
| Ячмень при приеме на производство | Влажность, зерновая и сорная примеси, зараженность | Не реже одного раза в неделю в средней пробе | ГОСТ 5060-2021 Ячмень пивоваренный. Технические условия |
| Замочка и мойка ячменя | Влажность, сортировка ячменя при отсевах Температура воды Степень замочки | В средних ежедневно отбираемых пробах Ежедневно во всех замочных аппаратах | Высушивание Ситовой анализ Термометрически Весовой анализ |
| Солодоращение | Температура ращения Температура воздуха Влажность свежепросоженного солода Процент проросших зёрен Длина зародышевого листа | Постоянно и в средних ежедневно отбираемых пробах | Термометрически Высушивание Расчётный |
| Сушка солода | Температура солода Влажность солода Температура сушки Влажность | Постоянно и в средних ежедневно отбираемых пробах | Термометрически Высушиванием Весовой Расчётный |

| | | | |
|---------------|---|-----------------------------|---|
| | высушенного солода Температура воздуха подаваемого на сушку | | |
| Готовый солод | Цвет, запах, вкус Влажность Экстрактивность Продолжительность осахаривания Кислотность Стекловидность | При передаче на хранение | ГОСТ 29294-2021 Солод пивоваренный. Технические условия |

В основе производства солода лежат биохимические превращения в зерне ячменя. Исходя из этого, отлаженный теххимический контроль является одним из основополагающих условий.

К основным критериям оценки сырья существуют определённые нормативы.

Нормативные значения для влажности составляют:

у светлого солода при хранении: 3,0-5,8%

у светлого солода после сушки: 0,5-2,0%

у темного солода при хранении: 1,0-4,5%

у темного солода после сушки: 0,5-2,0%.

Конгрессный способ затирания

Важнейшими показателями качества солода являются его поведение в процессе затирания и способность максимально расщеплять содержащиеся вещества. Для их определения существует лабораторный стандартизованный метод затирания, называемый конгрессным (в соответствии с требованиями Аналитического комитета Европейской пивоваренной конвенции), который дает возможность определить выход экстракта при переработке солода. При этом исходят из того, что чем лучше солод растворен, тем меньше степень его измельчения влияет на выход. Поэтому конгрессный метод затирания всегда проводят в виде двойного определения, в котором масса каждой пробы составляет по 50 г солода:

– солод измельчают очень грубо так, чтобы содержание муки (грубого помола) составляло 25 %;

– солод измельчают очень тонко так, чтобы содержание муки (тонкого помола) составляло 90 %.

По нормативам ЕВС для измельчения применяют дисковые мельницы типа DLFU, которые специально настраивают для данного метода.

По 50 г муки грубого и тонкого помола затирают 200 мл дистиллированной воды при 45–46°C и постоянном перемешивании в специальных заторных стаканах в течение 30 мин.

Затем в течение 25 мин поднимают температуру в заторном стакане до 70°C (по 1°C в мин), добавляют при 70°C 100 мл воды, и эту температуру поддерживают при постоянном перемешивании в течение 1 часа. В это время контролируют осахаривание.

В заключение затор охлаждают до комнатной температуры в течение 15 мин и содержимое стакана разводят дистиллированной водой до 450 г, после чего производят фильтрование содержимого через складчатый фильтр. Первые 100 мл фильтрата возвращают на фильтр и заканчивают фильтрование, когда фильтрующий слой оказывается сухим.

Полученное сусло называют лабораторным или конгрессным_суслом и его незамедлительно анализируют. Важнейшим показателем при этом является экстрактивность. Поскольку сахарометрическое определение экстрактивности не отличается высокой точностью, содержание экстракта определяют при помощи пикнометра, рефрактометра, специального сахарометра или высокоточного плотномера. При помощи таблицы *Плато (Plato)* определяют экстрактивность, которая выражается в процентах; ее относят как на воздушно-сухое вещество, так и на сухие вещества. При этом более информативным является экстрактивность в пересчете на сухие вещества, так как показатель на воздушно сухие вещества зависит от влажности солода.

Нормативные значения экстрактивности при конгрессном методе затирания составляют:

- у светлого солода 79–82 % на сухие вещества,
- у темного солода 75–78 % на сухие вещества.

Солод оценивают тем выше, чем выше его экстрактивность. При этом хорошую оценку дают при достаточном растворении солода. При хорошо растворенном солоде разница между экстрактивностью в грубом и тонком помоле невелика, поскольку помол в этом случае оказывает меньшее влияние на выход экстракта. Оценивают его следующим образом:

– экстрактивность при таком помоле (%) минус экстрактивность при грубом помоле (%). При этом разность менее 1,8 % считается хорошей, а выше 1,8 % – посредственной.

Помимо этого, в конгрессном сусле определяют:

- запах затора: он считается «нормальным», если соответствует типу анализируемого солода;
- проба по йоду: определяют время, необходимое для достижения осахаривания (нормальной пробы по йоду после достижения температуры затора 70 °C, то есть продолжительность выдержки до момента, когда йод перестанет изменять свою желтую окраску; результат записывают в виде: «меньше 10 мин», «от 10 до 15 мин», «от 15 до 20 мин» и т.д.;

- время фильтрования – его считают «нормальным», если фильтрование заканчивается в течение 1 ч, а если продолжается дольше, то фильтрование оценивают, как «медленное»;
- прозрачность: лабораторное сусло может быть «прозрачным», «опалесцирующим» или «мутным»;
- величину pH; ее измеряют через 30 мин после начала фильтрования с помощью электродов; pH конгрессного сусла составляет 5,6–5,9;
- цветность сусла; хотя этот показатель не дает надежного прогноза для цветности пива, но он позволяет сделать заключение о типе солода. Измерение производят путем сравнения цвета сусла с соответствующим цветным стеклом в цветомере (компараторе) Хеллига. Нормативные значения:

| | |
|------------------------------|--------------------|
| для светлого солода | до 4 ед. ЕВС, |
| для среднеокрашенного солода | до 5–8 ед. ЕВС, |
| для темного солода | до 9,5–16 ед. ЕВС; |
- «цветность после кипячения» – сусло кипятят 2 ч с обратным холодильником и осветляют через мембранный фильтр. По цветности после кипячения можно сделать заключение о цветности пива, но данная зависимость статистически не надежна. Светлый солод достигает в среднем 5,1 ед. ЕВС, максимально – 7 ед. ЕВС;
- вязкость сусла – по вязкости конгрессного сусла можно делать заключение о будущем поведении сусла при осветлении и фильтровании. Конгрессное сусло должно иметь вязкость от 1,51 до 1,63 мПа·с;
- содержание азота определяют так же, как и у ячменя, но в солоде оно на 0,5% ниже. Приводят его обычно в пересчете на содержание белка путем умножения содержания азота на 6,25 ($N \cdot 6,25$). Содержание белка в солоде должно быть ниже 1,08 %;
- растворимый азот – азотсодержащие соединения, которые при затирании по конгрессному способу переходят в раствор. Обычно эта величина составляет 0,55–0,75 % растворимого азота на сухие вещества или 650–750 мг/л;
- степень растворения (число Кольбаха) – величина, показывающая, сколько процентов общего азота солода переходит в раствор при затирании по конгрессному способу. Степень растворения является признаком протеолитического растворения солода; исходят из того, что чем выше степень растворения, тем лучше солод растворен. Оценка солода по числу Кольбаха осуществляется как:
 - растворен удовлетворительно – менее 25 %;
 - растворен хорошо – 35–41 %;
 - растворен – свыше 41 %.
- формольный азот – с его помощью определяют низкомолекулярные соединения азота; нормальные значения составляют 180–220 мг/100 г сухих веществ солода;

- аминный азот – с его помощью также определяют низкомолекулярные соединения азота; нормальные значения находятся на уровне 120–160 мг/100 г сухих веществ солода;
- диастатическая сила – потенциал амилаз для расщепления крахмала, как существенный показатель для оценки качества солода. Диастатическая сила определяется в единицах Виндиша-Кольбаха. Нормальные его значения:
 - – светлый солод – 240–260 ед. WK,
 - – темный солод – 150–170 ед. WK.
- метод четырех затираний по Гартонгу-Кречмеру – 4 стакана по 50 г солода тонкого помола затираются в течение 1 ч при различной температуре:
 - первый – 20 °С (VZ 20 °С);
 - второй – 45 °С (VZ 45 °С);
 - третий – 65 °С (VZ 65 °С);
 - четвертый – 80 °С (VZ 80 °С);
 и в заключение определяется экстрактивность.

Из полученных результатов можно сделать выводы о ферментативной активности, растворении эндосперма и белков. Наибольшее значение имеет величина VZ 45 °С, которая связана с содержанием аминного азота и дает представление о питании дрожжей. Нормальное значение VZ 45 °С для светлого солода равно 33...39 %. Содержание НДМА (нитрозаминов) не должно составлять более 3 мг/кг.

Светлый солод по номенклатуре ЕВС и российскому ГОСТ 29294-2021 приведены в табл. 6 и 7:

Таблица 6

| <i>Показатели</i> | <i>Значения</i> |
|---|--|
| Содержание белка | менее 10,8 % |
| Число Кольбаха | 38–42 % |
| Разность экстрактивности тонкого и грубого помола | 1,2–1,8 % |
| Вязкость | Ниже 1,55 мПа |
| Цветность | Ниже 3,4 ЕВС |
| Цветность после кипячения | Ниже 5,0 ЕВС |
| Содержание азота на СВ солода. | более 0,65 г/100 г СВ солода |
| Показания фриабилиметра | 80–86 % |
| Общая стекловидность | ниже 2 % |
| VZ 45 °С | 37–41 % |
| Влажность | ниже 5 % |
| Отходы | ниже 0,8 % |
| Листки зародыша | Однородное развитие, например: до 1/4 длины зерна – 0 %, до 1/2 длины зерна – 3 %, до 3/4 длины зерна – 25 %, до 1 длины зерна – 75 %, |

более 1 длины зерна – 2 %.

Таблица 7

| <i>Показатели</i> | <i>Нормальные величины показателей</i> | |
|---|--|---------------------------|
| | <i>для светлого солода</i> | <i>для темного солода</i> |
| Влажность, % | 3,8–5,8 | 3–4,5 |
| Продолжительность осахаривания, мин | 10–20 | 20–30 |
| Выход экстракта на абсолютно СВ (тонкий помол), % | 77–79,5 | 76–77,5 |
| Разница в выходе экстракта в тонком и грубом помолах, % на СВ | 0,8–1,2 | 0,6–1,0 |
| Содержание мальтозы в экстракте, % | 65–73 | 59–65 |
| Отношение сахаров к несахарам | 0,40–0,55 | 0,55–0,70 |
| Амилолитическая активность в гра. Виндиша-Кольбаха | 300 | 100 |
| Цвет в мл 0,1N йода (на 100 мл лаборат. суслу) | 0,16–0,26 | 0,8–1,2 |
| Натура (масса 1 л в г) | 540–570 | 520–550 |
| Абсолютная масса (масса 1000 зерен, г) | 30–33 | 28–32 |
| Развитие зародышевого листа до 3/4...1, % | 75–80 | 75–85 |
| Количество мучнистых зерен, % | 90–95 | 90–95 |
| Кислотность на 100 г СВ, мл 0,1N расивора NaOH | 10,5–12,5 | 9–11 |
| Азот общий в пересчете на белковое вещество, % | 10,0–10,6 | 10,6–11,6 |
| Аминный азот (формольный), сусло лабораторное, % | 0,19–0,21 | 0,13–0,15 |

Микробиологический контроль

Микробиология солодовенного производства.

Источниками посторонних и вредных микроорганизмов в производстве солода являются сырье, вода, воздух, аппаратура и коммуникации, вспомогательные материалы, руки и спецодежда работников.

Микрофлора ячменя и солода

Микроорганизмы, присутствующие на ячмене, можно разделить на три группы:

- **Сапрофитная группа.** Сюда относятся микроорганизмы, попавшие в зерно в полевых условиях: бактерии рода *Pseudomonas* (70-95% всех бактерий), микрококки, палочки, спорообразующие бактерии родов *Bacillus*, *Clostridium*, мицелиальные грибы - *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Cladosporium*.

- **Группа фитопатогенных микроорганизмов.** К ней относятся паразитические грибы и бактерии: спорынья, головня, некоторые виды фузариума и бактерий рода псевдомонас;

• **Патогенные для человека и животных микроорганизмы** - возбудители сибирской язвы, бруцеллеза, сапа и др. - относятся к случайной микрофлоре зерна и попадают на него с органическими удобрениями, почвой, разносятся грызунами и животными.

В процессе солодоращения количество микроорганизмов возрастает: дрожжей в 5-10 раз, грибов - в 2,5-5 раз, бактерий в 50-100 раз. Далее в процессе сушки солода численность микроорганизмов снижается, однако их содержание в готовом солоде значительно выше, чем в ячмене. При излишней обсемененности солода качество сусла и пива снижается. Так, аспергилловые грибы придают пиву специфические подгоревший грубый запах и мелассный привкус, грибы кладоспориум и фузариум вызывают появление горького винного привкуса. Применение солода, полученного из потемневшего зерна с низкой проращаемостью, влияет на ход технологического процесса: снижается выход экстрактивных веществ в сусле, повышается его вязкость, возрастают продолжительность осахаривания и фильтрования затора, уменьшается стойкость к коллоидному помутнению

Хранение ячменя

Помещение для хранения зерна является наиболее запыленным участком производства. Поэтому санитарные правила предусматривают установку пылеуловителей и вентиляторов, а также уборку помещения в каждую смену.

Перед поступлением новой партии ячменя складские помещения тщательно очищают от мусора и дезинфицируют. В силосные емкости загружают ячмень с содержанием влаги не выше 12 – 15 % и регулярно проветривают.

Производство солода

Санитарные мероприятия направлены на борьбу с зерновой пылью, механическими примесями, микроорганизмами.

Ячмень, поступающий на замачивание, после тщательной мойки рекомендуется дезинфицировать гашеной известью, хлорной известью, формалином или перманганатом калия для инактивации микрофлоры, присутствующей на зерне.

Рекомендуется чистка, мойка и дезинфекция хлорной известью или формалином чанов и солодорастильных аппаратов после их от освобождения от солода.

Для борьбы с мицелиальными грибами поверхность стен цеха перед их побелкой следует обрабатывать антисептиком (например, 2 – 4 % раствором медного купороса).

На всех этапах важно осуществлять контроль воды и вспомогательных материалов.

Контрольные вопросы

1. Чем отличаются теххимический и микробиологический контроль?
2. Что такое конгрессный способ затирания?

3. Какие показатели определяют в конгрессном сусле?
4. Какие существуют требования к производственной лаборатории?
5. Какие группы микроорганизмов характерны для ячменя и солода?
6. Какие санитарные мероприятия предусматривают на солодовенном производстве?

РАСХОД ВОДЫ, СЖАТОГО ВОЗДУХА, ТЕПЛА И ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Расход воды по операциям приведен в табл.8 Температура воды, подаваемой на замачивание 12 - 14 °С.

Таблица 8

| Наименование операции | Единица измерения | Общее количество воды на 1 т ячменя с учетом всех операций | Количество операций |
|---|-------------------|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. Воздушно-водяное замачивание | | | |
| Мойка ячменя | м ³ /т | 2,0 | |
| Смена воды при замачивании | "-" | 8,0 | (7 раз за период замачивания - в течение 3-х суток) |
| 2. Воздушно-оросительное замачивание | | | |
| Мойка ячменя | "-" | 2,0 | |
| Замачивание ячменя | "-" | 3,0 | (3 раза по 2 часа) |
| Орошение зерна | "-" | 5,0 | (в сутки 25 операций по 15 мин. на 1 порядок замочных чанов) |
| 3. При замачивании непрерывным током воды и воздуха | | | |
| Мойка ячменя | "-" | 2,0 | |
| Замачивание ячменя | "-" | 8,0 | период замачивания - 3 суток |
| 4 Солодоращение в аппарате большой единичной мощности | | | |
| Мойка ячменя | м ³ /т | 3,0 | |
| Орошение в замочных чанах | м ³ /т | 0,4 | |
| Орошение в пневматических агрегатах | м ³ /т | 1,6 | |

| Наименование операции | Единица измерения | Общее количество воды на 1 т ячменя с учетом всех операций | Количество операций |
|--|-------------------|--|---------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5 Общие операции | м ³ /т | | |
| Кондиционирование воздуха | м ³ /т | 0,9 | |
| Мойка растительных устройств | м ³ /т | 0,25 | |
| Гидравлический транспорт ячменя и мойка моечных и замочных чанов | м ³ /т | 1,9 | |

Расход сжатого воздуха (засасываемого компрессором) приведен в табл.9.
Таблица 9

| Наименование операции | Расход воздуха в переводе на нормальное давление нм ³ /час на 1 т ячменя | Рабочее давление сжатого воздуха мПа | Удельный вес (сжатого воздуха) кг/м ³ |
|---|---|--------------------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Мойка ячменя | 32,7 | 0,15 | 2,82 |
| Сухая продувка | 36,7 | 0,1 | 2,26 |
| Продувка зерна (влажная) | 52,3 | 0,15 | 2,82 |
| Перемешивание зерна | 39,2 | 0,15 | 2,82 |
| Перекачка зерна из одного чана в другой | 31,3 | 0,3 | 4,50 |
| Замачивание ячменя при непрерывном токе воды и воздуха | 13,1 | 0,15 | 2,82 |
| оросительное замачивание | 32,7 | 0,15 | 2,82 |
| Примечание: Потребность воздуха определяется с учетом продолжительности операции. | | | |

Усредненные удельные технологические энергозатраты на 1 т солода даны в табл. 10

Таблица 10

| Наименование технологического процесса | Вода в м ³ | Пар в т* | Холод в Гкал | Сжатый воздух в нм ³ | Электроэнергия в кВт.час |
|--|-----------------------|----------|--------------|---------------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Передвижная грядка | 8,0 | 2,0 | 0,23 | 200 | 300 |

| Наименование технологического процесса | Вода в м ³ | Пар в т* | Холод в Гкал | Сжатый воздух в м ³ | Электроэнергия кВт. час |
|--|-----------------------|----------|--------------|--------------------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Ящичная пневматическая | 16,5 | 2,0 | 0,21 | 200 | 200 |
| Солодоращение в одном аппарате | 9 | 2,1 | 0,16 | 102 | 240 |

* - Расход пара дан только на сушку солода и сплава без учета расхода тепла на подогрев воды в зимнее время и кондиционирование. Общий расход составляет - 2,5 ÷ 3,0 т в зависимости от климатических условий.

2 т пара - соответствуют 1,0 - 1,1 Гкал или 162 - 171 кг условного топлива.

Данные таблицы определены для климатических условий средней полосы.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Элеватор ячменя и солода, подработочное отделение

При проектировании автоматизации операций приемки, сортировки, хранения, подработки зерна и солода следует предусматривать:

- контроль температуры зерна в силосах,
- контроль и сигнализацию предельных уровней в силосах и бункерах с блокировкой работы транспортных механизмов при их загрузке, блокировку управления, маршрутами перегрузки зерна и солода,
- предупредительную предпусковую сигнализацию,
- контроль работы норий (обрыв ленты, подпор зерна в прямках, перегрузка электродвигателей) с блокировкой их работы в аварийных ситуациях,
- сигнализацию работы электродвигателей транспортных механизмов и аспирационных вентиляторов, положения задвижек и - перекидных клапанов.

Отделение мойки и замачивания

При проектировании автоматизации замочных отделений солодовенных заводов следует предусматривать:

- контроль верхнего, промежуточного (1/3 объема) и нижнего уровней в замочных чанах,
- контроль и стабилизацию температуры воды, подаваемой в замочные чаны в холодный период,
- задание и автоматический отсчет длительности отдельных циклов программы операций воздушно-водяной замочки в каждом замочном чане,
- дистанционное управление и контроль работы гидроцилиндрами подачи воды, насосами и задвижками в системе гидротранспорта, вентилятором

отсоса углекислоты и запорной арматурой, на магистралях заполнения чанов водой и удаления сплава.

Отделение солодоращения

При проектировании автоматизации технологической операции ращения солода следует предусматривать:

- контроль и регистрацию температуры слоя солода в солодорастильном ящике,
- контроль и регистрацию температуры в каждом суточном отсеке солодорастильного ящика типа «передвижная грядка»,
- автоматическое поддержание заданных температурных режимов в солодорастильных грядках,
- контроль влажности воздуха в подситовом пространстве.

Отделение сушки солода

При проектировании автоматизации горизонтальной сушильной установки солода следует предусматривать:

- контроль и автоматическое регулирование по заданной программе температуры воздуха в подситовом пространстве (нижний слой солода),
- контроль температуры воздуха в надситовом пространстве (верхний слой солода),
- дистанционное управление клапанами всасываемого, рециркуляционного и отработанного воздуха.

При проектировании автоматизации вертикальной сушильной установки следует предусматривать:

- контроль и автоматическое регулирование температуры воздуха на входе в верхнюю и нижнюю зоны,
- контроль температуры теплоносителя в приточных камерах,
- управление процессом ворошения солода и механизмами разравнивания и пересыпки.

Контрольные вопросы

1. Автоматизацию каких параметров следует предусматривать в элеваторах для ячменя и солода?
2. Что предусматривает автоматизация замочного отделения?
3. Какие параметры контролируются и автоматизируются в отделении солодоращения?
4. Почему важно автоматизировать солодовенное производство?
5. Объясните различие автоматизации горизонтальных и вертикальных сушилок для солода.

ТРЕБОВАНИЯ К СТРОИТЕЛЬНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Архитектурно-строительная часть

Генеральные планы предприятий по производству ячменного солода проектируются в соответствии со СП 18.13330.2019 «Свод правил. Производственные объекты. Планировочная организация земельного участка».

Площадку для солодовенных заводов следует располагать около предприятий, имеющих железнодорожные подъездные пути, или вблизи магистральных путей с целью присоединения к ним заводской ветви.

Целесообразность устройства железнодорожных путей должна быть подтверждена экономическим обоснованием. Трасса железнодорожных путей должна проходить вдоль фронта приема и отгрузки основных грузов.

Генеральные планы проектируются с учетом максимального сокращения промплощадки и внутривоздушных коммуникаций, подчинения всего комплекса застройки технологической взаимосвязи и осуществления рациональной блокировки зданий и помещений.

Подсобно-вспомогательные производства (ремонтное, энергетическое и складское хозяйство, системы связи с сигнализацией и т.п.), инженерные сооружения и коммуникации следует максимально кооперировать с соседними предприятиями промышленного узла.

При компоновке на генплане производственных корпусов, складов и других сооружений предусматривать резервирование участков для перспективного развития.

Площадки для перспективного развития не занимать наземными сооружениями и подземными коммуникациями.

Внутривоздушные дороги, служащие для перевозки сырья и вспомогательных материалов, а также главный въезд на завод должны быть заасфальтированы.

При проектировании благоустройства территории предприятия, предусмотреть площадки для спокойного отдыха и спортивных игр и размещать их около административно-бытовых зданий. Расстояние между площадками спокойного и активного отдыха должно быть не менее 80 м.

В качестве разделительных экранов между ними предусмотреть зеленые насаждения.

Ограждения промплощадки принимать высотой не менее двух метров.

Производственные здания солодовенной промышленности проектируются в соответствии со СНиП 21-01-97, СП 43.13330.2012; СНиП 23-02-2003, СП 28.13330.2017, складские здания - в соответствии со СНиП 2.11.01-85.

Для сокращения площади застройки и протяженности коммуникаций рекомендуется блокировать все производственные помещения и подсобно-вспомогательные службы в одном здании с учетом их технологической взаимосвязи.

Железобетонные конструкции агрегатов по производству солода проектировать с учетом технологических режимов и в соответствии с СП 27.13330.2017 «Бетонные и железобетонные конструкции, предназначенные для работы в условиях воздействия высоких температур».

Корпус производства солода состоит из одноэтажной части с высотой до низа несущих конструкций 6,0 или 7,2 м и многоэтажной части с высотами этажей 4,8 или 6,0 м.

В одноэтажной части расположено солодорастильное отделение и производства, обеспечивающие его работу (помещение сушильных агрегатов, помещение кондиционеров, холодильно-компрессорная станция и др.).

В многоэтажной части расположено подработочное и росткоотбивное отделения, отделение мойки и предварительного замачивания, отделение подготовки дезинфектанта.

Проектирование полов производственных помещений осуществлять в соответствии с «Рекомендациями по проектированию и устройству полов в цехах предприятий пивобезалкогольной, винодельческой, ликероводочной; спиртовой, табачной отраслей и производства глюкозно-фруктозного сиропа».

Внутреннюю отделку производственных помещений выполнять в соответствии со ВНТП-11-93 внутренних отделочных работ производственных и подсобно-вспомогательных помещений предприятий по производству солода.

Отопление, вентиляция и теплоснабжение

При проектировании систем отопления и вентиляции необходимо руководствоваться:

- СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»

- ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»,

и другими действующими нормативными и справочными материалами.

Метеорологические условия и чистоту воздуха в рабочей зоне производственных, складских и административно-бытовых помещений следует проектировать в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

Концентрацию вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений следует принимать равной ПДК, установленной ГОСТ 12.1.005-88, а также по действующим нормативным документам.

Концентрацию вредных веществ в приточном воздухе следует проектировать в соответствии с СНиП 41-01-2003.

Требуемые метеорологические условия в рабочей зоне должны обеспечиваться в комплексе с организационно-технологическими мероприятиями по уменьшению выделения производственных вредностей при наиболее экономичных технических решениях.

Количество выделяющихся в помещения производственных вредных веществ, тепла и влаги следует принимать по данным технологической части проекта.

При одновременном выделении в помещения вредных веществ, тепла и влаги количество приточного воздуха при проектировании вентиляции следует принимать большее, полученное из расчетов для каждого вида производственных выделений.

Определять количество воздуха для вентиляции по кратности воздухообмена не допускается, за исключением случаев, оговоренных в нормативных документах.

Системы приточной вентиляции с искусственным побуждением для производственных помещений, как правило, следует совместно с воздушным отоплением.

Системы отопления с местными нагревательными приборами следует предусматривать, как правило, однотрубные, горизонтально-проточные, в многоэтажных зданиях - вертикальные.

Для систем отопления и внутреннего теплоснабжения следует применять в качестве теплоносителя, как правило, воду, другие теплоносители допускается принимать при обосновании.

Системы вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления следует проектировать в соответствии с СНиП 41-01-2003.

Расход наружного воздуха (наружного или смеси наружного и рециркуляционного) следует принимать в соответствии с СНиП 41-01-2003.

Распределение приточного воздуха и удаление воздуха в помещениях общественных, административно-бытовых, производственных и складских зданий следует проектировать в соответствии с СНиП 41-01-2003.

Аварийную вентиляцию производственных помещений, в которых возможно внезапное поступление больших количеств вредных или горючих газов, паров или аэрозолей, следует проектировать по требованиям технологической части проекта.

Аварийную вентиляцию следует проектировать в соответствии с СНиП 41-01-2003.

Воздушные и воздушно-тепловые завесы следует проектировать в соответствии с требованиями технологической части проекта и СНиП 41-01-2003.

Оборудование систем вентиляции следует принимать в соответствии с СНиП 41-01-2003.

Размещение оборудования для систем вентиляции следует осуществлять в соответствии с СНиП 41-01-2003.

Воздуховоды систем вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования следует проектировать в соответствии с требованиями СНиП 41-01-2003.

Для эвакуации людей в начальной стадии пожара, возникшего в одном из помещений категории А, Б и В или на путях эвакуации людей следует проектировать аварийную противодымную вентиляцию (дымоудаление). Дымоудаление должно проектироваться в соответствии с требованиями СНиП 41-01-2003, СНиП 31-06-2009, СП 44.13330.2011.

Выбросы воздуха в атмосферу из систем вентиляции следует осуществлять в соответствии с требованиями СНиП 41-01-2003..

Отопление, вентиляцию и кондиционирование следует, как правило, проектировать, используя тепловые вторичные энергетические ресурсы (ВЭР). При использовании ВЭР необходимо руководствоваться СНиП 41-01-2003 и рекомендаций заводов-изготовителей.

Объемно-планировочные и конструктивные решения по отоплению, вентиляции и кондиционированию предусмотреть в соответствии с требованиями СП 60.13330.2020.

Электроснабжение систем отопления, вентиляции и кондиционирования следует предусматривать в соответствии с требованиями СНиП 41-01-2003.

Уровень автоматизации и контроля систем следует выбирать в зависимости от технологических требований и экономической целесообразности в соответствии с требованиями СНиП 41-01-2003.

Нормируемые уровни шума и вибрации от работы оборудования систем (кроме систем аварийной и противодымной вентиляции) согласно ГОСТ 12.1.003-83.

Эффективность действия систем и снижение капитальных и эксплуатационных затрат должны достигаться путем максимального использования производственных тепловыделений, применения совершенного отопительно-вентиляционного оборудования, средств автоматизации для контроля и регулирования рационального размещения оборудования сантехсистем и коммуникаций.

В качестве источника теплоснабжения солодовенного завода может служить котельная завода или внешний источник тепла. Проектирование раздела теплоснабжения выполнять в соответствии со СНиП 2.04.07-86 и СП 89.13330.2016

Рекомендуемые системы вентиляции приведены в табл. 11.

Таблица 11

| № пп | Наименование цеха или отделения | Основные вредности выделяющиеся в помещения | Системы вентиляции | | | Аварийная вентиляция |
|------|---------------------------------|---|------------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|
| | | | Вытяжная | Приточная | | |
| | | | | в холодный и переходный период | в теплый период года | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Приемное устройство для | зерновая пыль | аспирация общеобменная | естественная | естественная | нет |

| № пп | Наименование цеха или отделения | Основные вредности выделяющиеся в помещения | Системы вентиляции | | | Аварийная вентиляция |
|------|--|--|---|--------------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| | | | Вытяжная | Приточная | | |
| | | | | в холодный и переходный период | в теплый период года | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | ячменя и солода | | естественная | | | |
| 2 | Рабочее здание элеваторов (хранение ячменя и солода) | зерновая пыль | аспирация общеобменная естественная | естественная | естественная | нет |
| 3 | Надсилосное и подсилосное отделение | зерновая пыль | аспирация общеобменная естественная | естественная | естественная | нет |
| 4 | Склады напольного хранения ячменя и солода | зерновая пыль | местная и общеобменная | естественная | естественная | нет |
| 5 | Солодовенное производство | | | | | |
| 5.1. | Подработочное отделение | зерновая пыль, тепло | аспирация и общеобменная механическая | механическая | механическая и естественная | нет |
| 5.2. | Замочное отделение | влажность, углекислый газ (CO ₂) | местная и общеобменная механическая | механическая | механическая и естественная | нет |
| 5.3. | Помещение отделения ростков | пыль, тепло | аспирация и общеобменная механическая | механическая | механическая естественная | нет |
| 5.4. | Солодорастильное отделение (только рашение солода) | пыль, влажность CO ₂ | обеспечивается системой технологического кондиционирования воздуха | | | нет |
| 5.5. | Отделение сушки солода на солодосушилках в ящиках | пыль, тепло | обеспечивается технологической системой сушки солода | | | нет |
| 5.6. | Отделение рашения и сушки солода в одном агрегате | пыль, тепло влага CO ₂ | обеспечивается системой технологического кондиционирования и сушки солода | | | нет |

| № пп | Наименование цеха или отделения | Основные вредности выделяющиеся в помещения | Системы вентиляции | | | Аварийная вентиляция |
|-------|---------------------------------|---|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| | | | Вытяжная | Приточная | | |
| | | | | в холодный и переходный период | в теплый период года | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 5.7. | Помещение сушильных агрегатов | тепло влага, СО ₂ | общеобменная механическая | механическая общеобменная | механическая и естественная | нет |
| 5.8. | Помещение щитов и пускателей | тепло | - | механическая | механическая | нет |
| 5.9. | Помещение кондиционеров | тепло | - | механическая | механическая. | нет |
| 5.10. | Вакуум-насосная станция | тепло | общеобменная механическая | механическая | механическая и естественная | нет |

Примечания:

1. Для помещений категорий А и Б, а также производственных помещений, в которых выделяются вредные вещества, следует предусматривать отрицательный дисбаланс воздуха. Расход воздуха для обеспечения дисбаланса при отсутствии тамбур-шлюза определяется расчетом, но не менее 100 м³/час на каждую дверь занимаемого помещения. При наличии тамбур-шлюза расход воздуха принимается равным расходу, подаваемому в тамбур-шлюз.

2. Приточный воздух следует направлять так, чтобы воздух не поступал через зоны с большим загрязнением в зоны с меньшим загрязнением и не нарушал работы местных отсосов. Приточный воздух следует подавать на постоянные рабочие места, если они находятся у источников вредных выделений.

3. Удаление воздуха из помещений следует предусматривать из зон, в которых воздух наиболее загрязнен. При выделении пыли и аэрозолей удаление воздуха следует предусматривать из нижней зоны. Приемные устройства рециркуляционного воздуха следует размещать, как правило, в рабочей или обслуживаемой зоне помещения.

4. Расчетные воздухообмены в административно-бытовых помещениях принимают по кратностям в соответствии со СНиП 2.09.04-87.

5. Основные производственные помещения элеваторного хозяйства не отапливаются.

6. Температура воздуха в солодорастильном отделении принимается круглогодично 12 ÷ 14 °С J = 70 ÷ 80 %.

Водоснабжение и канализация

При проектировании систем водоснабжения и канализации руководствоваться требованиями действующих СНиП и «Укрупненных норм водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности».

Вода, используемая в технологическом процессе, связанная с получением продукта, должна соответствовать СанПиН 2.1.3684-21. На подпитку оборотной системы водоснабжения и полив территории используется вода техническая.

Расходы воды на технологические нужды следует принимать в соответствии с технологическим регламентом и паспортными данными оборудования.

Коэффициент часовой неравномерности при расчете часового расхода принимать 1.3.

С целью сокращения водопотребления и уменьшения сброса сточных вод предусматривать максимальное использование воды повторно и в обороте в соответствии с рекомендациями и регламентами служб экологического надзора.

Напор в системе производственного водоснабжения следует определять, исходя из условий нормальной работы технологического оборудования.

Мойку оборудования производить горячей и холодной водой поливочными кранами со шлангом диаметром 25 мм.

Для отвода сточных вод в производственных помещениях предусматриваются трапы, в цехах с залповыми сбросами предусматривается устройство лотков с трапами.

Характеристика сточных вод общего стока солодовни по данным НИИ ВОДГЕО:

| | |
|---------------------|----------------------------|
| Взвешенные вещества | - 310 мг/л |
| РН | - 7,1 |
| БПК ₅ | - 802 мг О ₂ /л |

Необходимость локальной очистки сточных вод определяется в зависимости от состава производств на заводе и требований УВКХ для конкретной площадки.

Противопожарное водоснабжение, должно соответствовать требованиям СП 31.13330.2012 «Водоснабжение, наружные сети и сооружения» и СП 30.13330.2020 «Внутренний водопровод и канализация зданий».

Холодоснабжение

При проектировании системы холодоснабжения необходимо руководствоваться следующей нормативно-технической документацией:

- «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов работающих под давлением». Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15 декабря 2020 года N 536,
- «Правила техники безопасности на фреоновых холодильных установках», Министерство труда и социальной защиты российской федерации приказ от 23 декабря 2014 года N 1104н,

- ВСН 362-87. Изготовление и монтаж технологических трубопроводов на Ру до 10 МПа,
- ГОСТ 5264-80. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные Основные типы, конструктивные элементы и размеры,
- ГОСТ 16037-80. Соединения сварные стальных трубопроводов Основные типы, конструктивные элементы и размеры,
- СП 61.13330.2012 Тепловая изоляция трубопроводов с отрицательными температурами,
- Серия 5.904-43. Баки прямоугольные для холодной и отепленной воды.

Потребителями холода на солодовенном заводе являются кондиционеры, в которые подается холодная вода с температурой $+5 \div 7$ °С.

Обеспечение холодом предусматривается от холодильно-компрессорной станции (аммиачной или хладонной), размещаемой в отдельностоящих или встраиваемых помещениях, а также в одноэтажных энергоблоках.

Расход искусственного холода определяется расчетом, в зависимости от принимаемых режимов и хладоносителей. При этом надбавки на потери составляют при системе с промежуточным хладоносителем (вода) - 12 %

Расчетное время работы компрессоров принимать не более 22 часов в сутки.

Резерв компрессоров предусматривать не рекомендуется.

Типы конденсаторов холодильных установок следует выбирать в зависимости от условий водоснабжения и качества воды с учетом климатологических данных района строительства завода.

В целях экономии воды целесообразно предусматривать испарительные конденсаторы.

Контрольные вопросы

1. Как рационально располагать площадку для проектируемого солодовенного предприятия?
2. Какая может быть этажность зданий солодовенного предприятия?
3. Какие нормативные документы регламентируют свойства воздуха при проектировании солодовенных предприятий?
4. Как можно достигать наибольшей эффективности при проектировании пневматических систем солодовенного предприятия?
5. Какие нормативные документы регламентируют свойства воды при проектировании солодовенных предприятий?
6. Где используется искусственный холод на солодовенных предприятиях?

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ, ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ И ВЗРЫВОПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТЬ

При проектировании предприятий по производству ячменного пивоваренного солода, кроме базовых ВНТП-11-93, необходимо руководствоваться следующими документами:

СП 2.13130.2020 Системы противопожарной защиты

СП 108.13330.2012 Предприятия, здания и сооружения по хранению и переработке зерна

СП 484.1311500.2020 Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования

Приказ Ростехнадзора от 03.09.2020 N 331 Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья

СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности

Приказ МЧС России от 20.07.2020 N 539 Об утверждении свода правил «Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной безопасности».

ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

Санитарные правила для предприятий пивоваренной и безалкогольной промышленности, НПО НМВ, 1985 г.

ВНТП 05-88 Нормы технологического проектирования хлебоприемных предприятий и элеваторов ЦНИИПромзернопроекта

При проходе норий внутри бункеров и силосов норийные трубы должны быть металлические крупного сечения, толщиной стенки не менее 2 мм или размещаться в специальных шахтах.

В технологических проемах противопожарных стен и перегородок 1 и 2 типа для пропуска конвейерных лент следует устанавливать автоматические противопожарные клапаны с пределом огнестойкости соответственно 1,2 и 0,6 ч.

В воздухе, выбрасываемом в атмосферу после пылеотделителей аспирационных сетей и пневматических установок, концентрация пыли не должна превышать предельно допустимые концентрации, указанные в СанПиН 1.2.3685-21.

Технологическое, вентиляционное и транспортное оборудование должно быть герметично и не являться источником пылевыделения.

Устанавливаемое оборудование (технологическое, аспирационное, вентиляционное; электротехническое и пр.) по исполнению должно соответствовать требованию категоричности производств по пожаровзрывобезопасности и классификации по ПУЭ, а также обеспечивать нормальные условия труда на рабочих местах.

В воздухе, выбрасываемом в атмосферу после пылеотделителей аспирационных сетей и пневматических установок, концентрация пыли не должна превышать предельно допустимые концентрации, указанные в СанПиН 1.2.3685-21.

Категории производств, цехов и помещений по взрывопожарной и пожарной опасности, классификация взрывоопасных и пожароопасных зон по ПУЭ, необходимость оборудования установками автоматического пожаротушения, пожарной сигнализации приведены в приложении табл. 20

Все производственные, складские, вспомогательные и административные помещения должны быть обеспечены первичными переносными средствами пожаротушения (огнетушителями).

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Раздел охраны окружающей природной среды разрабатывается на основании:

- задания на проектирование, утвержденного заказчиком,
- технических условий на водоснабжение, канализацию, теплоснабжение и газоснабжение;
- технологических строительных решений,
- нормативно-технической документации:

СНиП 11-01-2003 Инструкция о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений;

СП 18.13330.2019 Планировочная организация земельного участка (Генеральные планы промышленных предприятий);

СП 31.13330.2021 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения;

СП 32.13330.2018 Канализация. Наружные сети и сооружения;

СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха;

НВН 33-5.1.02-83 Инструкция о порядке согласования и выдачи разрешений на специальное водопользование (в редакции Постановления Правительства РФ от 22.03.2022 N 438);

Федеральный закон "Об охране атмосферного воздуха" от 04.05.1999 N 96-ФЗ (в редакции от 11.06.2021 N 170-ФЗ);

Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86);

Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 N 136-ФЗ;

ОНД 1-84 Инструкция о порядке рассмотрения, согласования и экспертизы воздухоохраных мероприятий и выдачи разрешений на выброс загрязняющих веществ в атмосферу по проектным решениям;

ГОСТ Р 59053-2020 Охрана окружающей среды. Охрана и рациональное использование вод. Термины и определения;

ГОСТ Р 58579-2019 Учет промышленных выбросов в атмосферу. Термины и определения;

ГОСТ Р 59057-2020 Охрана окружающей среды. Земли. Общие требования по рекультивации нарушенных земель;

СП 51.13330.2011 Защита от шума.

Характеристика солодовенного предприятия как источника загрязнения приведена в Приложении табл.19.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЯЧМЕННОГО ПИВОВАРЕННОГО СОЛОДА

Численность рабочих и профессиональный состав

Таблица 11

| Наименование профессии по цехам, (отделениям) | Типоразмеры предприятий, тыс. т в год | | | |
|---|--|-----------|-----------|-----------|
| | 4 | 10 | 20 | 40 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Приемное устройство | | | | |
| Загрузчик-выгрузчик | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Рабочая башня, силосный корпус | | | | |
| Приемщик-сдатчик пищевой продукции | 1 | 2 | 2 | 3 |
| Сепараторщик | 2 | 4 | 6 | 10 |
| Машинист аспирационной и вентиляционной установок | 2 | 2 | 2 | 3 |
| Сушильщик (зерна) | 2 | 2 | 2 | 3 |
| Наладчик машин в производстве пищевой продукции | 2 | 2 | 4 | 8 |
| Транспортировщик (подсобный рабочий) | 2 | 5 | 4 | 6 |
| Итого: | 11 | 16 | 20 | 33 |
| Солодовня | | | | |
| Приемщик-сдатчик пищевой продукции | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Сепараторщик | 1 | 3 | 5 | 7 |
| Солодовщик | 6 | 7 | 14 | 23 |
| Машинист аспирационной и вентиляционной установок | 2 | 2 | 3 | 3 |
| Сушильщик | 3 | 5 | 5 | 6 |
| Наладчик машин в производстве пищевой продукции | 1 | 3 | 4 | 8 |
| Транспортировщик (подсобный рабочий) | 2 | 4 | 6 | 6 |

| Наименование профессии по цехам, (отделениям) | Типоразмеры предприятий, тыс. т в год | | | |
|---|--|----|----|----|
| | 4 | 10 | 20 | 40 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Итого: | 16 | 26 | 40 | 57 |
| Всего рабочих основного производства | 31 | 46 | 64 | 94 |

Списочная (среднегодовая) численность рабочих

Таблица 12

| Наименование цехов (отделений) | Типоразмеры предприятий, тыс. тонн в год | | | |
|---|---|----|-----|-----|
| | 4 | 10 | 20 | 40 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Основное производство | | | | |
| Приемное устройство | 5 | 5 | 6 | 6 |
| Рабочая башня, силосный корпус | 11 | 18 | 26 | 54 |
| Солодовня | 22 | 34 | 63 | 92 |
| Итого по основному производству: | 38 | 57 | 95 | 152 |
| Подсобно-вспомогательные службы | | | | |
| Лаборатория | 1 | 2 | 2 | 4 |
| Холодильно-компрессорная станция | 2 | 4 | 8 | 11 |
| Воздушно-компрессорная станция | 1 | 2 | 2 | 3 |
| Сантехническая служба | 3 | 5 | 8 | 13 |
| Электроцех, связь и АТС | 4 | 7 | 11 | 14 |
| Метрологическая служба | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Котельная | 9 | 10 | 10 | 15 |
| Механическая мастерская | 2 | 2 | 3 | 3 |
| Ремонтностроительный цех | 2 | 3 | 3 | 4 |
| АХО | 2 | 2 | 2 | 3 |
| Итого по подсобно-вспомогательным службам | 27 | 39 | 52 | 74 |
| Всего: | 65 | 96 | 147 | 226 |

Основные технико-экономические показатели предприятия

Таблица 13

| Наименование показателей | Единица измерений | Типоразмеры предприятий, тыс. тонн | | | |
|--------------------------|----------------------|---------------------------------------|----|----|----|
| | | 4 | 10 | 20 | 40 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|----------------|------|------|-------|-------|
| Годовой выпуск продукции | тыс. тонн | 4 | 10 | 20 | 40 |
| Среднегодовая списочная численность промышленно-производственного персонала | чел. | 74 | 112 | 178 | 273 |
| в том числе: | | | | | |
| рабочих | "- | 65 | 96 | 147 | 226 |
| специалистов и служащих | "- | 9 | 16 | 31 | 47 |
| из них: | | | | | |
| цеховой персонал | | 4 | 6 | 14 | 17 |
| общезаводской персонал | | 5 | 10 | 17 | 30 |
| Производительность труда на 1 работающего в натуральном выражении | тонн | 54,0 | 89,3 | 112,4 | 146,5 |
| Трудоемкость продукции | тыс. чел. дн. | 21,4 | 31,3 | 43,9 | 65,7 |
| Материалоемкость 1 т солода (по расходу сырья) | тонн | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 |
| Энергоемкость 1 т солода - всего | тут | 0,65 | 0,52 | 0,43 | 0,40 |
| в том числе: | | | | | |
| - по расходу электроэнергии | тут | 0,16 | 0,13 | 0,12 | 0,10 |
| (с расходом на технологическое кондиционирование) | | | | | |
| - по расходу теплоэнергии (с учетом расхода тепла на подогрев воды в зимнее время и кондиционирование) | тут | 0,49 | 0,39 | 0,31 | 0,30 |
| Расход воды на 1 т солода | м ³ | 16,5 | 16,5 | 9 | 9 |
| Удельный вес рабочих, занятых ручным трудом | % | 21 | 18 | 14 | 10 |
| <p>Примечание: энергоемкость 1 т солода рассчитана исходя из следующих коэффициентов пересчета в тонны условного топлива:</p> <p>по электроэнергии: 1000 кВт. час = 0,35 тут</p> <p>по теплоэнергии: 1 гкал = 0,23 тут</p> | | | | | |

Контрольные вопросы

1. Перечислите базовые нормативные документы, регламентирующие противопожарные требования при проектировании солодовенных предприятий.
2. Чем опасно образование зерновой пыли при работе солодовенного предприятия?

3. Перечислите базовые нормативные документы, регламентирующие требования экологической безопасности при проектировании солодовенных предприятий.
4. Перечислите основные вредные выбросы при работе солодовенного предприятия.
5. Перечислите основные технико-экономические показатели, которые учитываются при проектировании солодовенных предприятий.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ СОЛОДА

Графической частью проектной документации являются чертежи, различного рода спецификации, габаритные чертежи оборудования и ведомости, необходимые для возведения зданий строящегося предприятия, размещения в нем оборудования, обвязки оборудования, обеспечения управления оборудованием, создания благоприятных условий работы работников предприятия.

Назначение чертежей в составе проектной документации солодовенного предприятия:

1. По чертежам генерального плана располагают здания, сооружения, коммуникации и элементы благоустройства на территории предприятия.

2. По строительным чертежам стоят здания, сооружения, решают вопросы жизнеобеспечения людей в зданиях (освещение, отопление, вентиляцию, кондиционирование воздуха и др.).

3. По различным ведомостям обеспечивают стройку необходимыми материалами.

4. По спецификациям оборудования и габаритные чертежи оборудования комплектуют стройку необходимым оборудованием.

5. По технологическим планам, разрезам и установочным чертежам располагают оборудование в зданиях или на территории предприятия.

6. По технологическим схемам, схемам автоматики, по схемам разводки трубопроводов связывают оборудование между собой трубопроводами, транспортными элементами для передачи материала от одного аппарата к другому, для подвода сырья, воды, пара, электроэнергии и др. отвода конденсата, использованной воды, слива в канализацию и т.д.

Разработка технологической части проектной документации начинается с разработки технологических схем.

В основном строительные чертежи выполняются по тем же правилам, что и машиностроительные (те же методы проецирования, используются такие же типы линий и т.д.). Однако имеются и отличительные особенности, например, применяются другие масштабы, иначе наносятся размеры, иная последовательность выполнения чертежей и др.

При выполнении чертежей необходимо пользоваться строительными нормами и правилами – СНИПами.

При выполнении чертежей пользуются Системой проектной документации для строительства – СПДС, и только в отдельных частных случаях единой системой конструкторской документации – ЕСКД.

При разработке проектной документации, предназначенной на согласование, экспертизу и утверждение, и их разделы, ее следует разрабатывать без излишней детализации, в составе и объеме, достаточном для обоснования принимаемых проектных решений. Это необходимо для определения объемов основных строительных решений, для определения объемов основных строительного-монтажных работ, потребности в оборудовании, строительных конструкциях, материальных, топливно-энергетических, трудовых и других ресурсах, а также для правильного определения сметной стоимости строительства.

Для того, чтобы чертеж был выразительным и хорошо читался, необходимо выполнять его линиями разной толщины, согласно ГОСТ 2.303-68. Применяются следующие типы линий: сплошная, штриховая, штрихпунктирная, волнистая.

Толщину обводки выбирают в зависимости от масштаба и сложности изображения и от назначения чертежа. Толстая линия обозначается буквой S и выбирается в пределах 0,5...1,4 мм. Исключением является толщина трубопроводов на технологических схемах, которая может достигать 2...2,5 мм. Толщина линий должна быть одинаковой для всех изображений на одном чертеже и том же масштабе.

Для рамок чертежей, основных надписей и спецификаций следует применять сплошные линии толщиной S и менее.

Для того, чтобы чертеж был понятен, на нем делают поясняющие надписи и размерные числа. В настоящее время надписи на чертежах (и др. технических документах) всех отраслей промышленности и строительства выполняют чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304-81.

Оформление технологических схем, чертежей планов и разрезов

Технологические схемы разрабатываются на основании принципиальной технологической схемы производства, расчета материальных потоков, расчета и подбора оборудования. Технологическая схема показывает последовательность технологических процессов и технологических операций, из которых состоит производственный процесс: поступление, хранение и подготовка сырья для подачи в производство, движение полуфабрикатов, выпуск готовой продукции.

Если производство многостадийное, то схемы могут разрабатываться для каждого участка (цеха) отдельно в соответствии с принципиальной технологической схемой производства.

Также важной задачей является разработка планов помещения с указанием на нем технологического и транспортного оборудования. Это изображение разреза здания горизонтальной плоскостью, проходящей под перекрытием здания для изображения оборудования, а для изображения строительных элементов в пределах дверных и оконных проемов.

Разрезом называется изображение здания, мысленно рассеченного вертикальной плоскостью.

Чертежи планов и разрезов зданий выполняются в масштабе, чаще всего, 1:100, реже 1:50 или 1:200.

Число планов в составе чертежей здания зависит от числа этажей в здании (обычно для каждого этажа разрабатывают свой план). При расположении на одном листе нескольких планов, их располагают в порядке возрастания нумерации этажей снизу вверх или слева направо.

На чертеже плана, кроме размещаемого оборудования, показывают расположение помещений, лестниц, стен, перегородок, санитарно-технических приборов, вентиляционных каналов и т.п. Стеновой материал на планах и разрезах условными обозначениями не выделяется (не штрихуется).

Конструкция оборудования на чертежах планов и разрезов изображаются упрощенно, без детализации.

Составление генерального плана застройки территории

Генеральный план является основным документом, по которому ведутся застройка выделенного участка. Он представляет собой чертежи территории, на которых должно быть показано размещение проектируемых, существующих, реконструируемых и подлежащих сносу зданий и сооружений.

Генеральный план с размещением зданий и сооружений, подъездных путей, коммуникаций, площадок, зеленых зон выполняется чаще всего в масштабе 1:500. Планировка производится по зонам: предзаводская, производственная, сырьевая, экспедиционная, топливная. При этом должны соблюдаться противопожарные и санитарные разрывы.

Для составления генеральных планов необходимо иметь топографический план, выполненный по материалам геодезической съемки. Для составления генеральных планов используют также ситуационный план, который представляет собой план прилегающей к застраиваемому участку территории с указанием дорог, существующих зданий и сооружений зеленых насаждений и т.д.

Содержание и оформление генеральных планов устанавливает ГОСТ 21.508-2020. Масштаб генеральных планов обычно составляет 1:500 или 1:1000, фрагментов 1:200, узлов 1:20.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные виды чертежей, которые выполняются при проектировании солодовенных предприятий.

2. Какие масштабы чертежей планов и разрезов используются при выполнении графической части проекта?
3. Что представляет собой генеральный план проектируемого предприятия?
4. Перечислите зоны проектирования при составлении генерального плана предприятия.
5. Какой нормативный документ регламентирует оформление генерального плана проектируемого солодовенного предприятия?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ВНТП-11-93. Нормы технологического проектирования предприятий по производству ячменного пивоваренного солода.
2. Баланов П.Е., Смотряева И.В. Технология солода: Учебно-методическое пособие. - Санкт-Петербург: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. - 82 с.
3. Меледина Т.В., Прохорчик И.П., Кузнецова Л.И. Биохимические процессы при производстве солода - Санкт-Петербург: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. - 89 с.
4. ГОСТ 5060-2021 Ячмень пивоваренный. Технические условия.
5. ГОСТ 29294-2021 Солод пивоваренный. Технические условия.
6. Смотряева И.В., Меледина Т.В. Анализ качества готового солода: Учеб.-метод. пособие к лабораторным работам. СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013., 38 с.
7. Киселева, Т. Ф. Технология отрасли. Технологические расчеты по производству солода : учебное пособие / Т. Ф. Киселева. — Кемерово : КемГУ, 2005. — 120 с.
8. Федоренко Б.Н. Инженерия пивоваренного солода: Учеб.-справ. пособие. – СПб.: Профессия, 2002. – 248 с.
9. Нарцисс Л. Технология солодоращения / Л.Нарцисс; перевод с нем. Под общ. Ред. Г.А. Ермолаевой и Е.Ф Шаненко. – СПб.: Профессия, 2007. – 584 с.
10. Кунце В., Мит Г. Технология солода и пива: пер. с нем. – СПб.: Профессия, 2001. – 912 с.
11. Дипломное проектирование заводов по производству пива и безалкогольных напитков. К.А. Калунянц, Р.А. Колчева, Л.А. Херсонова, А.И. Садова. – М.: Агропромиздат, 1987. – 272 с.
12. Василюнец И.М. Проектирование предприятий отрасли: Пособие. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2003. – 101 с.
13. Гераськин Ю.М., Антонова А.В. Особенности методов проектирования технологических процессов и конструктивных решений зданий пищевой промышленности. Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral», № 2, 2020, С. 161-167.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 14

| Наименование сооружений и производственных подразделений |
|--|
| Эlevator |
| приемное устройство для ячменя |
| рабочая башня элеватора |
| силосные корпуса: надсилосное и подсилосное помещения. |
| Солодовенный корпус |
| а) производство солода с солодоращением в пневматических ящиках или по типу "передвижная грядка" |
| отделение подработки зерна (бункерное отделение и помещение отделения ростков) |
| отделение мойки и замачивания ячменя |
| отделение солодоращения |
| отделение сушки солода |
| отделение подготовки воды и дезинфектанта |
| б) солодоращение в аппарате большой единичной мощности |
| отделение подработки зерна |
| отделение мойки и предварительного замачивания ячменя |
| отделение солодоращения и сушки солода в одном аппарате |
| отделение подготовки воды и дезинфектора |
| Лаборатория |
| Ремонтные службы: |
| механические мастерские |
| электротехническая мастерская |
| Электрощитовая |
| Метрологическая служба |

| |
|--|
| Лаборатория КИПиА |
| Холодильно-компрессорное отделение (аммиачная) |
| Воздушно-компрессорная станция |
| Склады хранения: |
| аммиака |
| масла |
| горюче-смазочных материалов |
| вспомогательных материалов |
| материальный |
| Вакуум-насосная станция |
| Помещение кондиционеров |
| Помещение сушильных агрегатов |

Режим работы солодовенного производства

Таблица 15

| Наименование производств | Количество рабочих дней в году | Количество смен в сутки | Фонд рабочего времени, час |
|--|--------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Рабочая башня элеватора | 330 | 2 | 5280 |
| Прием зерна с автотранспорта | 15 (южная зона)* | 2 | 240 |
| | 20 (центральная зона)* | | 320 |
| | 30 (восточная зона)* | | 480 |
| Прием зерна с железной дороги | 120 | 2 | 1920 |
| Солодовенное производство | 330 | 3 | 7920 |
| Завод работает в целом 11 месяцев в году | | | |
| Продолжительность смены - 8 часов | | | |

* - К восточной зоне относятся: Уральский, Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский, Дальне-Восточный районы Российской Федерации.

К центральной зоне относятся: Северо-Западный, Центральный, Волго-Вятский, Центрально-Черноземный и Поволжский районы Российской Федерации.

К южной зоне относится: Северо-Кавказский район Российской Федерации.

Нормы расхода вспомогательных материалов

Таблица 16

| Технологические операции | Расход вспомогательных материалов | | |
|--|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------|
| | наименование материалов | единица измерения | количество |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Дезинфекция при мойке ячменя | а) гашеная известь | на 100 кг отсортированного ячменя | 150 ÷ 300 г |
| | б) хлорная известь | на 100 кг отсортированного ячменя | 30 г |
| | в) марганцево-кислый калий | на 100 кг отсортированного ячменя | 4,6 г |
| | г) формалин | мл/на 1 м ³ воды | 300 ÷ 500 мл |
| Дезинфекция солодорастильных ящиков | а) хлорная известь 2 % | на 100 кг отсортированного ячменя | 8 ÷ 10 |
| Примечание: Для дезинфекции применяется какой-либо один из указанных в таблице дезинфекционных материалов. | | | |

Нормы хранения сырья, ячменя, солода и отходов производства

Таблица 17

| Наименование сырья готовой продукции и отходов | Нормы хранения |
|--|--|
| 1 | 2 |
| Ячмень | Из расчета 8-и месячной потребности солодовенного завода |
| Солод | 2-х месячный запас - для пивзавода с солодовней и для товарной солодовни; 3-х месячный запас для пивзавода без солодовни |
| Ячмень I и II сорта | Суточный запас каждого сорта |

| Наименование сырья готовой продукции и отходов | Нормы хранения |
|--|---|
| 1 | 2 |
| Ячмень-отход после сортировки III сорт | 3-х суточный запас |
| Зерновая примесь | 2-х суточный запас /в расчете на период приема зерна/ |
| Сорные отходы | 2-х суточный запас /в расчете на период приема зерна/ |
| Ростки | 2-х суточный запас |

Стандарты на сырье, готовую продукцию и отходы

Таблица 18

| Наименование сырья, готовой продукции и отходов | Наименование стандарта |
|---|------------------------|
| 1 | 2 |
| Ячмень пивоваренный. Технические условия | ГОСТ 5060-2021 |
| Солод пивоваренный. Технические условия | ГОСТ 29294-2021 |
| Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством | ГОСТ Р 51232-98 |
| Зерновая примесь, сорная примесь | ГОСТ 5060-2021 |

Характеристика солодовенного предприятия как источника загрязнения

Таблица 19

| №№ пп | Производство | | Цех | Источники выделения вредных веществ | Наименование источника выброса вредных веществ | Наименование выброса | | |
|----------|---------------------------------|---------------------|-------------------------------------|--|--|---|------------------|--|
| 1 | 2 | | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| 1 | Основное производство | Элеватор | приемное отделение зерна | нория, ленточные транспортеры | аспирационная система | пыль органическая и минеральная | | |
| | | | рабочая башня и силосные корпуса | нория, очистительные и сортировочные машины | -"- | пыль органическая и минеральная | | |
| | | Солодовня | росткоотбойное отделение | росткоотбивные солодополировочные машины | аспирационная система | пыль органическая | | |
| | | | холодильно-компрессорная станция | холодильные машины | вытяжная система | аммиак или фреон | | |
| 2 | Вспомогательное производство | Подсобный корпус | Мехмастерская | Металлообрабатывающие станки | вытяжная система | пыль неорганическая | | |
| | | | -"- | стол сварщика | -"- | пыль неорганическая окислы марганца | | |
| 3 | Котельная | | Котлы | | Дымовая труба | Вид топлива при работе | Природный газ | окись углерода окислы азота |
| | | | | | | | Мазут | окись углерода окислы азота сернистый ангидрид сажа |
| | | | | | | | уголь | оксид углерода оксид азота диоксид серы пыль неорганическая |
| 4 | Транспортный | | Автотранспорт | | | Оксид углерода Оксид азота Углеводороды | | |

Категории производств, цехов и помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Таблица 20

| Наименование помещения | Категория помещения по взрывопожарной опасности по НПБ 105-95 | Класс помещения по взрывопожарной опасности, согласно ПУЭ | Характеристика помещения по условиям среды согласно ПУЭ | Относительная влажность в помещении % | Температура в помещении °С для зимнего периода | Защищаемая площадь | | Пределы температуры горения материала | Наименование основных горючих материалов | Характеристика пожароопасных материалов | | |
|---|---|---|---|---------------------------------------|--|---|---|---------------------------------------|--|---|-----|-------|
| | | | | | | Автоматическое пожаротушение м ² | Автоматическая пожарная сигнализация м ² | | | тепло | дым | пламя |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1. Рабочая башня элеватора | В | П-Па | не отапливается | не отапливается | не отапливается | независимо от площади в зданиях III - V степени огнестойкости | датчики ручного включения | 350 - 370 | зерно | + | - | - |
| 2. Силосные корпуса | В | П-Па | "- | "- | "- | "- | "- | "- | "- | + | - | - |
| 3. Надсилосное и подсилосное отделения | В | П-Па | "- | "- | "- | "- | "- | "- | "- | + | - | - |
| 4. Напольные склады ячменя и солода | В | П-П | "- | "- | нормальное | "- | "- | "- | "- | + | - | - |
| 5. Подработочное отделение солодовни | В | П-П | "- | "- | 12 - 14 | от 1000 кв. м и более | от 100 до 1000 кв. м | "- | "- | + | - | - |
| 6. Замочное отделение | Д | нормальное | влажное | > 60 %, но не превышает 75 % | 12 | не требуется | не требуется | - | - | - | - | - |
| 7. Солодорастильное отделение (только ращение солода) | Д | "- | особо сырое | 95 % | 14 - 12 | "- | "- | - | - | - | - | - |
| 8. Отделение сушки солода на солодосушилках в | В | П-П | нормальное | 60 % | 18 - 20 | от 1000 кв. м и более | от 100 до 1000 кв. м | 370 - 450 | солод, ящик | + | - | - |

| Наименование помещения | Категория помещения по взрывопожарной опасности по НПБ 105-95 | Класс помещения по взрывопожарной опасности, согласно ПУЭ | Характеристика помещения по условиям среды согласно ПУЭ | Относительная влажность в помещении % | Температура в помещении °С для зимнего периода | Защищаемая площадь | | Пределы температуры горения материала | Наименование основных горючих материалов | Характеристика пожароопасных материалов | | |
|---|---|---|---|---------------------------------------|--|---|---|---------------------------------------|--|---|-----|-------|
| | | | | | | Автоматическое пожаротушение м ² | Автоматическая пожарная сигнализация м ² | | | тепло | дым | пламя |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| ящиках | | | | | | | | | | | | |
| - над ситом | В | П-П | влажное | 3 - 75 % | 45 - 70 | -"- | -"- | -"- | -"- | + | - | - |
| - под ситом | В | П-П | жаркое | 3 - 10 % | 45 - 85 | -"- | -"- | -"- | -"- | + | - | - |
| 9. Отделение ращения и сушки солода в одном агрегате: | | | | | | | | | | | | |
| при ращении над ситом | Д | нормальное | влажное | 90 - 95 | 14 - 16 | - | - | - | - | - | - | - |
| под ситом | Д | -"- | -"- | 97 - 98 | 12 - 18 | - | - | - | - | - | - | - |
| при сушке над ситом | В | П-П | жаркое | 3 - 8 | 45 - 70 | от 1000 кв. м и более | от 100 до 1000 кв. м | 370 - 450 | солод | + | - | - |
| под ситом | В | П-П | жаркое | 3 - 10 | 45 - 85 | -"- | -"- | -"- | -"- | + | - | - |
| 10. Помещение сушильных агрегатов | Д | Нормальное | жаркое | не > 60 % | 14 - 16 | - | - | - | - | - | - | - |
| 11. Помещение топок/сушилок: | | | | | | | | | | | | |
| - топливо - уголь | Г | нормальное | жаркое | не превышает 60 % | 18 - 20 | не требуется | не требуется | - | - | - | - | - |
| - топливо - газ | Г | -"- | -"- | -"- | 18 - 20 | -"- | -"- | - | - | - | - | - |
| 12. Помещение щитов и пускателей | Г | -"- | нормальное | -"- | 16 - 18 | -"- | -"- | - | - | - | - | - |
| 13. Помещение кондиционеров | Д | -"- | -"- | -"- | 14 - 16 | - | - | - | - | - | - | - |
| 14. Вакуум-насосная станция | Д | -"- | -"- | -"- | -"- | -"- | -"- | - | - | - | - | - |

Пр и м е ч а н и е : Температура воздуха дана для определения строительных конструкций и соответствует средней температуре воздуха в помещениях.

Смотраева Ирина Владимировна
Баланов Петр Евгеньевич

**Проектирование предприятий по производству
солода**

Учебное пособие

В авторской редакции

Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО

Зав. РИО

Н.Ф. Гусарова

Подписано к печати

Заказ №

Тираж

Отпечатано на ризографе

Редакционно-издательский отдел
Университета ИТМО
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49, литер А