	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет»	Приложение к РП
		Методические указания к курсовому проекту

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА  
по дисциплине**

**Б1.В.09 «ТЕХНОЛОГИЯ СПИРТА И ЛИКЕРО-ВОДОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ»**

**19.03.02 Продукты питания из растительного сырья**

Профиль подготовки

Технология напитков, плодоовощных, хлебопекарных  
и кондитерских производств

Квалификация (степень) выпускника

Уфа 2023

Составитель:



к.т.н., доцент О.Ю. Калужина

Рассмотрена и одобрена на заседании методической комиссии факультета пищевых технологий  
«23» марта 2023 г. (протокол № 8).

Председатель методической комиссии ФПТ



к.с.-х.н, доцент Гусев А.Н.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
1. Цели и задачи курсового проектирования.....	6
2. Организация курсового проектирования .....	6
3. Тематика и содержание курсового проекта.....	7
4. Указания по выполнению курсового проекта .....	9
4.1 Общая часть .....	9
4.2 Работа с литературой.....	12
5. Указания по разделам .....	13
5.1 Введение .....	13
5.2 Техничко-экономическое обоснование .....	14
5.3 Выбор и описание технологической схемы .....	14
5.4 Расчет продуктов.....	30
5.5 Расчет и подбор оборудования .....	31
5.6 Расчет потребности воды, энергии и сжатых газов .....	54
5.7 Основные мероприятия по охране труда и экологии .....	58
6. Указания к выполнению графической части проекта.....	63
Список литературы .....	76
Приложения 1-2.....	77

## ВВЕДЕНИЕ

Спирт этиловый получают методом спиртового брожения сахаро- и крахмалосодержащих продуктов — сахарной свеклы, тростника, картофеля, зерна, а также отходов их переработки (мелассы, патоки, отходов виноделия). В зависимости от содержания примесей и крепости спирт этиловый ректификованный ( $C_2H_5OH$ ) выпускают сортов: Люкс, Экстра, высшей очистки и 1-го. Спирт этиловый ректификованный представляет собой прозрачную, бесцветную жидкость без посторонних запахов и привкусов.

Спирты сортов Люкс и Экстра получают только из кондиционного зерна. Для спирта высшей очистки и 1-го сорта используют любое крахмалосодержащее пищевое сырье.

Содержание этилового спирта (крепость) выражается в объемных процентах. Под объемным процентом понимают количество миллилитров спирта в 100 мл водно-спиртового раствора при 20°C. Крепость спирта Люкс – 96,3% об., Экстра – 96,5% об., высшей очистки – 96,2% об., 1-го сорта – 96,0% об.

Этиловый спирт – бесцветная, легкоподвижная жидкость; удельный вес безводного спирта при 20°C – 0,78927; температура кипения при 760 мм рт.ст. – 78,3°C; замерзания - - 117°C.

Методические указания к лабораторным занятиям по технологии спирта имеют целью ознакомить студентов с действующей в отрасли системой технологического контроля и обучить их методам химических, физико-химических и биохимических анализов, применяемых в производстве.

В данном курсе рассмотрены методы контроля спиртового производства, которые заключаются в анализе сырья, полуфабрикатов, готовой продукции.

При выполнении работ каждый студент самостоятельно должен проводить анализы, рассчитывать результаты.

Контроль спиртового производства необходим для тщательного контроля качества сырья и материалов. Контроль необходим для исключения выпуска некачественной продукции и для сокращения потерь в производстве.

Контроль спиртового производства предусматривает выполнение следующих функций:

- контроль качества сырья и вспомогательных материалов;
- контроль качества полупродуктов производства: зернового сусла, зрелой бражки и др.;
- контроль готовой продукции в соответствии с требованиями государственных стандартов;

## **1. Цели и задачи курсового проектирования**

Курсовое проектирование имеет целью выработать у обучающихся навыки самостоятельной творческой работы при проектировании пищевых предприятий, выполнении реферативных или исследовательских курсовых работ и, тем самым, подготовить студентов к дипломному проектированию.

Основными задачами курсового проектирования являются закрепление и углубление знаний студентов, развитие их творческой инициативы при решении инженерных задач, ознакомление с основными научно-техническими решениями в области бродильной промышленности, приобретение навыков в работе со специальной литературой и другими техническими материалами.

Курсовое проектирование позволяет развивать у обучающихся навыки грамотного изложения технического материала, обосновывать и защищать принятые инженерно-технические решения, а также выявляет способность студентов использовать полученные в институте знания в процессе проектирования исследовательских работ.

Обучающиеся приступают к курсовому проектированию после прохождения теоретического курса по дисциплинам, предусмотренным учебным планом.

## **2. Организация курсового проектирования**

Для выполнения курсовых проектов обучающиеся прикрепляются к преподавателям кафедры, которые по предложению студента разрабатывают тематику курсового проектирования, утверждаемую, кафедрой.

По каждой теме студенту выдается задание, согласованное со студентом и подписанное преподавателем. В этом задании указывается срок сдачи проекта на проверку руководителю.

Руководитель перед началом проектирования проводит групповую консультацию студентов, на которой поясняет порядок выполнения отдельных разделов курсового проекта, особенности их разработки и рекомендует основную литературу.

В дальнейшем студенты московской группы могут консультироваться непосредственно на кафедре, а иногородние студенты могут получать письменные консультации до приезда на лабораторно-экзаменационную сессию.

В указанный срок курсовой проект направляется на проверку руководителю. Публичная защита проекта производится во время приезда студента на сессию. Студент должен помнить, что за принятые решения, содержание и срок представления проекта он несет личную ответственность.

### **3. Тематика и содержание курсового проекта**

Тематика курсовых проектов может быть следующая:

- а) проект цеха (или отделения) пищевого предприятия с производством готового продукта, как известным способом и методом, так и новыми;
- в) проект реконструкции цеха (или отделения) существующего предприятия с изменением компоновки, внедрением новейшего оборудования и т.п.

При распределении тем преподаватели кафедры учитывают его способности, широту кругозора, успеваемость, желание углубить свои знания в определенной отрасли и т.д. С этой целью проводятся беседы в отдельности с каждым студентом, во время которых выявляют его индивидуальные качества и стараются вызвать интерес к теме курсового проекта. Такой подход

позволяет добиться лучших результатов при проектировании, делает процесс обучения более творческим. Кроме того, кафедра может выдать тему курсового проекта по реконструкции действующих цехов, предложенную предприятием или учреждением где работает студент, особенно если это связано с улучшением условий труда, повышением качества продукции, охраной окружающей среды и т.д.

Такое проектирование близко к реальному и позволяет студентам после выполнения и защиты своей курсовой работы воспользоваться ею, положив принятые решения в основу своей практической деятельности на производстве. Знания, приобретенные в институте в процессе проектирования при консультации высококвалифицированных специалистов, получают в этом случае реальное практическое воплощение. Если такие предложения по теме курсового проекта или курсовой работы есть у студента, то, их лучше согласовать с кафедрой заранее.

Закрепленная тема самостоятельному изменению не подлежит, даже самые незначительные изменения формулировки темы, если в этом возникает необходимость, должны быть обязательно письменно согласованы с кафедрой.

Курсовой проект включает расчетно-пояснительную записку и графическую часть.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать:

- задание на курсовой проект, подписанное руководителем;
- титульный лист по форме;
- оглавление (содержание)
- введение в объеме 1-2 стр.
- технико - экономическое обоснование 2-3;
- выбор описание технологической схемы 3-5;
- расчет продуктов, в т.ч. тары и вспомогательных материалов 8-12;
- выбор и расчет оборудования 3-5;
- расчет потребности воды, энергии и сжатых газов 7-13;

- |  |      |
|--|------|
| - учет и контроль производства                 | 2-3; |
| - штатное расписание цеха                      | 2-3; |
| - компоновка цеха                              | 2-3  |
| - основные операции по охране труда и экологии | 2-3; |
| - заключение                                   | 1;   |
| - литература                                   | 1;   |

Общий объем расчетно - пояснительной записки может составлять 35-55 страниц.

Графическая часть проекта выполняется на 2-3-х листах и должна включать листы (примеры оформления представлены в приложении 1-5):

- |  |     |
|--|-----|
| 1. Технологическую схему производства        | 1-2 |
| 2. Планы и разрезы производственного корпуса | 2-3 |

При выполнении курсового проекта исследовательского характера обязательно выполнение 1 чертежа (технологическая схема) на листе формата А1.

Перечень примерных тем:

1. Проект варочного отделения для спиртового завода производительностью 1000 \*\* (2000,3000,4000,5000,6000) дал спирта в сутки в Уфимском (Кармаскалинском, Белебеевском и тд.) районе.
2. Проект бродильного отделения для спиртового завода производительностью 1000 (2000,3000,4000,5000,6000) дал спирта в сутки в Уфимском (Кармаскалинском, Белебеевском и тд.) районе.
3. Проект брагоректификационного отделения для спиртового завода производительностью 1000 (2000,3000,4000,5000,6000) дал спирта в сутки в Уфимском (Кармаскалинском, Белебеевском и тд.) районе.

\*\* производительность и район проектирования определяется преподавателем

#### **4. Указания по выполнению курсового проекта**



### 3.1 Общая часть

Первым этапом работы студента над разделами расчетно-пояснительной записки курсового проекта является ознакомление со свойствами сырья и готового продукта, оценка исходных данных, выбор и обоснование района строительства предприятия и технологической схемы производства. Необходимо иметь в виду, что курсовой проект, включая графическую часть, должен базироваться на стандартах на сырье, товарный продукт и нормативных материалах, утвержденных компетентными органами. Это относится к нормам расходов и потерь сырья и материалов и т.д. Справочная литература, общего значения и учебно-методическая являются лишь второстепенными источниками информации. Данные из этих источников не могут использоваться в качестве официальных.

Приступать к работе над курсовым проектом следует сразу после получения темы и уточнения преподавателем дополнительных данных (ассортимента продукции, некоторых технологических режимов, кондиций сырья, полуфабрикатов, места строительства и др.).

Прежде всего, следует подробно ознакомиться со всеми известными способами производства и технологическими схемами приготовления той конкретной продукции, которую намечается получить на проектируемом предприятии или отдельном его участке.

После этого нужно провести анализ всех известных технологических схем с целью обоснования выборов оптимальной для проектируемого объекта. Эту работу лучше выполнять, еще находясь в Москве, т.к. имеется возможность более широко познакомиться с литературой по данному вопросу. Остальные разделы проекта могут выполняться студентом дома.

После выбора технологии студент дает обоснование принятых основных технологических решений и приступает к подробному описанию технологической схемы и графическому ее изображению в виде аппаратурно-технологической схемы. Технологическая схема описывается и изображается в проекте по всему производству в целом на данном предприятии, а не только по

тому цеху или отделению, которые проектируются. Далее студент проводит продуктовые расчеты и составляет материальный баланс производства в целом. На основании данных продуктового расчета ведется расчет основных и вспомогательных материалов, площадей складских помещений. После этого он приступает к подбору и расчету технологического оборудования уже только для своего участка производства. Подбирая оборудование, он должен основываться на схеме производства и данных проведенного продуктового расчета. При этом в случае необходимости вносит коррективы в описание технологической схемы с учетом тех конкретных данных, которые получены им при расчете технологического оборудования. Полученные материалы позволяют студенту приступить к компоновке оборудования в цехе и выполнению графической части проекта. Компоновку удобнее проводить на миллиметровой бумаге и только после принятия окончательных решений можно переносить чертежи на стандартный лист белой бумаги.

Параллельно с этим текстовая часть записки дополняется разделами теххимического контроля производства, охраны труда, охраны окружающей среды и принятых архитектурно-строительных решений.

Окончательное оформление расчетно-пояснительной записки производится после оформления графической части с внесением в неё тех изменений, которые определились в процессе компоновки оборудования.

В помощь студентам кафедра закрепляет за каждым из них консультанта преподавателя кафедры или квалифицированного специалиста отрасли, к которому можно обратиться письменно или устно для решения вопросов, возникших при проектировании. Консультации по вопросам курсового проектирования проводятся на кафедре на протяжении всего учебного года.

Следует помнить, что роль консультантов курсового проекта заключается, в основном в контроле за выполнением работы студентом и предупреждении его от принятия принципиально неверных решений. Консультанты оказывают помощь при решении спорных вопросов и при

выборе совершенно новых путей решения технологических задач в процессе проектирования. Сам студент на всех стадиях проектирования должен проявлять максимум инициативы, критически оценивать различные варианты проектных решений, осуществлять самостоятельно выбор оптимальных вариантов, уметь пользоваться всеми справочными и нормативными данными. Студент-автор проекта, он персонально несет ответственность за правильность принятых решений и произведенных расчетов.

Готовый проект оформляется в соответствии с требованиями, изложенными ниже, и представляется (лично или по почте) в деканат факультета технологического менеджмента, откуда он передаётся на рецензию. Проект, получивший положительное заключение рецензента, допускается к защите на кафедре в сроки, определенные учебным графиком. Если в рецензии высказаны замечания по существу материалов проекта, то они должны быть тщательно исправлены до защиты.

### **3.2 Работа с литературой**

Ни одна творческая работа, в том числе и курсовой проект, не может быть успешно выполнена без знакомства с современной литературой по разрабатываемому вопросу. У нас в стране и за рубежом систематически публикуется множество монографий, брошюр и статей по отдельным аспектам технологии и техники промышленности. Для того чтобы уметь ориентироваться в большом потоке информации и не пропустить важных материалов по конкретным темам, надо соблюдать определенную систему в подборе литературы и работе с ней.

Список литературы к данным методическим указаниям содержит основные фундаментальные и узловые работы по различным аспектам производства. Однако он только ориентирует студента в определенном направлении, но не является исчерпывающим.

Каждый студент для глубокого и всестороннего изучения вопросов, связанных с курсовым проектированием, должен самостоятельно подобрать ему необходимую литературу. Предполагается, что при работе в библиотеках студент освоил уже правила пользования алфавитным, систематическим и предметными каталогами. Работа с ними предшествует непосредственному знакомству с литературой.

Начинать изучение литературы после просмотра каталогов следует с соответствующих разделов учебников и монографий, в которых могут встретиться вопросы, интересующие проектанта. Литературные ссылки, имеющиеся в конце книги или в конце отдельных глав, могут послужить указанием для дальнейшего сбора литературы в нужном направлении.

После этого следует ознакомиться с изданиями Научно-исследовательского института информации и технико-экономических исследований пищевой промышленности (АгроНИИТЭИпищепром) и обзорами других издательств. Много ценных материалов, освещающих новейшие достижения науки и промышленности, публикуется в отраслевых журналах.

Значительный интерес представляет и зарубежная литература, однако студентам, не владеющим в достаточной степени иностранными языками, лучше начинать знакомиться с ней не по первоисточникам, а по реферативным журналам серии «Химия» (разделы «Пищевая и бродильная промышленность»).

Краткое содержание просмотренных литературных источников лучше писать на отдельных для каждого источника листках-карточках, которые в дальнейшем можно легко систематизировать в нужном направлении. После предварительного просмотра литературы обобщения полученного материала рекомендуется вернуться к наиболее интересным, с точки зрения студента, источникам, подробно изучить и более тщательно законспектировать их основные положения.

**4.1 Введение**

Введение должно кратко характеризовать состояние вопроса, которому посвящена работа, а также цель работы. Во введении следует ясно сформулировать, в чем заключается новизна и актуальность работы, конкретно обосновать необходимость ее проведения. Заглавием должно служить слово «Введение» (без нумерации).

**4.2 Техничко-экономическое обоснование**

Проекту строительства нового или реконструкции действующего спиртового предприятия должна предшествовать разработка технико-экономического обоснования, подтверждающего экономическую целесообразность и хозяйственную необходимость строительства (реконструкции) предприятия.

При выборе места строительства (реконструкции) предприятия следует учитывать:

- потребность в данном продукте и перспективы роста его потребления;
- анализ и характеристику сырьевых ресурсов;
- наличие площади для строительства и строительной базы;
- обеспечение производства водой, электрической и тепловой энергией и т.д.;
- обеспечение производства рабочей силой;
- наличие путей сообщения и транспортных средств;
- возможность использования отходов производства и сброса их без засорения естественных водоемов и воздушной среды;
- возможность кооперирования с другими производствами, расположенными вблизи с целью совместного использования сырья и отходов производства.

В случае выполнения проекта реконструкции цеха, обязательно указывается производительность цеха до реконструкции.

#### **4.3 Выбор и описание технологической схемы**

В данном разделе осуществляется выбор технологической схемы производства на основании изучения литературы по существующим способам производства с учетом научно-исследовательских работ отечественных и зарубежных авторов и критического разбора этих способов.

Выбранный способ производства обосновывается, исходя из выхода готовой продукции и её качества, расхода сырья на единицу продукции, себестоимости продукта, возможности организации непрерывного производства с механизацией и автоматизацией всех стадий.

В соответствии с выбранным способом производства составляют технологическую схему, которая должна быть представлена графически и описана в данном разделе.

При реконструкции производства описывают технологическую схему по выбранному способу производства с указаниями изменений, вносимых в существующую схему.

Описание технологической схемы должно быть детальным, но не излишне подробным, соответствовать вычерченной схеме. При этом указывают последовательность производственных операций, начиная с подачи сырья и заканчивая выпуском готовой продукции.

Целесообразно описывать схему по отдельным стадиям технологического процесса, что значительно облегчает чтение пояснительной записки. Вначале следует указать, какое сырьё поступает в цех (отделение), как оно подаётся, где и как хранится в цехе, какой первичной обработке подвергается, как дозируется и загружается в аппарат. Описываются также принятые в проекте способы внутрицеховой транспортировки материалов, отходов и готовой

продукции, в заключении указывается, как, и в каком виде отправляются готовые продукты.

При описании схемы должна быть ссылка на порядковый номер позиции технологической схемы, изображенной на чертеже.

### ***Определение производственной мощности завода***

Под производственной мощностью завода и отдельных его цехов или участков понимают максимально возможный суточный выпуск продукции на протяжении принятого времени работы в году, при полном использовании оборудования, производственных площадей, ведении технологических режимов при оптимальных параметрах и обеспечении качества выпускаемой продукции в соответствии с ГОСТами.

Производственную мощность завода с использованием схемы разваривания зернового сырья рассчитывают в соответствии с «Инструкцией по расчёту производственных мощностей спиртовых заводов, работающих на пищевых видах сырья» РДИ 18-3-86 и определяют по выработке ректификованного спирта в тысячах декалитров безводного спирта высшей очистки.

Суточную производственную мощность спиртзавода определяют на основе достигнутой производительности.

Годовую производственную мощность спиртового завода определяют произведением суточной мощности на число полных рабочих дней в году, которое составляет 305.

Суточную производственную мощность спиртзавода в декалитрах безводного спирта определяют по технической мощности основных участков завода, которую исчисляют по нормативам производительности технологического оборудования

Нормы и нормативы расчёта суточной производственной мощности спиртового завода по отделениям

### *Варочное отделение*

Непрерывная схема разваривания в аппаратах колонного типа (17, 18).

Съём спирта с 1 м<sup>3</sup> геометрической ёмкости аппаратов – 150 дал. Расчётная мощность варочного отделения составит

$$(8,1 + 8,55) \times 150 = 2497,5 \text{ дал/сутки},$$

где 8,1 и 8,55 - геометрическая ёмкость варочной колонны первой ступени (17) и трёх колонн второй ступени (18), м<sup>3</sup>.

Оборудование участка осахаривания и охлаждения массы в расчётах не участвуют, но проводят расчёт на соответствие поверхности сушлого теплообменника (29) мощности завода из расчёта 48 м<sup>2</sup> на 1000 дал/сутки. Поверхность сушлого теплообменника (29) составляет 160 м<sup>2</sup>, что соответствует мощности 3330 дал ( $160 \cdot 1000$ ).

### *Бродильное отделение*

На 1 м<sup>3</sup> общей геометрической ёмкости бродильных чанов (32), включая ёмкость передаточного сборника (42) отъём спирта при циклической схеме составит 2,3 дал/сутки.

Производительность бродильных чанов исчисляют с учётом их наполнения на 90 % от общего объёма, содержание алкоголя в зрелой бражке 7,7 % объёмных, оборота бродильного чана при 60- часовом брожении 70 часов.

Расчётная мощность бродильного отделения составит

$$(90 \times 10 + 30) \times 2,3 = 2139 \text{ дал/сутки},$$

где 90 – объём бродильного чана (32), м<sup>3</sup>;

10 – количество бродильных чанов (32), шт;

30 - объём передаточного чана (42), м<sup>3</sup>

С учётом «узкого места» – мощности брагоректификационного отделения, производительность завода принята 2000 дал в сутки.

*Определение производственной мощности предприятия по  
теплопроизводительности котельной установки*



В котельной предприятия установлено 3 паровых котла ДКВР 10/13 производительностью 10 т пара в час каждый.

Суточная мощность по ректификованному спирту 2000 дал/сутки, по двуокиси углерода (CO<sub>2</sub>) - 2 т/сутки, по Амилоглюкаваморину ГХ-466 - 4 м<sup>3</sup>/сутки.

Действующие удельные нормы теплоэнергии на предприятии на 1 дал ректификованного спирта – 68, 84 тыс. ккал или 0,06884 Гкал, на 1 т диоксида углерода – 0,467 Гкал, на 1 м<sup>3</sup> Амилоглюкаваморина ГХ-466 – 1, 88 Гкал.

Коэффициент обеспечения тепловой энергией завода ( K<sub>тэ</sub>) определяют из уравнения

$$K_{тэ} = \frac{Q_{от} - Q_{ст}}{10^{-3} \sum A_i q_i},$$

где Q<sub>от</sub> - тепловая энергия, отпущенная котельной, Гкал/сут ;

Q<sub>ст</sub> - тепловая энергия, отпущенная на ненормированное потребление, Гкал/сут по различным вида продукции;

q - плановые удельные нормы расхода тепла на каждый вид продукции, Гкал;

A - суточная мощность предприятия по различным видам продукции .

$$Q_{от} = 0,8 D \times 0,55 \text{ Гкал/сут},$$

где 0,55 – экспериментально установленный переводной коэффициент;

D - паропроизводительность котельной установки при работе всех установленных котлов с разрешённой максимально длительной нагрузкой, т/сутки.

$$Q_{от} = 0,8 \times 3 \times 10 \times 24 \times 0,55 = 316,8 \text{ Гкал/сутки} .$$

Отпуск тепла на ненормированное потребление – отопление помещений, зданий составляет 2 Гкал/сутки

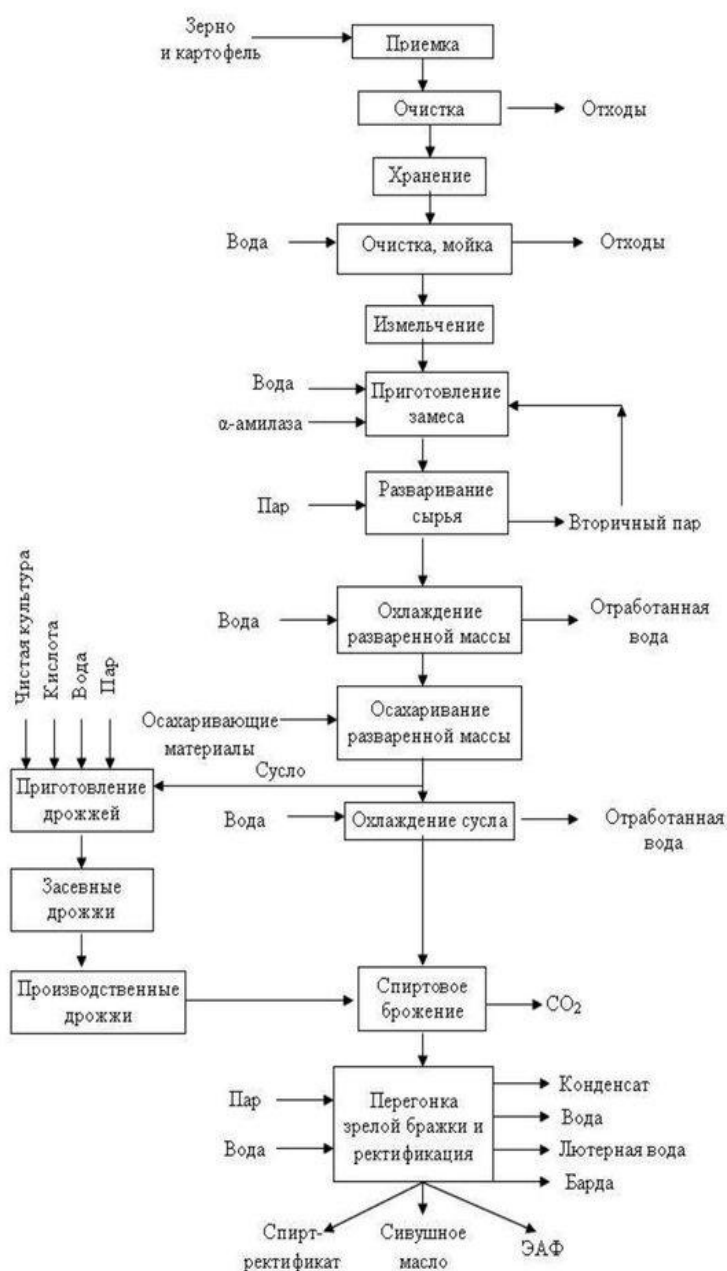
$$K_{тэ} = \frac{316,8 - 2,0}{2000 \times 0,06884 + 2,0 \times 0,467 + 4,0 \times 1,88} = \frac{314,8}{137,68 + 0,934 + 7,52} =$$

$$= \frac{314,8}{146,34} = 2,15.$$

146,34

$K_{т9}$  больше единицы, что свидетельствует о полной обеспеченности предприятия отпускаемым теплом

### Принципиальная технологическая схема производства спирта из зерна и картофеля





Технология производства этилового спирта из крахмалистого сырья основана на ферментационном гидролизе зернового крахмала, прошедшего водно-тепловую обработку, и сбраживании образующихся сахаров дрожжами, т.е. является биохимической технологией.

Процесс производства спирта включает основные стадии:

- подготовка сырья (очистка зерна, измельчение и приготовление замеса );
- водно-тепловая обработка ;
- осахаривание крахмала ферментным препаратом;
- приготовление дрожжей и сбраживание сусла;
- брагоректификация ( перегонка и ректификация ).

### *Подготовка сырья*

Все поступившее в переработку зерновое сырье подвергают очистке. Зерно с запасника объемом 60 м<sup>3</sup> подают по ленточному транспортеру и далее норией на сепаратор (сортировочную машину), где его очищают от пыли , земли, камней и других примесей. Очищенное зерно поступает по ленточному транспортеру в расходный бункер, на котором установлены датчики для автоматизации подачи зерна.

В процессе очистки зерно освобождают от металлических и сорных примесей. Остаточную сорность (в основном минеральный сор) не допускают более 1% по массе зерна, металлические примеси в зерне должны отсутствовать. При этом принимают во внимание, что в зерне, перерабатываемом на спирт, все крахмалосодержащие примеси (половинки, щуплые зёрна, содержащие крахмал семена дикорастущих злаков, зерно, повреждённое вредителями хлебных запасов и т.д.) не относят к сорным примесям.

Работу очистного устройства регулируют и контролируют таким образом, чтобы в отходы не попадало более 2% зерна, считая на общую

массу отходов. Отходы учитывают и регулярно списывают с массы зерна, поступающего на переработку.

Для осуществления внутризаводского посменного учёта , зерно взвешивают на автоматических весах , после чего направляют на измельчение. Измельчение зерна осуществляют на молотковой дробилке ММ-140РЭ. Степень измельчения зерна : проход через сито с диаметром отверстий 1 мм - не менее 75 % , остаток частиц на сите с диаметром отверстий 2,5мм - не более 1 %. Измельчённое зерно после дробилки поступает в циклон, где происходит отделение муки от воздуха , далее на шлюз и дисмембратор , в котором мучку смешивают с водой , а затем отводят в чанок замеса.

Соотношение зерна и воды составляет 1:2,5-1:3,0 ; его устанавливают в зависимости от крахмалистости зерна с учётом получения концентрации сусла в осахаривателе в пределах 15-17 % по сахаромеру.

Температуру замеса в смесителе поддерживают на уровне 50-55<sup>0</sup>С. На приготовление замеса используют тёплую дефлегматорную воду с аппаратного отделения. При необходимости подогрева замеса используют вторичный пар, поступающий из паросепаратора . Продолжительность пребывания замеса в смесителе составляет 10-15 минут. Смеситель снабжён мешалкой для равномерного размешивания измельчённого зерна и воды. Частота вращения мешалки составляет 50-60 об/мин.

### *Водно-тепловая обработка*

Подогретый замес продуктовым насосом НБ-32 подают на контактную головку для подогрева острым паром до температуры разваривания 134-150<sup>0</sup>С, с целью поддержания оптимального температурного режима в варочных колоннах. Температура варки различна для разных культур и зависит от степени помола зерна . Температурный режим разваривания зернового сырья приведён в таблице 3.

Таблица3 Режимы разваривания зернового сырья

Наименование	Степень измельчения, проход через сито 1мм, %	Режим разваривания	
		температура, °С	продолжительность, мин.
Все виды зерна кроме кукурузы	55-60	138 – 148	50 – 60
Кукуруза	55-60	144 – 150	60
Все виды зерна кроме кукурузы	70-75	138 – 148	40 – 50
	85-90	134 – 148	40 – 50
Кукуруза	94-95	144 – 150	40 - 50

Из контактной головки горячая масса поступает в варочную колонну первой ступени и затем проходит три колонны второй ступени разваривания. Последовательно перемещая массу из одной колонны в другую, её разваривают до готовности и выдувают в паросепаратор.

Выдувание массы осуществляют с помощью прибора автоматического поддержания уровня, установленного в третьей колонне второй ступени.

В паросепараторе происходит выделение вторичного пара и выдерживание сваренной массы. Вторичный пар идёт на подогрев замеса и отопление. После отделения вторичного пара температуру разваренной массы мгновенно понижают от 134-150 °С до 103-108 °С.

В паросепараторе массу выдерживают в течении 25 минут. Масса, выходящая из паросепаратора, должна быть равномерно разваренной, наличие в ней несваренных частиц или целых зёрен не допускают, цвет массы должен быть тёмно-жёлтым со светло-коричневым оттенком. Качество разваривания определяют визуально не менее четырёх раз в смену.

#### *Осахаривание разваренной массы*

Охлаждение разваренной массы, поступающей из паросепаратора в осахариватель, происходит мгновенно за счёт вакуума, создаваемого в испарительной камере. Разряжение в ней составляет 0,08-0,081 МПа (600-610 мм рт.ст), за счёт чего разваренную массу мгновенно охлаждают от 103-108 °С до 57-62 °С. При этом выделяется пар, который поступает в барометрический конденсатор, куда подают холодную воду. Пар конденсируют и отводят в барометрический сборник.

В осахариватель, для осахаривания крахмала, подают через дозирующее устройство ферментный препарат Амилоглюкаваморин Гх-466. Продолжительность процесса осахаривания составляет 10-15 минут.

Расход Амилоглюкаваморина Гх-466 устанавливают из расчёта количества крахмала, поступившего с сырьём, и он составляет 6,2 ед ГлС на 1 г условного крахмала.

При неисправности автоматического дозирующего устройства, работают через расходный чанок. В расходный чанок из ёмкостей для хранения ферментных препаратов через мерник подают ферменты и закачивают массу из осахаривателя трёхплунжерным насосом. Количество задаваемого на осахаривание ферментного препарата Амилоглюкаваморина Гх-466 зависит от его глюкоамилазной активности. Из расходного чанка ферменты отводят в осахариватель третьим плунжером трехплунжерного насоса.

Осахаренную массу подают двумя плунжерами трёхплунжерного насоса в пластинчатый теплообменник, где расхолаживают до температуры складки 20-28°С и отводят в бродильное отделение

### *Приготовление засевных дрожжей*

В спиртовом производстве засевные дрожжи ведут по методу

естественно-чистой культуры, что предусматривает создание условий, нормальных для размножения дрожжей и угнетающих развитие посторонней микрофлоры. Таких условий достигают при поддержании рН дрожжевого сусла в пределах от 3,6 до 4,0. Подкисление дрожжевого сусла производят серной кислотой, поэтому дрожжи называются сернокислыми.

На заводе применяют периодический процесс приготовления дрожжей, т.е. в качестве засевных дрожжей используют зрелые дрожжи из очередной дрожжанки перед спуском её содержимого в возбравитель.

Разведение дрожжей из чистой культуры проводят три-четыре раза в год. Используют следующие расы дрожжей: X11, термотелерантные У-717 и У1986.

Термотелерантные дрожжи обладают глюкоамилазной активностью и обеспечивают нормальный процесс брожения при повышенных температурах (до 35<sup>0</sup> С ).

#### *Разведение дрожжей из чистой культуры*

Чистую культуру дрожжей выращивают на сусле-агаре или желатине и поставляют заводу в пробирках, закрытых ватными тампонами. Срок годности чистых культур составляет два месяца при условии хранения в сухом месте при температуре 8-10<sup>0</sup>С.

Разведение чистой культуры дрожжей осуществляют путём последовательных пересевов с доведением объёма среды до производственной дрожжанки. Для разведения дрожжей в начале используют осахаренное и простерилизованное сусло из дрожжанок. Осахаренное сусло фильтруют через плотную ткань. Концентрацию сусла поддерживают в пределах 12-14 % сухих веществ. Готовое сусло разливают по 0,5 л в литровые колбы, закрывают ватными пробками , обёртывают



плотной бумагой и стерилизуют в автоклаве при 0,05 Мпа в течение 30 минут. На следующий день повторно стерилизуют. Пересев с пробирок в колбу проводят в специальном помещении : боксе. Перед началом работы бокс дезинфицируют.

Пробирку передают в колбу с 0,5 л сусла и сбраживают при 30 °С в термостате. Через 20-24 часа бродящее сусло переливают в бутыль с 5 л стерильного сусла. Сусло, для проведения брожения в бутылках, по окончании осахаривания фильтруют через металлическое сито диаметром отверстий 1 мм. Далее сусло готовят вышеописанным методом и подкисляют серной кислотой до 0,65-0,7 °. Брожение сусла в бутылках проводят до концентрации 4-5% по сахаромеру при температуре 30 ° С. При концентрации 4-5 % дрожжи из бутылей переливают в маточник с осахаренным , простерилизованным и подкисленным суслом. Для разведения дрожжей в маточнике используют нефiltroванное сусло . Засевные дрожжи из бутылей в маточник задают в объёме 8-10% при температуре 29-30 °С ; температура складки составляет 22-24 °С. В процессе брожения температуру поддерживают на уровне 29-30 °С. Концентрация зрелых дрожжей должна составить 1/3 от первоначальной концентрации сусла.

Из маточника дрожжи передают для последующего размножения в дрожжанки.

#### *Приготовление производственных засевных дрожжей периодическим способом*

Сусло отбирают в дрожжанку из осахаривателя. Ферментный препарат дозируют из расчёта 9 ед.ГлС на 1г условного крахмала. Сусло для осахаривания выдерживают в течение 2 часов при температуре 58 °С и в течение 1 часа при температуре 64 °С (проба фильтрата сусла должна иметь жёлтое окрашивание ), после чего пастеризуют при 85 ° С 30 минут, охлаждают до температуры

50-52 °С и подкисляют серной кислотой до рН 3,8-3,6. В качестве дополнительного питания для дрожжей в сусло перед пастеризацией вносят карбамид из расчёта 700 грамм на 1 м<sup>3</sup> сусла . Карбамид вносят в растворённом виде .

После тщательного размешивания и охлаждения до температуры 30 ° С, в сусло задают засевные дрожжи в количестве 10 % по объёму сусла , затем охлаждают до температуры складки 22-28° С и оставляют на брожение. Температуру брожения поддерживают в пределах 29-30 °С. Дрожжи считают готовыми, когда концентрация сухих веществ в сбраживаемой среде составит 1/3 от исходного содержания , нарастание кислотности в производственных дрожжах не допускают.

При незначительном инфицировании производственных дрожжей производят их чистку серной кислотой . Зрелые дрожжи отбирают из дрожжанки в маточник , где подкисляют серной кислотой до рН 2,0-2,8 и выдерживают 30-40 минут . После чего засевные дрожжи из маточника передают в дрожжанку , где заранее готовят дрожжевое сусло, кислотность которого на 0,2 ° ниже по сравнению с обычной, а температура складки на 2 ° С выше.

Для увеличения объёма дрожжей готовые дрожжи передают в возбраживатель. Подготовку дрожжевого сусла в возбраживателе проводят при таких же параметрах, как и в дрожжанке. Сусло подкисляют до 0,35-0,5 ° серной кислотой.

### *Сбраживание*

Процесс брожения осуществляют в бродильных чанах циклическим методом . Брожение проводят в батарее бродильных чанов, где при одном цикле поток сбраживаемой массы движется из

чана в чан в одном направлении, а при следующем цикле в обратном направлении. Цикл состоит из трёх бродильных чанов. Все чаны снабжены переточными трубами. На переточных трубах установлена запорная арматура.

Производственные дрожжи подают из возбуждателя одновременно с суслом в головной чан. После заполнения первого чана бродящая масса по переточным коммуникациям заполняет последовательно все чаны батареи. После заполнения третьего бродильного чана, прекращают подачу сусла и ставят на брожение. Подачу сусла переводят в головной чан следующей батареи.

Расход дрожжей составляет 10-14 % по объёму сбраживаемого сусла, температура складки 20-28 °С. Масса в бродильных аппаратах бродит при температуре 29-31 °С. Температура дображивания 26-28 °С.

Через 48 часов после начала залива включают миксер для перемешивания бражки. Перемешивание проводят для полного дображивания. Продолжительность брожения составляет 48-72 часа. На перегонку в первую очередь направляют бражку из третьего бродильного чана батареи, потом последовательно из второго и из первого.

### *Показатели зрелой бражки*

Нормативными показателями зрелой бражки служат нарастание кислотности, количество несброженных углеводов, содержание спирта.

Процесс сбраживания контролируют по величине видимой плотности бражки, но оценивают по содержанию несброженных углеводов в зрелой бражке. Допустимый норматив содержания растворимых несброженных углеводов составляет 0,35- 0,45 г/100 см<sup>3</sup> бражки. Нарастание кислотности не должно превышать 0,2 град. Содержание спирта должно быть на уровне 7-9% объёмных (при переработке ячменя 6-8% объёмных).

## *Стерилизация, дезинфекция технологического оборудования и производственных помещений*

Производство спирта из крахмалистого сырья основано на биохимических процессах, поэтому для обеспечения нормальных условий, получения нормативных выходов и высоких качественных показателей спирта необходимо поддержание технически стерильных условий среды. Для борьбы с инфекцией осуществляют комплекс мероприятий, включающих антисептирование и стерилизацию продуктов, стерилизацию и дезинфекцию технологического оборудования, поддержание чистоты в помещениях.

Основные способы антисептирования и стерилизации полупродуктов и технологического оборудования приведены при описании технологического процесса получения спирта.

### *Отделение подработки зерна*

Подрабочное отделение оборудовано аспирационным устройством ВО-7, предотвращающим выделение пыли в помещение. Кроме ежедневной уборки, один раз в неделю проводят основную уборку цеха, во время которой удаляют пыль со стен, окон, балок и других труднодоступных мест. В случае длительной остановки всё неработающее оборудование, а так же бункера освобождают от зерновых продуктов. Оборудование очищают от грязи, камней, земли, соломы и прочих примесей при остановке завода на дезинфекцию.

### *Цех тепловой обработки сырья*

Полы , площадки ,стены покрытые плиткой моют каждую смену. Стены подбеливают известью через каждые две недели ,а при необходимости и чаще.

Ежесуточно проводят суточную дезинфекцию. При суточной дезинфекции из смесителя выкачивают замес , ополаскивают его и прокачивают насос горячей водой . Чанок замеса тщательно промывают и обрабатывают раствором хлорной извести. Осахариватель ,теплообменник , мерник для ферментов, расходный чанок освобождают от продуктов. Теплообменник прокачивают чистой водой и пропаривают при 100<sup>0</sup> С в течение 10 минут. Осахариватель, мерник для ферментов, расходный чанок промывают водой и пропаривают острым паром при температуре 100<sup>0</sup>С в течение 30 минут.

Один раз в декаду проводят генеральную дезинфекцию при которой смеситель , варочные колонны , паросепаратор , испарительную камеру ,осахариватель , теплообменник, мерник для ферментов , расходный чанок ферментов, трубопроводы так же освобождают от массы .

Варочные колонны, паросепаратор, испарительную камеру прокачивают горячей водой. Всё оборудование моют, пропаривают в том же режиме, что и при суточной дезинфекции.

Запорную арматуру на коммуникациях до пропарки моют и обрабатывают раствором хлорной извести.

### *Дрожжебродильное отделение*

Стены подбеливают известью в две недели раз. Полы, площадки, лестницы моют каждую смену. После освобождения бродильного чана от бражки, его промывают механической мойкой , промывают переливные коммуникации , гидрозатвор и домывают проточной водой со шланга.

Гидрозатвор заливают чистой водой . Бродильный чан парят острым паром при температуре 100° С в течение 30 минут.

Дрожжанки, возбуждители , после освобождения от дрожжей тщательно промывают проточной водой и пропаривают острым паром при температуре 100° С 30 минут. Перед перекачиванием дрожжей и после, все коммуникации промывают водой и пропаривают. Продолжительность пропаривания во всех случаях составляет не менее 30 минут.

Запорную арматуру разбирают, промывают и обрабатывают раствором хлорной извести.

До начала залива батареи и после залива, коммуникации в бродильном отделении промывают водой и пропаривают.

После освобождения ёмкостей для хранения ферментов, их тщательно промывают и пропаривают паром при температуре 100° С в течение 2 часов. Все коммуникации, до прима ферментных препаратов и после, прокачивают водой и пропаривают острым паром при температуре 100° С в течение 2 часов.

### **Расчет продуктов (смотреть в МУ к практическим занятиям )**

Задачей продуктового расчета является определение количества для заданной производительности основного и вспомогательного сырья, полуфабрикатов и отходов на разных стадиях производственного процесса. Расчет производится по сквозной технологической схеме, начиная с приемки сырья и заканчивая получением товарного продукта, независимо от того, какое отделение проектируется. По согласованию с руководителем могут быть опущены лишь некоторые последующие разделы расчета.

Расчет продуктов обычно сводится к определению расходов основного и вспомогательного сырья и количества получаемых промежуточных и конечных продуктов, а также отходов производства на каждой производственной стадии (операции).

Продуктовый расчет проводят на основании следующих исходных данных:

программы работы завода, ассортимента продукции (сводятся в таблицу), технологической схемы; показателей качества сырья, поступающего на переработку;

плановых норм предельно допустимых потерь на стадиях производства; количества продуктов, намеченных к выработке. Эти данные обычно берут из учебников, справочников, из нормативов проектных организаций, или на предприятии, где работает студент, выполняющий проект реконструкции данного производства.

Принятые в расчетах коэффициенты и нормы обосновываются ссылками на официальные источники, утвержденные компетентными органами, или заводские документы.

При расчете продуктов обязательно указываются стандарты на сырьё и материалы, и, если требуются, их важнейшие показатели.

Основой для расчета продуктов является: принятая технологическая схема и производительность. В спиртовом производстве производительность выражается в количестве дал вырабатываемого спирта.

Ассортимент сырья задается. Для определения выхода спирта из 1 т условного крахмала рассчитывается средневзвешенная крахмалистость сырья. Затем определяется количество условного крахмала, которое необходимо ввести в производство для получения 100 дал спирта.

Теоретический выход спирта из 1 т условного крахмала, равен 71,98 дал (выводится из уравнения спиртового брожения).

Практический выход спирта меньше теоретического, так как часть сбраживаемых углеводов и образующегося спирта теряется. Практический выход спирта колеблется от 81,5 до 93% от теоретического. Чем совершеннее технология и оборудование спиртового производства, тем меньше потери

сбраживаемых углеводов и спирта, тем больше практический выход приближается к теоретическому.

**Далее расчет подробно изучен в методических указаниях к практическим занятиям по дисциплине**

## **5.6 Расчет и подбор оборудования**

Расчет и подбор оборудования ведут на основании продуктового расчета. В случае применения нестандартного оборудования ведут полный расчет этого оборудования. При этом в спецификации указывают основные его характеристики (размеры, массу, материал). При использовании стандартного оборудования расчет сводится к определению количества этого вида оборудования. При этом для характеристики оборудования следует указывать только те данные, которые необходимы для последующих расчетов (габариты, масса, потребляемая мощность).

Расчет и подбор технологического оборудования осуществляется согласно принятой технологической схеме в последовательности технологического процесса, при этом следует руководствоваться последними достижениями науки и техники, принимать к установке прогрессивное высокопроизводительное оборудование. Перед выполнением этого раздела следует ознакомиться с литературой по данному вопросу.

### *ПРИМЕР РАСЧЕТА ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ*

#### ***1. Автомобилеразгрузчик***

В приемный бункер основного производства зерно из автомашин выгружают автомобилеразгрузчиками. Принимаем разгрузчик ГУАР - 30 со следующими техническими характеристиками:

Предельная грузоподъемность, включая массу автомобиля, т 30

Мощность электродвигателя, кВт 22

Длина, мм 16700



Ширина, мм 5460

Высота, мм 2220

Масса, кг 9460

***2. Приемный бункер для зерна.***

Суточная потребность завода во ржи:  $2911,7 \cdot 1500 / 100 = 43,7$  т. Исходя из этого вместимость бункера для заполнения с учетом графика работы завода с учетом коэффициента запаса,  $\text{м}^3$ :

$$V = Q_{\text{сут}} \cdot 1,1 / \rho \cdot 6,$$

Где  $Q_{\text{сут}}$  – суточный расход сырья, т;

$\rho$  – насыпная плотность,  $\text{т}/\text{м}^3$ .

$$V = 43,7 \cdot 1,1 / 0,68 \cdot 6 = 12 \text{ м}^3.$$

Полезная вместимость прямоугольного с пирамидальным днищем бункера определяется следующим образом:

$$V = a \cdot b \cdot H + 1/3 a \cdot b \cdot h,$$

Где  $a, b$  – стороны прямоугольника, м;

$H$  – высота прямоугольной части бункера, м;

$h$  – высота пирамидальной части бункера, м.

При  $a = b$  вместимость определяют по формуле,  $\text{м}^3$ :

$$V = a^2 \cdot (H + 1/3 \cdot h).$$

Уклон стенок днищ должен обеспечивать гравитационную разгрузку зернопродуктов. Этим условиям отвечает следующая зависимость между высотой днища и его размерами в плане при пирамидальном днище:

$$h = \left( \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{2} \right) \cdot \text{tg} \alpha, \text{ а при } a = b \quad h = a \times \left( \frac{\sqrt{2}}{2} \right) \times \text{tg} \alpha,$$

где  $\alpha$  – угол естественного откоса зерна, град. Для расчетов угол естественного откоса зернопродуктов принимается равным  $36^\circ$ ,  $\text{tg} 36^\circ = 0,7265$ , тогда при  $a = b = 1,5$  м:

$$h = 2 \sqrt{2} / 2 \text{tg} 36^\circ = 1 \text{ м},$$

$$H = \frac{V - a^2 \times 1/3 \times h}{a^2},$$

$$H = (12 - 2^2 \cdot 1/3 \cdot 1) / 2^2 = 2,6 \text{ м}.$$

Таким образом принимаем бункер с вместимостью  $12 \text{ м}^3$ , высотой прямоугольной части  $2,6$  м и высотой пирамидальной части  $1$  м.

**3. Конвейер ленточный** применяется для перемещения зернопродуктов горизонтально. Прост в устройстве, надежен в работе, несложен в уходе, имеет большую производительность и малый удельный расход энергии.

Определение толщины слоя:

$$\delta = a \cdot i + S1 + S2,$$

где  $a$  – толщина прокладок, мм ( $a = 1,25$ );

$i$  – число прокладок при ширине 400 мм,  $i = 4$ ;

$S1$  – толщина рабочей обкладки, мм,  $S1 = 1,5$  мм;

$S2$  – толщина неработающей обкладки, мм,  $S2 = 1,0$  мм.

$$\delta = 1,25 \cdot 4 + 1,5 + 1 = 7,5 \text{ мм.}$$

Длина ленточного транспортера определяется на месте, а производительность зависит в основном от скорости движения и ширины ленты и определяется по формуле

$$Q = 0,074 \cdot b^2 \cdot v \cdot 3600 \cdot \gamma,$$

где  $Q$  – производительность линии, т/ч;

$b$  – ширина ленты, м;  $b = 0,3-0,5$  м;

$v$  – скорость ленты, м/сек.;  $v = 0,5-1,5$  м/с;

$\gamma$  – объемный вес материала, т/м<sup>3</sup>.

$$Q = 0,074 \cdot 0,5^2 \cdot 0,3 \cdot 0,68 \cdot 3600 = 13,6 \text{ т/ч.}$$

Производительность выгнутой ленты, т/ч:

$$Q_{\text{вогн}} = Q \cdot 1,2.$$

$$Q_{\text{вогн}} = 0,016 \cdot 2 = 0,032 \text{ т/ч.}$$

Мощность на валу барабана необходимая для привода ленточного транспортера, кВт:

$$N = 0,736 \cdot Q \cdot L / K1,$$

где  $Q$  – производительность транспортера, т/ч;

$L$  – длина транспортера, м;

$K1$  – коэффициент расхода энергии,  $K=145$ .

$$N = 13,6 \cdot 15,6 / 145 \cdot 0,736 = 1,1 \text{ кВт.}$$

Техническая характеристика ленточного конвейера ЛТ - 6

Производительность т/ч :55

Ширина ленты, мм :500

Скорость ленты, м/с 0,8

Мощность электродвигателя, кВт: 2,8

Длина, мм :6100

Ширина, мм :1360

Высота, мм :2160

Масса, кг :518.

**4. Норью** для транспортировки зерна на очистку рассчитывают на максимальное часовое поступление зерна .

При транспортировании зерна производительность нории  $Q_1$ , будет следующей, т/ч:  $Q_1 = 0,76 \cdot Q \cdot r / 0,85$  ,

где  $Q$  – производительность нории согласно технической характеристики, т/ч;

$r$  – насыпная плотность транспортируемого зерна, т/м<sup>3</sup>;

0,85 – коэффициент использования нории.

$Q_1 = 50 \cdot 0,68 \cdot 0,76 / 0,85 = 30,4$  т/ч.

Техническая характеристика нории для зерна

Тип II -50/50

Производительность, т/ч 50

Скорость ленты, м/с 2,2

Ширина ленты, м/с 200

Электродвигатель, тип АО2-51-4

Мощность, кВт 7,5

Высота нории, м 60

Масса, кг 4262

### **5. Цепной конвейер**

Для горизонтального перемещения зерна устанавливаем со следующими техническими характеристиками:

Тип ТЦ-200

Производительность, т/ч 32,8—74,8

Мощность, кВт/ч 8-12

Длина, м, не более 700

Ширина цепи, мм 200

## **7. Силоса**

Рассчитаем необходимую вместимость силосного зернохранилища, для этого суточную производительность завода по ржи  $56,7 \text{ м}^3$  умножим на количество рабочих суток в месяц:

$$56,7 \cdot 30 = 1701 \text{ м}^3.$$

Принимаем вместимость силосов  $259 \text{ м}^3$ , тогда необходимое количество силосов:  $1701/259 = 5,65$ . Принимаем 6 силосов СМВУ 55.08.К45.В12 вместимостью  $259 \text{ м}^3$  с диаметром 5500 мм и высотой 14650 мм.

## **8. Емкость для зерна**

Суточная потребность завода в ржи:  $2911,7 \cdot 1500/100 = 43,7 \text{ т}$ . Исходя из этого вместимость бункера с учетом коэффициента запаса,  $\text{м}^3$  и режимом работы завода:

$$V = Q_{\text{сут}} \cdot 1,1 / \rho \cdot 2,$$

Где  $Q_{\text{сут}}$  – суточный расход сырья, т;

$\rho$  – насыпная плотность,  $\text{т/м}^3$ .

$$V = 43,7 \cdot 1,1 / 0,68 \cdot 2 = 31 \text{ м}^3.$$

Полезная вместимость прямоугольного с пирамидальным днищем бункера определяется следующим образом:

$$V = a \cdot b \cdot H + 1/3 a \cdot b \cdot h,$$

Где  $a, b$  – стороны прямоугольника, м;

$H$  – высота прямоугольной части бункера, м;

$h$  – высота пирамидальной части бункера, м.

При  $a = b$  вместимость определяют по формуле,  $\text{м}^3$ :

$$V = a^2 \cdot (H + 1/3 \cdot h).$$

Уклон стенок днищ должен обеспечивать гравитационную разгрузку зернопродуктов. Этим условиям отвечает следующая зависимость между высотой днища и его размерами в плане при пирамидальном днище:

$$h = \left( \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{2} \right) \operatorname{tg} \alpha, \text{ а при } a=b \quad h = a \times \left( \frac{\sqrt{2}}{2} \right) \times \operatorname{tg} \alpha,$$

где  $\alpha$  - угол естественного откоса зерна, град. Для расчетов угол естественного откоса зернопродуктов принимается равным  $36^\circ$ ,  $\operatorname{tg} 36^\circ = 0,7265$ , тогда при  $a=b=2,5$  м:

$$h = 3 \sqrt{2} / 2 \operatorname{tg} 36^\circ = 1,54 \text{ м},$$

$$H = \frac{V - a^2 \times 1/3 \times h}{a^2},$$

$$H = (36 - 3^2 \times 1/3 \times 1,54) / 3^2 = 3,48 \text{ м}.$$

Таким образом, принимаем бункер с вместимостью  $36 \text{ м}^3$ , высотой прямоугольной части  $3,48 \text{ м}$  и высотой пирамидальной части  $1,54 \text{ м}$ .

**11. Дробилка.** Для измельчения зерна используются молотковые дробилки.

Техническая характеристика молотковой дробилки для зерна

Тип ДДМ

Производительность  $5 \text{ т/ч}$

Мощность электродвигателя, кВт  $55$

Количество, шт  $2$

Длина, мм  $1980$

Ширина, мм  $1440$

Высота, мм  $1685$

Масса, кг  $1960$

**12. Емкость для помола.** Объем бункера принимаем из расчета  $3 \text{ м}^3$  на каждую тонну дробленого зерна, т.е. полезная вместимость будет равна  $3 \times 5 = 15 \text{ м}^3$ . Полезная вместимость прямоугольного с пирамидальным днищем бункера определяется следующим образом:

$$V = a \times b \times H + 1/3 a \times b \times h,$$

Где  $a, b$  - стороны прямоугольника, м;

$H$  - высота прямоугольной части бункера, м;

$h$  - высота пирамидальной части бункера, м.

При  $a=b$  вместимость определяют по формуле,  $\text{м}^3$ :

$$V=a^2*(P+1/3*h).$$

$$h=(\frac{\sqrt{a^2+b^2}}{2})tg\alpha, \text{ а при } a=b \quad h=a\times(\frac{\sqrt{2}}{2})\times tg\alpha,$$

где  $\alpha$  - угол естественного откоса зерна, град. Для расчетов угол естественного откоса помола принимается равным  $60^\circ$ ,  $tg60^\circ=1,732$ , тогда при  $a=b=1,5$  м:

$$h=1,5 \frac{\sqrt{2}}{2} tg\alpha=1,84 \text{ м},$$

$$H=\frac{V-a^2\times 1/3\times h}{a^2},$$

$$H=(15-1,5^2\times 1/3\times 1,84)\times 1,5^2=4,2 \text{ м}.$$

Принимаем емкость вместимостью  $15 \text{ м}^3$ , с высотой пирамидальной части  $4,2$  м и высотой прямоугольной части  $4,2$  м.

### **13. Сборник приготовления замеса.**

Количество замеса, развариваемого в течение часа, кг/ч:

$$G=\Pi\times m\times r/24,$$

где  $\Pi$  – условная производительность спиртзавода, дал/сут;

$m$  – количество замеса, м<sup>3</sup>/дал;

$\rho$  – плотность замеса, кг/м<sup>3</sup>.

$$G=1500\times 1030\times 0,1135/24=7306,56 \text{ кг/ч}.$$

Необходимый объем варочного аппарата, м<sup>3</sup>:

$$V=G\times \tau/\varphi\times \rho,$$

где  $\tau$  – продолжительность разваривания, ч:

$\varphi$  - коэффициент заполнения аппарата:

для колонного аппарата  $\varphi = 0,75 - 0,85$ .

$$V=7306,56\times 0,16/1030\times 0,8=1,45 \text{ м}^3$$

Геометрические размеры смесителя найдем из следующего равенства:

$$V=\pi D^2/4\times H+1/3 \pi D^2/4,$$

$$0,8635\times D^3+0,26D^2=1,45$$

$$D=1,1 \text{ м};$$

$$h=0,4\times 1,1=0,44 \text{ м};$$

$H=1,1 \cdot D=1,21$  м.

Техническая характеристика смесителя-предразварника

Марка, тип Л4.ВП-10

Общий объем, м<sup>3</sup> 3,0

Частота вращения вала, об/мин 32

Диаметр шнековой мешалки, мм 800

Мощность приводного электродвигателя, кВт 4,0

Габаритные размеры, мм 6200\*1070\*1500

Масса, кг 2140

#### ***14. Сборник – дозатор ферментных препаратов***

Принимаем дозатор щелевой

Объем, м<sup>3</sup> 0,05

Масса, кг 70

***Габаритные размеры, мм 890 x 935 x 408***

#### ***15. Ловушка***

Принимаем ловушку со следующими техническими характеристиками:

Вместимость, м<sup>3</sup> 0,25

Габаритные размеры, мм 664\*640\*1750

Масса, кг 133

#### ***16. Насос плунжерный***

Насос для перекачивания замеса рассчитывается, исходя из производительности смесителя:

$G = \Pi \cdot 60 / 10$ , м<sup>3</sup>/ч,

$G = 177 / 2 \cdot 4 = 22,125$  м<sup>3</sup>/ч.

Принимаем 2 насоса вертикальных двухплунжерных АНВ-125

Производительность двух плунжеров, м<sup>3</sup>/ч 12,8;

Создаваемый напор, Па  $6,3 \cdot 10^5$ ;

Мощность электродвигателя, кВт 4

Длина, мм 900

Ширина, мм 804



Высота, мм 1400

Масса, кг 722

### 17. Головка контактная

Количество тепла, необходимого для разваривания массы  $Q$  от  $t_1=51^\circ\text{C}$  до  $t_2=70,5^\circ\text{C}$ , (кДж/ч.):

$$Q=G \cdot c \cdot (t_2 - t_1),$$

Где  $G$  – количество замеса, развариваемое в течение часа, кг;

$c$  – удельная теплоемкость массы, кДж/(кг\*К);

$t_1$  – начальная температура массы, поступающей на разваривание  $^\circ\text{C}$ ;

$t_2$  – температура разваривания в аппарате,  $^\circ\text{C}$ ;

$$Q=7306,56 \cdot 3,63 \cdot (70,5 - 51) = 517194,8 \text{ кДж/ч.}$$

Острый пар расходуется в контактной головке для подогрева замеса до температуры разваривания, расход острого пара определяется по формуле:

$$D=Q/(i - i_k), \text{ кг/ч}$$

где  $i$  – удельная энтальпия пара при  $51^\circ\text{C}$ , кДж/кг;

где  $i_k$  – удельная энтальпия конденсата при  $70,5^\circ\text{C}$ , кДж/кг;

$$D=517194,8/(2767 - 296,17) = 209,3 \text{ кг/ч.}$$

Объемный расход пара на разваривание  $V_{\text{п}}$  ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) равен:

$$V_{\text{п}}=D \cdot \gamma,$$

Где  $\gamma$  – удельный объем пара, поступающий в контактную головку,  $\text{м}^3/\text{кг}$ .

$$V_{\text{п}}=209,3 \cdot 11,561 = 2419,7 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Скорость истечения пара из отверстий контактной головки  $W_{\text{п}}$  (м/с):

$$W_{\text{п}}=44,7 \cdot K_c \cdot \sqrt{(i_1 - i_2)},$$

Где  $K_c$  – коэффициент скорости, равен 0,9;

$i_1$  – удельная энтальпия пара при входе в отверстие, кДж/кг;

$i_2$  – удельная энтальпия пара при выходе из отверстия при температуре нагревания массы, кДж/кг.

$$W_{\text{п}}=44,7 \cdot 0,9 \cdot \sqrt{2767 - 2626,5} = 477,2 \text{ м/с.}$$

Суммарная площадь отверстий в контактной головке  $\sum f$  ( $\text{м}^2$ ) равна:

$$\sum f = V_{\Pi} / 3600 * W_{\Pi},$$

$$\sum f = 2419,7 / 3600 * 477,2 = 0,0014 \text{ м}^2.$$

Число отверстий при заданной площади  $f_0$  (м<sup>2</sup>) одного отверстия:

$$Z = \sum f / f_0,$$

$$f_0 = \pi * D^2 / 4 = 3,14 * 0,005^2 / 4 = 0,000019 \text{ м}^2.$$

$$Z = 0,0014 / 0,000019 = 74 \text{ отверстия}.$$

Площадь живого сечения для прохода массы в контактной головке  $f_r$  (м<sup>2</sup>):

$$f_r = G / W_m * \rho,$$

где  $W_m$  – скорость движения массы в контактной головке, равна 0,2-0,25 м/с;

$\rho$  – плотность замеса, кг/м<sup>3</sup>;

$$f_r = 7306,56 / 0,2 * 1030 = 35,45 \text{ м}^2.$$

Техническая характеристика контактной головки

Давление рабочее, МПа 0,6

Объем, м<sup>3</sup> 0,0615

Масса, кг 240

Габаритные размеры, мм 1061 x 555 x 485

**18. Аппарат гидродинамической обработки 1 ступени** оборудован двухлопастной мешалкой на вертикальном валу, обеспечивающей перемешивание в аппарате.

Давление рабочее, МПа атмосферное

Температура рабочей среды, оС 70

Объем, м<sup>3</sup> 35

Масса, кг 5257

Мощность установленного электродвигателя, кВт 30

Частота вращения мешалки, об/мин 750

Габаритные размеры, мм 3618 x 3618 x 7075

### **19. Насос плунжерный**

Производительность насоса рассчитываем, исходя из производительности аппарата ГДФО – 1.

$$G = 35 * 0,8 / 2 = 14 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Насос вертикальный двухплунжерный АНВ-125

Производительность двух плунжеров, м<sup>3</sup>/ч 16;

Создаваемый напор, Па  $5 \cdot 10^5$ ;

Мощность электродвигателя, кВт 4

Длина, мм 900

Ширина, мм 804

Высота, мм 1400

Масса, кг 722

**20. Аппарат ферментативной обработки 2 ступени** оборудован рамной мешалкой на вертикальном валу, обеспечивающей перемешивание в аппарате.

Давление рабочее, МПа гидростатическое

Температура рабочей среды, °С до 95

Объем, м<sup>3</sup> 9

Масса, кг 3225

Мощность установленного электродвигателя, кВт 11

Частота вращения мешалки, об/мин 59

Габаритные размеры, мм 8100 x 2160 x 2165

**21. Ловушка.**

Принимаем согласно позиции 15

**22. Насос плунжерный**

Подбираем насос, исходя из производительности аппарата ГДФО -2.

$G = 9 \cdot 0.8 \cdot 60 / 40 = 10,8 \text{ м}^3/\text{ч}.$

Устанавливаем насос вертикальный двухплунжерный АНВ-125

Производительность двух плунжеров, м<sup>3</sup>/ч 12,8;

Создаваемый напор, Па  $6,3 \cdot 10^5$ ;

Мощность электродвигателя, кВт 4

Длина, мм 900

Ширина, мм 804

Высота, мм 1400

Масса, кг 722

**23. Головка контактная** предназначена для нагрева замеса.

Количество тепла, необходимого для разваривания массы  $Q$  от  $t_1=70,5^\circ\text{C}$  до  $t_2=102^\circ\text{C}$ , (кДж/ч.):

$$Q=G \cdot c \cdot (t_2 - t_1),$$

$$Q=7306,56 \cdot 3,63 \cdot (102 - 70,5) = 835468,6 \text{ кДж/ч.}$$

Острый пар расходуется в контактной головке для подогрева замеса до температуры разваривания, расход острого пара определяется по формуле:

$$D=Q/(i - i_k), \text{ кг/ч}$$

$$D=835468,6/(2627 - 427,56) = 379,86 \text{ кг/ч.}$$

Объемный расход пара на разваривание  $V_{\text{п}}$  ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) равен:

$$V_{\text{п}}=D \cdot \gamma,$$

$$V_{\text{п}}=379,86 \cdot 4,9607 = 1884,4 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Скорость истечения пара из отверстий контактной головки  $W_{\text{п}}$  (м/с):

$$W_{\text{п}}=44,7 \cdot K_c \cdot \sqrt{(i_1 - i_2)},$$

$$W_{\text{п}}=44,7 \cdot 0,9 \cdot \sqrt{2682,2 - 2627} = 298,89 \text{ м/с.}$$

Суммарная площадь отверстий в контактной головке  $\sum f$  ( $\text{м}^2$ ) равна:

$$\sum f = V_{\text{п}} / 3600 \cdot W_{\text{п}},$$

$$\sum f = 1884,4 / 3600 \cdot 298,89 = 0,00175 \text{ м}^2.$$

Число отверстий при заданной площади  $f_0$  ( $\text{м}^2$ ) одного отверстия:

$$Z = \sum f / f_0,$$

$$f_0 = \pi \cdot D^2 / 4 = 3,14 \cdot 0,005^2 / 4 = 0,000019 \text{ м}^2.$$

$$Z = 0,00175 / 0,000019 = 92 \text{ отверстия.}$$

Техническая характеристика контактной головки

Давление рабочее, МПа 0,6

Объем,  $\text{м}^3$  0,0615

Масса, кг 240

Габаритные размеры, мм 1061 x 555 x 485

**24. Стерилизатор трубчатый** предназначен для дополнительной обработки массы путем выдержки массы в течение 5-6 минут при  $100-110^\circ\text{C}$ .

Объем, м<sup>3</sup> 1,5

Масса, кг 2368

Габаритные размеры, мм 850 x 3262 x 7100

**25. Паросепаратор – выдерживатель** предназначен для отделения пара при выдувании, конструктивно представляет собой выдерживатель уменьшенного объема для выдерживания массы. Объем рассчитан на выдержку массы в течение 15-20 минут с целью выравнивания возможной неравномерности разваривания сырья.

Объем аппарата составит, м<sup>3</sup>:

$$V = G \times \tau / \rho \times 24 \times \varphi ,$$

где G – количество разваренной массы, кг;

$\tau$  - время пребывания, 20-60 минут;

$\rho$ - плотность разваренной массы, кг/м<sup>3</sup>;

$\varphi$  - коэффициент заполнения,  $j = 0,3 - 0,4$ .

$$V = 7306,56 \times 30 / 1028 \times 0,4 \times 24 = 22,2 \text{ м}^3$$

При круглом сечении аппарата его сечение определяется по формуле, м<sup>2</sup>:

$$F = \pi \times D^2 / 4 ,$$

где F – сечение аппарата, м<sup>2</sup>;

D принимается по технической характеристике выдерживателя-паросепаратора.

$$F = 3,14 \times 1,7^2 / 4 = 2,27$$

Скорость перемещения продукта определяется из формулы

$$F = G / 3600 \times \rho \times W ,$$

где W – скорость перемещения продукта, 0,3 м/с.

$$W = 7306,56 / 3600 \times 1028 \times 0,3 = 0,006$$

Длина рабочей части аппарата

$$L = W \times t .$$

$$L = 0,3 \times 30 = 9 \text{ м}$$

Тогда общая высота аппарата, м:

$$H = L / \varphi ,$$

где  $\varphi$  - коэффициент заполнения,  $j = 0,35 - 0,4$ .

$$H=9/0,4=22,5$$

Принимаем паросепаратор – выдерживатель со следующими техническими характеристиками

Объем, м<sup>3</sup> 11,5

Масса, кг 2744

Габаритные размеры, мм 5870 x 3185 x 2450

## **26. Вакуум – осахариватель**

Охлаждение разваренной массы с целью интенсификации этого процесса производят под вакуумом. При этом из массы благодаря самоиспарению выделяется пар, на образование которого затрачивается тепло разваренной массы, в результате чего масса охлаждается. Охлаждение массы происходит практически мгновенно, что создает оптимальные и стабильные условия для осахаривания.

Объем осахаривателей при вакуум-охлаждении рассчитывается исходя из времени пребывания в нем массы 5 минут. Отношение высоты к диаметру 1,2-1,25. Объем осахаривателей первой ступени определяется из расчета пребывания в нем массы 30-60 минут; коэффициент заполнения равен 0,8. Минимальный объем осахаривателя первой ступени 3м<sup>3</sup>. Поверхность теплообмена змеевика может быть определена из условия 4м<sup>2</sup> на 1м<sup>3</sup> разваренной массы, проходящей за 1 час через осахариватель. Скорость воды в змеевике 0,8 – 1 м/сек. Высота цилиндрической части аппарата принимается равной 0,5 диаметра осахаривателя.

Объем осахаривателя определяется по следующей формуле:

$$V=G \cdot t / \rho \cdot \varphi,$$

Где G – количество разваренной массы, кг;

t – время пребывания массы, ч;

$\rho$  – плотность массы, кг/м<sup>3</sup>;

$\varphi$  – коэффициент заполнения.

$$V=7306,56 \cdot 0,5 / 1028 \cdot 0,8=4,4 \text{ м}^3$$

$$V \text{ массы}=0,1138 \cdot 1500 / 24=7,1 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Поверхность теплообменника змеевика:

$$F=7.1 \cdot 4 / 1=28,4 \text{ м}^2.$$

Техническая характеристика осаживателя

Тип СП-373

Общий объем, м³ 4,75

Диаметр, мм 1500

Давление абсолютное 0,2Па

Количество, шт 1

Мощность установленного электродвигателя, кВт 1,5

Частота вращения мешалки, об/мин 50

Масса, кг 112

Габаритные размеры, мм 2800\*1962\*1660

### **27. Конденсатор барометрический.**

В конденсаторе пар, выделившийся в испарительной камере, смешивается с водой.

Количество вторичного пара, выделяющегося в испарительной камере, рассчитывается по уравнениям:

$$G_{\text{п}} = G_{\text{м}} \times c \times (t_{\text{к}} - t_{\text{н}}) / r - c_{\text{тн}},$$

где  $t_{\text{к}}$  и  $t_{\text{н}}$  – начальная и конечная температура среды, °С;

$c$  – удельная теплоемкость продукта, кДж/кг·°С;

$G_{\text{м}}$  – количество продукта, кг;

$r$  – скрытая теплота парообразования, кДж/кг.

$$G_{\text{п}} = 7298,8 \times 3,63 \times (102 - 58) / (2255,2 - 3,63 \times 58) = 570,15 \text{ кг/ч}$$

Расход воды на конденсацию пара в конденсаторе, кг:

$$W = D \times (i - c_{\text{в}} \times t_{\text{б}}) / c_{\text{в}} \times (t_{\text{б}} - t_1),$$

где  $D$  – количество пара, поступающего в конденсатор, кг/ч;

$i$  – теплосодержание пара, кДж/кг;

$t_1$  – температура поступающей воды, °С;

$c_{\text{в}}$  – удельная теплоемкость воды;  $c_{\text{в}} = 4,1868 \text{ кДж/кг} \times \text{град}$ ;

$t_{\text{б}}$  – температура уходящей из конденсатора воды, °С.

Температуру  $t_{\text{б}}$  принимаем ниже температуры поступающего пара в состоянии насыщения на 2-3 град.

$$W = 570,15 \times (2604,46 - 4,1868 \times 55) / 4,1868 \times (55 - 20) = 9237,5 \text{ кг/ч}$$

Удельный расход воды

$$g = W/D,$$

$$g = 9237,5/570,15 = 16,2 \text{ кг/кг}.$$

Количество несконденсировавшихся газов определяют по эмпирической формуле, кг/ч:

$$ДТ = 0,000025 \cdot W + 0,008025 \cdot Д.$$

$$ДТ = 0,000025 \cdot 9237,5 + 0,008025 \cdot 570,15 = 4,806 \text{ кг/ч}$$

Температуру несконденсировавшихся газов также определяют по эмпирической формуле, °С:

$$t_2 = 0,9 \times t_1 + 0,1 \times t_B + 4.$$

$$t_2 = 0,9 \cdot 20 + 0,1 \cdot 55 + 4 = 27,5 \text{ °С}$$

Диаметр конденсатора определяется из уравнения расхода пара, м:

$$Д \times V_{\Pi} = \pi \times d^2 / 4 \times W_{\Pi} \times \phi;$$

где Д – расход пара через сечение конденсатора, кг/с;

$V_{\Pi}$  – удельный объем сухого насыщенного пара, м<sup>3</sup>/кг при температуре насыщения, соответствующей разрежению 80-81 кг/м<sup>2</sup>;

$W_{\Pi}$  – допустимая скорость пара в конденсаторе, принимается равной 35-55 м/с;

$\phi$  – коэффициент, учитывающий свободное сечение конденсатора для прохода пара, принимается 0,3-0,33.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot D \cdot V_{\Pi}}{\pi \cdot W_{\Pi} \cdot \phi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,16 \cdot 18,45}{3,14 \cdot 35 \cdot 0,3}} = 0,6 \text{ м}$$

Количество полок в конденсаторе принимается равным 6, расстояние между полками определяется как 0,4, тогда общая высота конденсатора:

$$H = 0,4 \times d \times (n - 1) + h_1 + h_2,$$

где n – число полок конденсатора;

$h_1$  – расстояние от верхней полки до верхнего днища, м  $h_1 = 0,7$  м;

$h_2$  – расстояние от нижнего днища до нижней полки, м  $h_2 = 0,4$  м.

$$H = 0,4 \cdot 0,6 \cdot (6 - 1) + 0,7 + 0,4 = 2,3 \text{ м}$$

Диаметр барометрической трубы принимается исходя из скорости движения в ней воды  $W_6 = 1$  м/с.



$$D_B = \sqrt{4 * (W + D) / \pi * W_b}$$

$$D_B = 1,86 \text{ м}$$

Общая высота барометрической трубы, м:

$$H_B = H_0 + H_1,$$

где  $H_0$  – высота столба воды, соответствующая создаваемому в конденсаторе разрежению, м:

$$H_0 = 10,33 \times b / 760 ,$$

где  $b$  - разрежение в конденсаторе, Па;

$H_1$  - часть высоты барометрической трубы, складывающаяся из высоты на возможные колебания уровня, высоты напора для преодоления гидравлических сопротивлений, высоты трубы, погруженной под уровень в сборнике воды, м;  $H_1 = 1,7 - 1,9 \text{ м}$ .

$$H_0 = 10,33 * 735,9 / 760 = 10 \text{ м},$$

$$H_B = 10 + 1,8 = 11,8 \text{ м}$$

Техническая характеристика барометрического конденсатора

Объем, м<sup>3</sup> 2,5

Масса, кг 915,5

Габаритные размеры, мм 2765 x 1755 x 1392

## **28. Сборник для барометрической воды**

Принимаем сборник со следующими техническими характеристиками

Объем, м<sup>3</sup> 1,25

Масса, кг 227

Габаритные размеры, мм 2245 x 1180 x 1100

## **29. Насос водокольцевой**

Принимаем водокольцевой насос, который обладает положительными качествами поршневых и центробежных насосов, отличается компактностью, простотой конструкции и имеет следующие технические характеристики:

Тип ВВН – 3

Производительность, м<sup>3</sup>/мин 3,2

Мощность электродвигателя, кВт 5,56

Количество, шт 2

### **31. Насос плунжерный**

Производительность насоса рассчитываем, исходя из производительности вакуум – осахаривателя.

$$G=0,1138*60/30=0,23 \text{ м}^3/\text{ч}$$

### **32. Теплообменник типа “труба в трубе”**

Осахаренная масса охлаждается в теплообменнике типа «труба в трубе». По внутренней трубе движется масса по кольцевому сечению, между внутренней и наружной трубами движется вода. Движение массы и воды противоточные. Задачей расчета является определение охлаждающей воды и поверхности охлаждения. Количество тепла, отводимого от охлаждаемой массы, Вт:

$$Q = G_m \times c_m \times (t_1 - t_2) ,$$

где  $G_m$  – количество массы, кг/ч;

$c_m$  – удельная теплоемкость массы, кДж/кг×град;

$t_1$  и  $t_2$  – начальная и конечная температура массы, °С.

$$Q=7124,7*3,63*(58-30)=724154,5 \text{ Вт}$$

Расход охлаждающей воды

$$W = Q / (t'_2 - t'_1) \times c' ,$$

где  $t'_2$  -температура воды, уходящей из теплообменника, °С; принимается температура на 10-15°С ниже температуры массы, поступающей на охлаждение;

$t'_1$  - температура воды, поступающей на охлаждение, °С; принимается температура на 5 °С ниже температуры, с которой масса уходит из теплообменника, температура массы после охлаждения равна температуре –складки||;  $c'$  - удельная теплоемкость воды;  $c' = 4,1868$  кДж/кг×град;

$$W=201,15/4,16868(48-25)=2,08 \text{ кг/с.}$$

Поверхность охлаждения теплообменника, м<sup>2</sup>:

$$F = Q / \kappa \times \Delta t ,$$

где  $Q$  – тепловая нагрузка на теплообменник, Вт;

$\kappa$  – коэффициент теплопередачи, Вт/м<sup>2</sup>×град;

$\Delta t$  - средняя разность температур при противоточном движении массы и

охлаждающей воды, °C:

$$\Delta t = (\Delta t_n - \Delta t_k) / 2.3 \lg \frac{\Delta t_n}{\Delta t_k},$$

$$\Delta t = (28 - 23) / 2.3 \lg 28 / 23 = 5 / 0.196 = 2,5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Коэффициент теплопередачи от массы к воде, Вт/м<sup>2</sup>×град:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}},$$

где  $\alpha_1$  – коэффициент теплоотдачи от массы к стенке внутренней трубы,

Вт/м<sup>2</sup>×град;

$\alpha_2$  – коэффициент теплоотдачи от стенки внутренней трубы к охлаждающей воде,

Вт/м<sup>2</sup>×град;

$\lambda$  – коэффициент теплопроводности материала труб теплообменника для стали 58,

Вт/м<sup>2</sup>×град;

$\delta$  – толщина стенки трубы, м  $d = 0,004$  м.

Критерий Рейнольдса для массы, протекающей по внутренней трубе:

$$Re = w \times d / \nu,$$

где  $d$  – внутренний диаметр трубы, по которой течет масса, м;

$w$  – скорость течения массы по трубе, м/с;

$\nu$  – коэффициент кинематической вязкости массы, м<sup>2</sup>/с.

$$Re = 0,081 \times 0,18 / 0,7 \times 10^{-6} = 2082806$$

$$W = 4 \times V_M / 3600 \times 1024 \times 2 \pi \times d^2 = 4 \times 6931,2 / 3600 \times 1024 \times 2 \times 3,14 \times 0,081^2 = 0,18 \text{ м/с}$$

Критерий Нуссельта определяется следующим образом:

$$Nu = 0,008 \times Re^{0.9} \times Pr^{0.43} = 0,008 \times 20828.6^{0.9} \times 0.001^{0.43} = 61,64 \times 0,05 = 3,16,$$

$$\text{Где } Pr = \mu \times l / \lambda = 0,7 \times 10^{-3} \times 3,64 / 2,4 = 0,001 \text{ Вт/м}^2\text{K},$$

$$\Lambda = 0,3 \times 10^{-4} \times C_M \times \rho \sqrt{\rho / \mu} = 0,3 \times 10^{-4} \times 3,64 \times 1024 \sqrt{\frac{1024}{2,19}} = 2,4 \text{ Вт/м}^2\text{K},$$

$$M = 1 / (0,19 / m_1 + 0,81 / m_2) = 1 / (0,19 / 342 + 0,81 / 18) = 1 / 0,0456 = 2,19$$

$$\mu = \nu \times \rho = 0,7 \times 10^6 \times 1024 = 0,0007 \text{ Па} \cdot \text{с},$$

где  $c_m$  – теплоемкость массы, равная 3,64 кДж/кг\*К;

$\rho$  – плотность, кг/м<sup>3</sup>,

М – средняя молекулярная масса жидкости,

М1 м2 – молекулярные массы мальтозы и воды.

$$\alpha_1 = 0,008(\lambda/d) * Re^{0.9} * Pr^{0.43} = 0.008 * \frac{2.4}{0.081^2} * 20828^{0.9} * 0.001^{0.43} = 2.9 * 7705.2 * 0.051 = 1139,6$$

$$\alpha_2 = 0,023\left(\frac{\lambda}{dn}\right) * \left(\frac{D}{D-dn}\right)^{0.45} * Re^{0.45} * Pr^{0.4} = 0,023 * (2.4/0.089) * (0.18/(0.18-0.089))^{0.45} * 72411.4^{0.45} * 0.001^{0.4} = 0,62 * 1,36 * 7724,1 * 0,0$$

$$0.023 * (2.4/0.089) * (0.18/(0.18-0.089))^{0.45} * 72411.4^{0.45} * 0.001^{0.4} = 410,94,$$

$$Re = w * d\epsilon * \rho / \mu = 0,18 * 0,275 * 1024 / 0,0007 = 72411,4$$

$$d\epsilon = \frac{(D^2 - dn^2)}{dn} = (0,18^2 - 0,089^2) / 0,089 = 0,275 \text{ м},$$

где dn – наружный диаметр внутренней трубы, м;

D – внутренний диаметр наружной трубы, м;

dε-эквивалентный диаметр кольцевого сечения трубы теплообменника, м. тогда

$$K = \frac{1}{\frac{1}{1139,6} + \frac{0,004}{58} + \frac{1}{410,94}} = \frac{1}{0,002} = 500 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град}$$

Техническая характеристика теплообменника (при одноступенчатом вакуум-охлаждении)

Тип – Труба в трубе Т-203011

Поверхность, м<sup>2</sup> 72

Диаметр труб, мм 89 х 4; 188 х 4

Количество, шт 1

### 33. Насос

Производительность насоса рассчитываем следующим образом:

$$G = 2,3 * 0,8 / 12 = 0,15 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Техническая характеристика насоса:

Тип ОНВ – 1-0

Производительность, м<sup>3</sup>/ч 0,7

Мощность электродвигателя, кВт 1,1

Длина, мм 955

Ширина, мм 250

Высота, мм 300

Давление, МПа 0,5

Диаметр, мм 50

#### **34. Емкость для ферментов**

Принимаем 2 емкости со следующими техническими характеристиками:

Объем, м<sup>3</sup> 1,6

Мощность установленного электродвигателя, кВт 1,5

Частота вращения мешалки, об/мин 50

Масса, кг 1112

Габаритные размеры, мм 2800 x 1962 x 1660

#### **35. Емкость для антисептика**

Принимаем емкость со следующими техническими характеристиками:

Объем, м<sup>3</sup> 0,24

Масса, кг 191

Габаритные размеры, мм 1600 x 985 x 780

#### **36. Насос**

Производительность насоса  $G=8 \cdot 0,75/12=0,5$  м<sup>3</sup>/ч

Принимаем насос со следующими техническими характеристиками:

Тип ОНЦ-1-12,5/20-ОХ

Производительность, м<sup>3</sup>/ч 12,5

Давление, МПа 0,2

Мощность электродвигателя, кВт 2,2

Длина, мм 420

Ширина, мм 298

Высота, мм 360

Диаметр патрубка, мм 35

### **5.6 Расчет потребности воды, энергии, отопления**

#### ***Водоснабжение и канализация***

Предприятие обеспечено достаточным количеством воды питьевого

качества; расчет потребности в воде производится в соответствии с СНиП 2.04.01-85 «Внутренний водопровод и канализация зданий» .

В зависимости от назначения производственные здания оборудуются следующими системами водоснабжения: хозяйственно-питьевыми, противопожарными, производственными.

Водоснабжение предприятия осуществляется присоединением его к централизованной сети водопровода.

Качество воды, используемой для технологических, питьевых и хозяйственно-бытовых нужд, соответствует требованиям ГОСТ 2874-82\* «Питьевая вода» .

За качеством воды, подаваемой в производственные цеха, установлен систематический контроль в сроки, согласованные с учреждениями Госсанэпидслужбы.

Помещения, в которых установлены резервуары для запасной воды, изолированы, опломбированы и содержаться в чистоте.

Каждый резервуар для питьевой воды закрывается крышкой, пломбируется и маркируется.

Очистка и дезинфекция водяных баков производится не реже одного раза в квартал. Дата обработки регистрируется в специальном журнале.

В производственных помещениях предусматривается:

- обеспечение холодной и горячей водой питьевого качества с установкой смесителей у точек водоразбора;

- смывные краны для уборки помещений из расчета один кран на  $500 \text{ м}^2$  площади, но не менее одного крана на помещение;

- раковины для мытья рук в цехах с подводкой холодной и горячей воды со смесителем и постоянным наличием мыла (дезинфицирующего раствора), полотенца. Раковины расположены в каждом производственном цехе в местах, удобных для пользования ими.

Для питьевых целей установлены питьевые бачки на расстоянии не более 70 м от рабочего места.

Температура питьевой воды в пределах 8-20 °С.

Вода в бачках заменяется ежедневно. Очистка и дезинфекция проводится не реже 1 раза в неделю.

Для системы горячего водоснабжения используется вода, отвечающая требованиям ГОСТ 2874-82\* «Питьевая вода».

Не допускается использование горячей воды из системы водяного отопления для технологических процессов, санитарной обработки оборудования и помещений.

Устройство системы канализации предприятия соответствует требованиям СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения» и СНиП 2.04.01-85 «Внутренний водопровод и канализация зданий», а также - требованиям СанПиН 2.3.4.704-98 «Производство спирта этилового ректификованного и ликероводочных изделий» .

Для удаления производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод завод присоединен к общей канализации. В корпусах предусмотрены две системы канализации: производственную и бытовую. Для сбора и удаления атмосферных осадков предусмотрена ливневая канализация.

Контроль за санитарно-техническим состоянием очистных сооружений возлагается на техническую службу предприятия.

### ***Отопление, вентиляция и кондиционирование***

Система отопления должна отвечать требованиям СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» .

В качестве источника теплоснабжения спиртового завода служит централизованное теплоснабжение г.Сибай.

Все производственные и вспомогательные помещения спиртового предприятия отапливаются. Температурный режим поддерживается в соответствии с действующими санитарными нормами и правилами.

В неотапливаемых складах отопление устраивается лишь в подсобных помещениях для длительного пребывания обслуживающего персонала (в течение

рабочего дня). Отопление складов предусматривается при необходимости поддержания в них определенной температуры, необходимой для режима хранения продуктов или материалов.

Оборудование, паропроводы, трубопроводы горячей воды и другие источники значительных выделений конвекционного и лучистого тепла имеют теплоизоляцию, температура, на поверхности которой, не превышает 45°C.

В производственных и вспомогательных зданиях и помещениях предусматривается естественная, приточно-вытяжная и аварийная вентиляция и кондиционирование воздуха в соответствии с требованиями «Санитарных норм проектирования промышленных предприятий», СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

В производственных и вспомогательных помещениях средствами отопления, вентиляции (или кондиционирования) создана благоприятная воздушная среда:

- для здоровья и работоспособности персонала;
- сохранения продуктов и материалов;
- обеспечения технологического процесса;
- сохранения оборудования.

Воздухозабор осуществляется из мест, исключающих возможность загрязнения его вредными веществами.

Воздух, удаляемый вентиляционными системами, содержащий токсические вещества, подвергается очистке перед выбросом его в атмосферу.

В производственных помещениях температура, относительная влажность и скорость движения воздуха соответствуют установленным нормам.

В производственных цехах организован систематический контроль за состоянием воздушной среды (диоксида углерода и паров спирта).

Предусматривается подача звукового и светового сигналов, предупреждающих о превышении в воздушной среде помещений концентраций взрывоопасных и токсичных веществ, превышающих установленные нормативы. Газосигнализаторы автоматически блокируются с аварийной вентиляцией.



На предприятии вентиляционные системы испытываются на эффективность работы специализированной организацией с составлением акта не реже 1 раза в год.

В бытовых помещениях, туалетах, душевых, умывальниках и лабораториях имеются независимые системы общеобменной и местной вентиляции.

Вывод по разделу: в графической части проекта представлены чертежи основного производственного корпуса, брагоректификационного отделения и их разрезы с учетом поточности продуктов; генеральный план предприятия выполнен в соответствии санитарных норм и правил, противопожарной безопасности.

Безопасность жизнедеятельности — система законодательных, социально-экономических, технических, санитарно-гигиенических и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда. Особенно тесная связь существует между охраной труда, научной организацией труда, эргономикой, инженерной психологией и технической эстетикой [16].

### **5.7 Основные мероприятия по охране труда и экологии**

Ответственность за организацию безопасных технологических процессов, безопасную эксплуатацию зданий и сооружений предприятий в плане сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности возлагается на главного инженера.

Координацию деятельности структурных подразделений предприятия по вопросам охраны труда, по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний; контроль за соблюдением требований законодательных, нормативных документов по охране труда, возложен на старшего инженера отдела охраны труда и производственного контроля.

Ответственными лицами за обеспечение здоровых и безопасных условий труда на рабочих местах, соблюдение действующего законодательства о труде являются начальники цехов и подразделений, старшие мастера, а также исполняющие обязанности мастера.

Обеспечение санитарно-бытового и лечебно-профилактического обслуживания работников в соответствии с требованиями охраны труда возлагается на работодателя. В этих целях по установленным нормам оборудуются санитарно-бытовые помещения, помещения для приема пищи; создаются санитарные посты с аптечками, укомплектованные набором лекарственных средств и препаратов для оказания первой медицинской помощи (статья 223 Трудового Кодекса в ред. Федерального закона от 30.06.2006 №90-ФЗ). Требуется озеленение территории. Все здания и объекты расположены с учетом противопожарных разрывов. Имеются благоприятные дорожные условия для подвоза зернового сырья. Помещения будут отапливаться из местной теплосети. Цеха хорошо вентилируются, имеются оконные проемы. Два раза в год работникам предприятия будет бесплатно выдаваться спецодежда и другие средства индивидуальной защиты, а также смывающие и (или) обезвреживающие средства в соответствии с типовыми нормами, которые устанавливаются в порядке, определяемом Правительством Российской Федерации (статья 221 Трудового Кодекса "Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты"). Будут построены мужские и женские гардеробные помещения. В каждом цехе будут установлены раковины, душевые комнаты отдельно для основных производственных рабочих и для вспомогательного персонала. За пожарной безопасностью обязана следить добровольная пожарная дружина (ДПД) в составе которой командир ДПД, заместитель и другие члены ДПД из числа начальников цехов, подразделений и обычных рабочих. В каждом цехе установлены пожарные гидранты и огнетушители.

Оборудован кабинет по охране труда. Организовано лечебно-профилактическое обслуживание работающих выдача молока и мыла, прове-

дение медицинских осмотров на вредных условиях труда (Постановление Минтруда России от 13.03.2003 г. № 13).

### **Безопасность труда на производстве**

Для безопасного ведения технологического процесса необходимо:

- выполнение «Положения о производственном контроле за соблюдением требований промышленной безопасности»;
- выполнение инструкций по охране труда;
- выполнение требований безопасности при складировании и хранении сырья и готовой продукции;
- знать способы обезвреживания и нейтрализации продуктов производства при разливах и авариях;
- использовать средства индивидуальной защиты;
- повышать квалификацию рабочих и качество обучения их безопасным методам работы.

*Меры защиты от вредных веществ. Местная вентиляция.* На пищевых предприятиях для предупреждения воздействия вредных веществ (газ, пар, пыль) на человека применяется комплекс мер коллективной защиты, которые можно разделить на технологические, технические, медико-профилактические и контрольные.

*Технологические меры.* Основная задача технологических мер – предупреждение выделения вредных веществ в производственные помещения. К ним относятся: изменение технологий для замены используемых веществ на менее вредные или безвредные; применение безотходных технологий, сопровождающихся выделением вредных веществ, которые не вызывают превышения ПДК в рабочей зоне и не требует использования дополнительных технических мер борьбы с ними; применение замкнутых технологий, т.е. не сопровождающихся выделением вредных веществ.

*Технические меры.* Среди технических мер основное место занимает: герметизация, направленная на сокращение или ликвидацию вредных выделений в помещение; вентиляция, обеспечивающая разбавление чистым

воздухом поступивших в помещение вредных веществ до ПДК в рабочей зоне; местные отсосы и вытяжные устройства, предупреждающие поступление вредных веществ в помещение путем их отсоса или удаления непосредственно из мест выделения; дистанционное управление, направленное на удаление работающего из зоны, загрязненной вредными веществами.

По способу удаления вредных веществ вентиляция делится на общеобменную и местную. Местная (локализованная) вентиляция применяется дополнительно к общеобменной на участках или в рабочих местах, где она не обеспечивает ПДК. Это осуществляется с помощью самостоятельной вентиляционной системы, включающей фильтр грубой очистки, пылесадительную камеру, калорифер, вентилятор, приточный канал, средства раздачи воздуха, подводящие его непосредственно к рабочим местам.

*Медико-профилактические мероприятия.* Заключаются в систематическом клиническом наблюдении за состоянием здоровья работающих; прохождении ими периодических медицинских осмотров, санитарно-профилактическом обслуживании, проведении ингаляций лечебными веществами, а также ультрафиолетового облучения в соляриях или с помощью эритемных ламп непосредственно в цехах.

*Контрольные меры.* Включает оценку содержания в воздухе вредных газов и паров, пыли, технические испытания и исследования вентиляционных установок, оценку эффективности пыле- и газоулавливающих установок. согласно ГОСТ 12.1.005-88 за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны должен устанавливаться контроль: непрерывный, автоматический с сигнализацией о превышении и максимально разовых ПДК — для веществ одностороннего действия; периодический — для токсичных веществ и фиброгенной пыли. Периодичность контроля: для веществ первого класса опасности — не реже одного раза в 10 дней, второго класса — один раз в месяц, третьего и четвертого классов — один раз в квартал. Непрерывный автоматический контроль обеспечивается газоанализаторами и газосигнализаторами.

При контроле оценивается соответствие производительности вентиляционных установок и распределения воздуха по помещениям предприятия проектным данным и фактическому поступлению вредных примесей от технологического оборудования. Контроль газопылеулавливающего оборудования устанавливает соответствие его производительности и эффективности паспортным данным, или аварийной ситуации, удержания его в неподвижном состоянии при отключении, или для проведения ремонтных работ.

### ***Мероприятия по охране окружающей среды***

Размещение, проектирование, строительство, реконструкция, ввод в эксплуатацию зданий, сооружений и иных объектов, оказывающих прямое или косвенное негативное воздействие на окружающую среду, осуществляется в соответствии с требованиями в области охраны окружающей среды. При этом должны предусматриваться мероприятия по охране окружающей среды, восстановлению природной среды, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов, обеспечению экологической безопасности. Нарушение требований в области охраны окружающей среды влечет за собой приостановление по решению суда размещения, проектирования, строительства, реконструкции, ввода в эксплуатацию, эксплуатации, консервации и ликвидации зданий, строений, сооружений и иных объектов (Федеральный закон от 09.05.2005 №45-ФЗ)

Проектируемое предприятие расположено в г. Янауле. Сточные воды предприятия направляются на очистные сооружения, предварительно очищают от взвешенных частиц. В соответствии с рекомендациями ВНИИПБТ предусмотрена двухступенчатая биологическая очистка сточных вод. В основу ступеней биологической очистки положены установки заводского изготовления КУ-50. КУ-50 представляют собой аэротенки-отстойники с центральным расположением отстойной зоны. Режим окисления - продленная аэрация. Производительность каждой установки - 50 м<sup>3</sup>/сут., максимальный

расход воды - 6 м<sup>3</sup>/ч. Сброс очищенных сточных вод после системы биологической очистки будет производиться в городскую канализацию после получения соответствующей лицензии. Водоснабжение предприятия осуществляется от городской водопроводной сети как холодной, так и горячей водой. За санитарным состоянием воды следит лаборатория водоканализационного хозяйства (ВКХ). При проектировании зданий, строений, сооружений и иных объектов должны учитываться нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду, предусматриваться мероприятия по предупреждению и устранению загрязнения окружающей среды, а также способы размещения отходов производства и потребления, применяться ресурсосберегающие, малоотходные, безотходные и иные наилучшие существующие технологии, способствующие охране окружающей среды, восстановлению природной среды, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов. (Статья 36 ФЗ «Об охране окружающей среды»).

В целях охраны окружающей среды предлагаются ряд мероприятий:

- для сбора отходов производства установить металлические контейнеры, в местах курения-урны, после чего накопившейся мусор вывозить на свалку;
- применять комбинированные автоматы, способные выполнять несколько операций одновременно;
- не допускать течи масла из системы смазки оборудования;
- брак от продукции утилизировать, либо вывозить в специально отведенные для этого места;
- организовать контроль токсичности автомобильных выбросов.

Проекты, по которым не имеются положительные заключения государственной экологической экспертизы, утверждению не подлежат, и работы по их реализации финансировать запрещается.

## **6. Указания к выполнению графической части проекта**

### ***Порядок и правила выполнения генерального плана***

Генеральные планы предприятий бродильной промышленности проектируются в соответствии со СНиП 11-89-80 «Генеральные планы промышленных предприятий». Экспликацию зданий и сооружений приводят согласно ГОСТ 21.508-93 «СПДС. Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов». Генплан вычерчивают согласно ГОСТ 21.204-93 «СПДС. Условные графические обозначения и изображения элементов генеральных планов и сооружений транспорта».

Для выполнения генерального плана предприятия следует:

- определить размер участка земли и его форму, выбрать масштаб изображения и выполнить очертания границ земельного участка;
- установить количество сооружений, их назначение, форму, выбрать на участке земли место для строительства главного здания и всех вспомогательных сооружений;
- продумать и выполнить на генеральном плане участок подъездной дороги к нему, установить количество основных зданий и сооружений и обозначить порядковым номером;
- определить количество и характер зеленых насаждений, их место относительно строений, форму участков земли, отведенных под них (если последние будут предусмотрены на участке).

Генеральный план выполняется по следующим правилам:

- генеральные планы выполняются в масштабе – 1:500; 1:1000;
- территория должна иметь следующие зоны: предзаводская, производственная, подсобная, складская;
- главный вход на предприятие следует предусматривать со стороны основного подхода или подъезда трудящихся к предприятию, при устройстве нескольких проходных они располагаются на расстоянии 1,5 км друг от друга;
- расстояние от проходного пункта до входа в бытовые помещения не должно превышать в северной климатической зоне – 400 м;

- в местах пересечения пешеходных путей с железными и автомобильными дорогами при пешеходном потоке более 300 человек в I час необходимо предусмотреть пешеходные мосты, туннели, или галереи;

- здания и сооружения следует располагать относительно сторон света и преобладающего направления ветров с учётом обеспечения наиболее благоприятного естественного освещения, проветривания, предотвращения снежных заносов;

- промышленное предприятие с размером территории более 5 га должно иметь не менее двух въездов (основной и запасной), расстояние между въездами – не менее 1500 м;

- ширина проезжей части дорог к производственным корпусам должна быть не менее 7 м; а прочих дорог с односторонним движением автомобилей – 4,5 м, ширина дорожек для пешеходов – 1,5 м;

- при устройстве тупиковых дорог в конце тупика устраивается петлевой объезд или площадь размером не менее 12×12 м;

- расстояние от края проезжей части дороги до здания должно быть не менее 3 м;

- к зданиям и сооружениям по всей их длине необходимо обеспечить подъезд пожарных автомобилей: если ширина здания до 18 м – с одной стороны, при большей ширине – с двух сторон.

Расстояние между зданиями и сооружениями в зависимости от степени огнестойкости – для зданий промышленных предприятий – 9-12 м.

Территория предприятия должна быть благоустроена. Площадь участков, предназначенных для озеленения составляет 15% от площади территории. Площадки для отдыха следует располагать с наветренной стороны по отношению к зданиям, выделяющим производственные вредности в атмосферу.

Территория предприятия отделяется от жилого района санитарно-защитной зоной, равной 50 м, которая может быть использована для



расположения в ней административно-бытового корпуса, площадок для отдыха.

Здание предприятия на территории следует располагать на расстоянии 10-12 м от красной линии.

Основным показателем рационального использования территорий является плотность застройки.

Генеральный план выполняется без нанесения горизонталей рельефа местности.

Изображения на чертежах генерального плана выполняют линиями по ГОСТ 2.303-68 ЕСКД. Линии:

- сплошными толстыми основными - контуры проектируемых зданий и сооружений (кроме зданий и сооружений на плане земляных масс), –красную|| линию, проектные горизонталы с отметками, кратными 0,50 и 1,00 м;

- штриховой тонкой - линии –нулевых|| работ и перелома проектного рельефа;

- штрихпунктирной очень толстой с двумя точками - условную границу территории проектируемого предприятия, здания, сооружения;

- сплошной тонкой - проектируемые здания, сооружения на плане земляных масс и все остальные элементы генерального плана.

Размеры, координаты и высотные отметки указывают в метрах с точностью до двух знаков после запятой.

На плане приводят экспликацию зданий и сооружений.

На разбивочном плане (плане расположения зданий и сооружений) наносят и указывают:

- строительную геодезическую сетку или заменяющий ее разбивочный базис;

- –красную|| линию, отделяющую территорию магистрали, улицы, проезда и площади от территории, предназначенной под застройку;

- ограждения с воротами и калитками или условную границу территории. Если ограждение совпадает с –красной|| линией или с условной границей территории, то наносят только ограждение с соответствующим пояснением на чертеже;

- здания и сооружения, в т. ч. коммуникационные (эстакады, тоннели);
- площадки производственные и складские;
- автомобильные дороги и площадки с дорожным покрытием;
- железнодорожные пути;
- элементы благоустройства (тротуары, площадки спортивные и для отдыха).

Строительную геодезическую сетку наносят на весь разбивочный план в виде квадратов со сторонами 10 см.

Начало координат принимают в нижнем левом углу листа.

Оси строительной геодезической сетки обозначают арабскими цифрами, соответствующими числу сотен метров от начала координат, и прописными буквами русского алфавита. Пример:

- 0А (начало координат); 1А; 2А; 3А — горизонтальные оси;
- 0Б (начало координат); 1Б; 2Б; 3Б — вертикальные оси.

На чертежах, выполняемых в масштабе 1:500, оси строительной геодезической сетки обозначают в соответствии с приведенными примерами:

- 0А (начало координат); 0А+50; 1А; 1А+50; 2А; 2А+50 - горизонтальные оси;
- 0Б (начало координат); 0Б+50; 1Б; 1Б+50; 2Б; 2Б+50 — вертикальные оси.

Допускается, при необходимости, применение отрицательных значений осей строительной геодезической сетки:

- 0А (начало координат); 0А-50; -1А; -1А-50; -2А; -2А-50 - горизонтальные оси;
- 0Б (начало координат); 0Б-50; -1Б; -1Б-50; -2Б; -2Б-50 - вертикальные оси.

Здания и сооружения на плане наносят в масштабе чертежа с указанием проемов ворот и дверей, крайних осей и, при необходимости, координат осей ворот или привязки ворот к координационным осям здания.

Внутри контура здания (сооружения) указывают:

- номер здания, сооружения в нижнем правом углу;
- абсолютную отметку, соответствующую условной нулевой отметке, принятой в строительных рабочих чертежах здания, сооружения, которую помещают на полке линии-выноски и обозначают знаком ↓ (для жилищно-гражданских объектов - при необходимости).

На контуре здания, сооружения указывают:

- координаты точек пересечения координационных осей здания, сооружения в двух его противоположных углах, а при сложной конфигурации здания, сооружения или расположении его не параллельно осям строительной геодезической сетки - во всех углах, для центральных сооружений - координаты центра и одной характерной точки, а также диаметр, для линейных сооружений - координату оси или координаты начала и конца отдельных участков;
- размерную привязку координационных осей здания, сооружения к разбивочному базису и размеры здания, сооружения между осями при отсутствии строительной геодезической сетки;
- обозначение координационных осей здания, сооружения в координируемых точках.

Вокруг контура здания, сооружения показывают отмостку и въездные пандусы, наружные лестницы и площадки у входов.

На разбивочном плане в части автомобильных дорог наносят и указывают:

- переезды через железнодорожные пути;
- транспортные развязки;
- координаты или привязки осей автомобильных дорог и, при необходимости, их номера;

- ширину автомобильных дорог;
- радиусы кривых по кромке проезжей части автомобильных дорог в местах их взаимного пересечения и примыкания;
- откосы насыпей и выемок (при необходимости).

Сводный план инженерных сетей не выполняется.

На плане благоустройства территории наносят и указывают:

- тротуары, дорожки и их ширину;
- площадки различного назначения и их размеры;
- малые архитектурные формы и переносные изделия площадок для отдыха;
- деревья, кустарники, цветники, газоны.

Элементом благоустройства присваивают позиционные обозначения. Позиционные обозначения малых архитектурных форм и переносных изделий указывают на линии-выноске в кружках диаметром 6 мм. Обозначение элементов озеленения указывают на линии-выноске в кружках диаметром 8-12 мм в виде дроби: в числителе - позиционное обозначение породы или вида насаждения, в знаменателе - их количество или площадь (для цветников).

Экспликацию зданий и сооружений приводят по форме таблицы 1.

Таблица 1 Экспликация зданий и сооружений

Номер на плане	Наименование	Координаты квадрата сетки	15
15	120	50	8 min
	185		

В приложении Б приведен пример оформления разбивочного плана согласно ГОСТ 21.508-93 «Система проектной документации для

строительства. Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов» [13]

### ***Правила и порядок вычерчивания плана здания***

План здания – изображение разреза здания, рассеченного горизонтальной плоскостью на уровне оконных и дверных проемов (на уровне  $1/3$  высоты изображаемого этажа) и спроецированного на горизонтальную плоскость проекций. При этом другая часть здания, между глазом наблюдателя и секущей плоскостью, предполагается удаленной.

План дает представление о конфигурации здания, его размерах и взаимном расположении отдельных помещений.

На план наносят: капитальные (наружные и внутренние) стены и перегородки, оконные и дверные проемы, расположение лестниц, санитарно-техническое оборудование, отопительно-вентиляционные устройства, иногда расположение мебели.

Изображение плана располагают, как правило, длинной стороной вдоль листа; сторону плана, соответствующую главному фасаду, рекомендуется обращать к нижнему краю листа; план здания должен располагаться, по возможности, как на генплане.

Последовательность построения плана здания:

- наносят штрихпунктирной линией координационные оси здания по заданным размерам в принятом масштабе (продольные и поперечные). Они служат для привязки здания к строительной координационной сетке, а также определяют положение несущих конструкций, так как проходят по капитальным стенам и колоннам;

- тонкими сплошными линиями вычерчивают наружные и внутренние стены здания по заданным размерам. Привязывают их к координационным осям, т. е. определяют расстояние от внутренней и наружной плоскости стены до координационной оси здания. Во внутренних стенах совмещают геометрическую ось стены с координационной осью. В наружных -

координационная ось проходит от внутренней плоскости стены на расстоянии равном половине толщины внутренней стены;

- вычерчивают перегородки. Следует обратить внимание на различие в присоединении перегородок к внутренним и наружным стенам (отделяются линией) и внутренних и наружных между собой (не разделяются);

- выполняют разбивку оконных и дверных проемов в наружных стенах дверных проемов во внутренних стенах и перегородках. Наносят сплошными тонкими линиями условные изображения оконных переплетов и открывания дверей;

- вычерчивают условные обозначения лестниц, санитарно-технического оборудования, вентиляционных каналов и т. д.;

- наносят выносные и размерные линии и маркировочные кружки. Первую размерную линию располагают не ближе 12-16 мм от контура чертежа, чтобы не затруднить чтение чертежа. Размеры наносят, как правило, в виде «цепочек». Расстояние от последней размерной линии до маркировочного кружка должно быть не менее 4 мм;

- проставляют размеры и маркируют оси. В габаритах плана указывают размеры помещений, толщину стен и т.д. За габаритом плана в первой размерной цепочке указывают ширину оконных и дверных проемов, простенков и т.д. с привязкой их к координационным осям. Во второй - размер между координационными осями, в третьей - размер между крайними координационными осями;

- на видах и разрезах при симметричных элементах допускается все размеры указывать до оси симметрии, а размерные линии на пересечении с осью симметрии ограничивать крестиком из засечек;

- при многократном повторении одного и того же размера, указывают его один раз с каждой стороны здания, а вместо остальных суммарный размер в виде произведения числа повторений на повторяемый размер;

- проверяют правильность вычерченного плана и обводят сплошными толстыми линиями толщиной  $S = 0,6..1,5$  мм сечения стен и перегородок и

тонкими линиями ( $S/3 \dots S/2$ ) оконные проемы, санитарно-техническое оборудование, ступени лестниц и открывание дверей;

- выполняют надписи. Обозначают секущие плоскости вертикальных разрезов;

- заполняют экспликацию помещений.

### ***Правила и порядок выполнения продольного и поперечного разреза здания***

Разрезом здания называется изображение здания мысленно рассеченного вертикальной секущей плоскостью. Разрезы служат для выявления объемного и конструктивного решения здания, взаимного расположения конструкций и помещений по высоте.

Разрезы могут быть продольными и поперечными. Положение секущей плоскости выбирают с таким расчетом, чтобы в изображение попали наиболее важные в конструктивном или архитектурном отношении элементы здания: оконные и, дверные проемы, лестничные клетки и т. д.

Различают разрезы архитектурные и конструктивные.

Архитектурные разрезы служат для выявления композиционных решений. Их используют в начальной стадии проектирования. На них показывают высоту помещений, оконных и дверных проемов, цоколя и т. д., отмечая отметками. Не показывают толщину чердака, конструкцию крыши и фундамента. Разрез и план используют для проработки фасада.

Конструктивные разрезы входят в рабочие чертежи. На них подробно показывают все конструктивные элементы здания с размерами и отметками.

Следует отметить, что в разрезах по лестничной клетке, секущая плоскость проходит по маршу, расположенному ближе к наблюдателю. При этом, марш лестницы, попавший в разрез, обводят сплошной толстой линией, а не попавший - сплошной тонкой.

На разрезах зданий изображают не все элементы, расположенные за секущей плоскостью, а только те, которые находятся в непосредственной

близости от нее.

На разрезах здания без подвала грунт не изображают. Пол на грунте показывают одной сплошной толстой линией. Пол на перекрытии и кровлю – одной сплошной тонкой линией, независимо от числа слоев в их конструкции. Состав и толщину слоев пола и кровли указывают в выносной надписи (на этажах).

На чертежи разрезов наносят и указывают:

- координационные оси здания;
- расстояние между ними и между крайними координационными осями;
- отметку уровня земли, чистого пола, этажей и площадок, верха стен и карнизов, уступов и т. д.;
- размеры и привязку по высоте проемов, отверстий в стенах и перегородках. Должны быть нанесены все размеры и отметки, необходимые для определения расположения всех элементов здания.

Не рекомендуется дублировать размеры, имеющиеся на планах здания, кроме размеров между координационными осями.

За габаритами разреза рекомендуется располагать у наружной стены линии-выноски (если такие имеются), затем размерные линии, далее ставить отметки. Палочка знака отметки должна быть повернута от контура чертежа наружу.

Для построения разреза используют некоторые размеры с плана здания: расстояние между координационными осями, толщину внутренних и наружных стен и перегородок, ширину оконных и дверных проемов

Последовательность построения чертежа разреза здания:

- проводят горизонтальную прямую – уровень пола первого этажа (нулевая отметка 0.000) и вторую горизонтальную – уровень земли;
- откладывают расстояния между координационными осями, которые берут с плана здания в плоскости разреза;
- проводят вертикальные прямые штрихпунктирной линией – оси стен.



- на одной из координационных осей откладывают вверх высоту первого, второго т. д. этажей. Высота этажа - это расстояние от пола нижнего до пола вышележащего этажа. Высота верхнего этажа принимается равной от пола предпоследнего этажа до уровня чердака. Высоту чердачного перекрытия принимают условно равной межэтажному перекрытию;

- через полученные точки проводят горизонтальные прямые между крайними координационными осями;

- тонкими линиями прочерчивают толщины наружных и внутренних стен. Привязку поверхностей стен к координационным осям производят на основе планов здания;

- прочерчивают двумя линиями толщины всех перекрытий и перегородок, попавших в разрез;

- в наружных и внутренних стенах и перегородках размечают оконные и дверные проемы, а также видимые дверные проемы и др. элементы, расположенные за секущей плоскостью. При наличии балконов вычерчивают плиту балкона и его ограждение;

- вычерчивают фундамент;

- после проверки чертеж обводят: сечения стен и перекрытий - сплошной толстой линией толщиной  $S = 0,6..1,5$  мм, остальное - сплошной тонкой ( $S/3..S/2$ );

- конструктивные элементы здания, попавшие в разрез, но выполненные из материала, считающегося основным для данного здания, не штрихуют. Если какой-либо элемент выполнен из другого материала, то наносят соответствующие графические обозначения;

- проводят выносные и размерные линии, показывают условные высотные отметки конструктивных элементов здания, маркируют оси;

- делают поясняющие надписи.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по теххимическому и микробиологическому контролю спиртового производства. Под. ред. А.П. Рухлядевой., М., «Агропромиздат», 1986, 399 с.
2. Рухлядева А.П., Листова З.А. Справочное пособие для лаборантов – химиков ликерно – водочных заводов. М., «Пищевая промышленность», 1977, 216 с.
3. Рухлядева А.П. и др. Справочник для работников лабораторий спиртовых заводов. М., «Пищевая промышленность», 1979, 232 с.
4. Таблицы для определения содержания этилового спирта в водно – спиртовых растворах. М., Изд – во стандартов, 1969, 315 с.
5. Фертман Г.И., Шойхет М.И. Химико – технологический контроль спиртового и ликеро – водочного производства. М., «Пищевая промышленность». 1975, 440 с.
6. ГОСТ Р 51698 – 2000. Газохроматографический экспресс – метод определения токсичных микропримесей в водке и этиловом спирте
7. ГОСТ Р 51135 – 98. Изделия ликероводочные: правила приемки и методы анализа.

