МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
 «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ДГТУ)**

Кафедра «Техника и технологии пищевых производств»

**Учебно-методические указания**

к лабораторно-практическим занятиям и самостоятельной работе студентов по дисциплине «Оборудование пивоваренных производств»

направление подготовки

19.03.02 Продукты питания из растительного сырья

ОПОП «Технологические процессы и оборудование бродильных производств и виноделия»

Ростов-на-Дону

2024

УДК 864.7.02104 (07).

Учебно-методические указания к лабораторно-практическим занятиям и самостоятельной работе студентов по дисциплине «Оборудование пивоваренных производств»направление подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырьяОПОП «Технологические процессы и оборудование бродильных производств и виноделия»(все формы обучения).

ДГТУ, Ростов-на-Дону, 2024.

Учебно-методические указания предназначены для выполнения самостоятельных работ, предусмотренных РПД дисциплины, освоения теоретического материала и практических заданий, выполнения контрольных работ обучающимися по заочной форме. Учебно-методические указания составлены с использованием учебных и методических материалов, приведенных в списке рекомендуемых и использованных источников.

Подготовлено кафедрой «Техника и технологии пищевых производств»

Составители: доц., к.т.н. Тупольских Т.И.

доц., к.т.н. Шумская Н.Н.,

асс. Дудченко С.Н.

# Введение

Структура и содержание дисциплины, вопросы текущего контроля, лабораторно-практических занятий, а также оценочные материалы приведены в рабочей программе дисциплины, размещенной в ЭИОС университета [http://edu.donstu.ru](http://edu.donstu.ru/), раздел «Меню, подраздел РПД».

Студенты очной, очно-заочной форм обучения в соответствии с темой лекции, лабораторно-практического занятия, озвученного преподавателем на предыдущем занятии, готовятся к ним, изучая соответствующий раздел рекомендуемой учебной литературы, методических указаний, формулируют вопросы, требующие дополнительной проработки на лекционных занятиях. При подготовке к лабораторно-практическим занятиям необходимо просмотреть теоретический материал по теме занятия, оформить протокол работы. Студенты заочной формы обучения оформляют титульный лист контрольной работы в соответствии с университетскими требованиями (6).

Студенты заочной формы обучения до начала сессии в соответствии с календарным графиком учебного плана выполняют контрольную работу, состоящую из двух разделов – ответы на теоретические вопросы и практическое задание.

Задания выбираются из ниже приведенных таблиц (1,2) в соответствии с цифрой, определяемой путем последовательного сложения двух последних цифр электронной зачетной книжки (например, две последние цифры 78 – 7+8=15, 1+5=6, следовательно, у студента 6 вариант задания).

Освоение учебного материала осуществляется по рекомендованному списку учебно-методической литературы с использованием первоисточников НТБ ДГТУ, ЭБС Лань (<https://e.lanbook.com>,), [Электронно-библиотечной системой Znanium (https://znanium.ru/), нормативно-справочной литературы и каталогов, периодических изданий](file://C:\\Users\\natas\\OneDrive\\Рабочий стол\\ЗАОЧНИКИ\\ОТВ\\Электронно-библиотечной системой Znanium (https:\\znanium.ru\\), нормативно-справочной литературы и каталогов, периодических изданий отрасли. Не рекомендуется использовать информацию непрофессиональных веб-сайтов.Ответы на теоретические вопросы не должны быть копией раздела рекомендуемой учебно-методической литературы и представлять собой свободное, осмысленное изложение ответа на вопрос задания.)[отрасли. Не рекомендуется использовать информацию непрофессиональных веб-сайтов.](file://C:\\Users\\natas\\OneDrive\\Рабочий стол\\ЗАОЧНИКИ\\ОТВ\\Электронно-библиотечной системой Znanium (https:\\znanium.ru\\), нормативно-справочной литературы и каталогов, периодических изданий отрасли. Не рекомендуется использовать информацию непрофессиональных веб-сайтов.Ответы на теоретические вопросы не должны быть копией раздела рекомендуемой учебно-методической литературы и представлять собой свободное, осмысленное изложение ответа на вопрос задания.)

[Ответы на теоретические вопросы не должны быть копией раздела рекомендуемой учебно-методической литературы и представлять собой свободное, осмысленное изложение ответа на вопрос задания.](file://C:\\Users\\natas\\OneDrive\\Рабочий стол\\ЗАОЧНИКИ\\ОТВ\\Электронно-библиотечной системой Znanium (https:\\znanium.ru\\), нормативно-справочной литературы и каталогов, периодических изданий отрасли. Не рекомендуется использовать информацию непрофессиональных веб-сайтов.Ответы на теоретические вопросы не должны быть копией раздела рекомендуемой учебно-методической литературы и представлять собой свободное, осмысленное изложение ответа на вопрос задания.)

Студенты заочной и очно-заочной форм обучения при подготовке к лабораторно-практическим занятиям и их выполнению во время сессии, в объеме, определяемом учебным планом, кроме этого изучают содержание всех лабораторно-практических занятий, приведенное в методических указаниях и оформляют их в виде конспекта.

Таблица 1. Вопросы и практическое задание контрольной работы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | Вопрос | Практическое задание |
| Годовой расход зернопродуктов, т. |
| 1 | 1, 14, 24, | 14000 |
| 2 | 2, 15, 25 | 10000 |
| 3 | 3, 16, 26 | 20000 |
| 4 | 4, 17, 27 | 5000 |
| 5 | 5, 18, 28 | 16000 |
| 6 | 6, 19, 34 | 25000 |
| 7 | 7, 20, 35 | 3000 |
| 8 | 8, 21, 36 | 9000 |
| 9 | 9, 22, 42 | 18000 |

**Контрольные вопросы**

1. Заторные аппараты
2. Фильтрационный чан
3. Последовательность операций при работе на фильтр-чане
4. Фильтрование на заторном фильтр-прессе
5. Устройство и обогрев сусловарочного котла
6. Сусловарочный котел с прямым обогревом
7. Сусловарочный котел с паровым обогревом
8. Сусловарочные котлы с кипячением при низком избыточном давлении
9. Состав оборудования варочного цеха
10. Варочные агрегаты специальной конструкции
11. Интегральный варочный агрегат
12. Варочные агрегаты мини-пивзаводов ресторанного типа
13. Экспериментальные и учебные варочные агрегаты
14. Холодильная тарелка
15. Отстойный чан
16. Вирпул Принцип действия вирпула Конструкция вирпула
17. Сепараторы
18. Принцип центрифугирования Виды центробежных сепараторов (центрифуг)
19. Аппараты для охлаждения сусла
20. Устройство пластинчатого теплообменника
21. Устройства для аэрации сусла
22. Аппараты для удаления взвесей холодного сусла Кизельгуровый (диатомитовый) фильтр
23. Флотация. Сепарирование холодного сусла
24. Бродильные чаны и оснащение бродильного отделения
25. Оборудование классического отделения дображивания
26. Лагерные танки (танки дображивания)
27. Конструкция и установка цилиндроконических танков
28. Виды фильтров
29. Масс-фильтр
30. Намывные фильтры
31. Пластинчатый фильтр-пресс
32. Мембранные фильтры
33. Пастеризация в туннельном пастеризаторе
34. Карбонизация пива
35. Основные принципы розлива Принципиальные конструктивные решения разливочно-укупорочных блоков
36. Конструкция и принцип действия наполнительных устройств
37. Укупоривание бутылок
38. Процесс розлива в ПЭТ-бутылки Укупоривание ПЭТ-бутылок
39. Банки и их укупоривание
40. Разливочный автомат с дозированием по уровню
41. Разливочный автомат с дозированием по объему
42. [Конструктивные элементы этикетировочного автомата](#_5.1.9.4._Конструктивные_элементы)

# Практическое задание (численные значения приведены в таблице 1)

# При выполнении задания необходимо выполнить расчет оборудования, подобрать из учебной литературы или каталогов отечественных производителей оборудование и составить технологическую схему приготовления охмеленного пива.

# Расчет и подбор оборудования варочного цеха

Основной характеристикой производительности варочного цеха является масса единовременной засыпи зернопродуктов в тоннах. По массе единовременной засыпи подбирается комплект основного оборудования варочного цеха, в состав которого входят: дробилка, заторноотварочные аппараты, фильтрационный аппарат и бункер дробины, сборник горячего сусла, сборник промывных вод, сусловарочный аппарат, емкости задачи хмеля и гидроциклонный аппарат.

Для расчета массы единовременной засыпи требуется масса годового количества зернопродуктов, необходимая для производства требуемого количества пива (берется из сводной таблицы продуктового расчета) и оборачиваемость (количество варок в сутки). Масса единовременной засыпи (т) определяется по формуле

Мзас.= (1)

где Мгод – годовое количество зернопродуктов, т;

28,5 – число суток работы варочного цеха в месяц, сут;

3 – число месяцев в квартале;

п – оборачиваемость схемы, варок/сут.

На основании расчетных данных выбирается наиболее подходящий по производительности заторный аппарат.

Для перекачки полученного затора используют центробежные, одноступенчатые насосы с рабочей температурой до 85 °С. Согласно установленному режиму затирания заторная масса из заторного котла должна перекачиваться в течение 10–15 минут. Из каждой тонны затираемых материалов в среднем получается 3–3,5 м3 заторной массы.

Таким образом, подачу (производительность) заторного насоса можно рассчитать по формуле, м3/ч:

Qзат. = (2)

где 3,5 – выход заторной массы, м3;

t – продолжительность перекачки затора, мин.

Из 1 т зернопродуктов получается 1,4 м3 дробины, которая сразу после окончания фильтрования разрыхлительным механизмом фильтрационного аппарата удаляется в промежуточный бункер дробины. Из этого бункера дробина должна быть удалена в бункер дробины, располагаемый вне производственного помещения, или в цех переработки дробины не более чем за 2 часа.

Для перекачки дробины используют винтовой насос, производительность которого рассчитывается по формуле (2). При этом учитывается выход дробины в количестве 1,4 м3.

Для перекачки фильтрованного сусла используют центробежные одноступенчатые насосы с рабочей температурой до 85 °С. Производительность насоса регулируется центральным компьютером в зависимости от требуемой скорости фильтрования. Однако паспортная производительность подбирается из условия, что фильтрация сусла не должна превышать 60 мин с учетом запаса мощности равного 30 %. Из каждой тонны затираемых материалов получается 3– 7 м3 сусла в зависимости от начальной концентрации.

Подача (производительность) насоса фильтрованного сусла рассчитывается по формуле, м3/ч:

Qсусл.н = М зас \*Vс \* k, (3)

где Vc – объем перекачиваемого сусла, м3;

k – коэффициент запаса мощности (равен1,3).

Для перекачки охмеленного горячего сусла с температурой 105°С используют насосы центробежные одноступенчатые, консольного типа, предназначенные для подачи воды и других жидкостей температурой 100–110°С. Согласно установленному режиму охмеленное сусло из сусловарочного аппарата должно перекачиваться в течение 10–15 минут. Из каждой тонны затираемых материалов получается 3–7 м3 сусла.

Подача (производительность) насоса охмеленного сусла рассчитывается по формуле 2.

Производительность насоса для перекачки осветленного в гидроциклоне сусла на охлаждение принимаем равной производительности насоса охмеленного сусла.

Пластинчатый холодильник должен охлаждать продукт от 70–90 до 10°С, а его производительность соответствовать производительности насоса для перекачки осветленного сусла.

CIP-модуль

Для управления процессом безразборной мойки и дезинфекции используется CIP-модуль.

Емкости CIP предназначены для моющих растворов в системе безразборной мойки и дезинфекции. Объемы емкостей зависят от объектов мойки, диаметра и длины магистралей трубопроводов, устройства динамических моющих головок в емкостях, функциональных возможностей системы управления установки CIP- мойки. Однако в общем можно отметить, что для заводов производительностью до 5 млн дал в год принимаются емкости объемом до 3 м3, от 5 до 10 млн дал – объемом до 10 м3, а от 10 млн и выше принимают объем более 10 м3.

# ПРИМЕР РАСЧЕТА ОБОРУДОВАНИЯ ВАРОЧНОГО ЦЕХА ПИВОВАРЕННОГО ЗАВОДА

Варочные агрегаты являются основным технологическим оборудованием, по производительности которого рассчитывают производительность или пропускную способность другого оборудования варочного цеха.

Пусть необходимо подобрать оборудование варочного цеха при годовом расходе зернопродуктов 7000 тыс. т.

В связи с тем, что работа пивоваренного завода подвержена в определенной степени сезонности, варочные агрегаты подбирают по суточному расходу зернопродуктов в наиболее напряженные кварталы, когда выпуск продукции достигает 30 % от годового. В этих условиях расход зернопродуктов за сутки составит

Qсут.= = 24,6 т/сут.

Принимаем в производство шестиаппаратный варочный агрегат с коэффициентом оборачиваемости – 10 об/сут.

Разделив суточный расход зернопродуктов на соответствующую оборачиваемость варочного аппарата, находим примерную единовременную засыпь, равную 2,46 т, по которой подбираем соответствующий варочный агрегат.

По приблизительной засыпи подбираем варочный агрегат на 3 т единовременной засыпи, в состав которого входят: установка для дробления увлажненного солода \_\_\_\_\_, два заторно-отварочных аппарата \_\_\_\_\_, фильтрационный аппарат и бункер дробин \_\_\_\_\_\_, сборник горячего сусла\_\_\_\_\_, сборник промывных вод\_\_\_\_\_\_, сусловарочный аппарат \_\_\_\_\_, емкость задачи хмеля и гидроциклонный аппарат \_\_\_\_\_\_\_\_\_ (указываются марки оборудования).

Для перекачки затора используют центробежные, одноступенчатые насосы с рабочей температурой до 85 °С. Согласно установленному режиму затирания заторная масса из заторного котла должна перекачиваться в течение 10–15 минут. Из каждой тонны затираемых материалов получается 3–3,5 м3 заторной массы.

Примем выход затора равный 3,2 м3 на тонну зернопродуктов, а время перекачивания – 10 мин, тогда производительность насоса для заторной массы равна:

Пн.з.м = = 57,6 м3/час

На основании литературных данных [1] выбираем к установке насос марки ФГ-\_\_\_\_\_\_ с производительностью 80 м3/ч.

Для перекачки мутного сусла используют центробежные, одноступенчатые насосы с рабочей температурой до 85 °С. При семи часах работы в сутки и коэффициенте запаса 1,3 производительность насоса составит:

Пнмс = 3 7 1, 3 = 27, 3 м3/ч.

н.м.с

На основании литературных данных принимаем к установке насос марки К \_\_\_\_\_\_\_с производительностью 45 м3/ч.

Из фильтрационного аппарата сусло подается в сусловарочный аппарат \_\_\_\_\_\_\_\_ либо в сборник горячего сусла марки \_\_\_\_\_\_\_.

Насос для перекачки горячего сусла (перекачивание при температуре 105°С) используют насосы центробежные одноступенчатые, консольного типа, предназначенные для подачи воды и других жидкостей температурой 100–110°С. Согласно установленному режиму охмеленное сусло из сусловарочного аппарата должно перекачиваться в течение 10–15 минут.

Производительность насоса охмеленного сусла составит

Пн.о.с= 3/час.

Выбираем насос марки КН\_\_\_\_\_\_ с производительностью 135 м3/ч. Для задачи хмеля устанавливаются емкости задачи хмеля марки НМТ\_\_\_\_.

Для ускорения процесса осветления сусла используется гидроциклонный аппарат марки \_\_\_\_\_\_.

Производительность насоса осветленного сусла должна быть аналогична производительности насоса охмеленного сусла, поэтому принимаем насос марки КН\_\_\_\_\_ с производительностью 135 м3/ч.

Вместимость мерника для горячей воды, используемого для промывки хмелевой дробины и извлечения из него остатков сусла, принимается равной вместимости сборника промывных вод.

После гидроциклона сусло при помощи насоса хмеленного сусла направляется горячим в дрожжевое отделение либо, проходя теплообменник и аэратор сусла, идет в бродильное отделение.

Пластинчатый теплообменник должен охлаждать продукт от 70–90 до 10 °С, а его производительность соответствовать производительности насоса.

Принимаем пять теплообменников марки ООУ\_\_\_ производительностью 25 м3/ч [1].

Для утилизации дробины и дальнейшего использования ее в кор- мовых целях устанавливаем бункер для дробины марки \_\_\_\_\_\_.

Из 1 т зернопродуктов получается 1,4 м3 дробины. Для перекачки дробины используют винтовой насос, производительность которого равна:

Пнпд = 4,2 м3/час

Выбираем в установке насос марки К\_\_\_ производительностью 12,5 м3/ч.

Для управления процессом безразборной мойки и дезинфекции используем CIP-модуль.

Емкости CIР предназначены для моющих растворов в системе безразборной мойки и дезинфекции.

При годовом расходе 7000 тыс. т солода мощность завода составляет около 7 млн. дал пива в год, поэтому выбираем к установке CIP-емкости объемом 10 м3.

# 

# Список использованных источников

1. Федоренко, Б.Н. Пивоваренная инженерия: технологическое оборудование отрасли / Б.Н. Федоренко. – СПб.: Профессия, 2009. – 1000 с.
2. Кунце, В. Технология солода и пива: пер. с нем. / В. Кунце. – 9-е изд.– СПб.: Профессия, 2009. – 1064 с.
3. Ермолаева, Г.А. Технология и оборудование производства пи- ва и безалкогольных напитков: учеб. для нач. проф. образования / Г.А. Ермолаева, Р.А. Колчева. – М.: ИРПО; Изд. центр «Академия», 2000. – 416 с.

4. Рожнов Е.Д., Обрезкова М.В. Технология отрасли. Технологические расчеты в производстве пива. Учебное пособие. — Бийск: Изд-во АлтГТУ, 2013. — 117 с.

5. Борисенко, Т. Н.. Технология отрасли. Технологические расчеты по производству пива: Технологические расчеты по производству пива учеб. пособие для студентов вузов / Т. Н. Борисенко, Л. В. Пермякова. Кемеровский технологический ин-т пищевой пром-сти. — Кемерово : [КемТИПП], 2005. — 111 с.

# 6. Правила оформления письменных работ обучающихся для технических направлений подготовки.: Приказ ректора ДГТУ 16.12.2020 г. №242.