**СОДЕРЖАНИЕ**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

*3*

ТГЭУ. ИДРТ. 220501. КП

Разраб.

Глинская А.И.

Провер.

Касилов К.В.

Н. Контр.

Утверд.

Расчет и проектирование метрологического обеспечения производства пива

Лит.

Листов

*36*

531 Ук

[ВВЕДЕНИЕ 4](#_Toc258073546)

[ПРОИЗВОДСТВА ПИВА 6](#_Toc258073547)

[1.1 Характеристика сырья для получения пива 6](#_Toc258073548)

[1.2 Стадии технологического процесса 7](#_Toc258073549)

[1. 2 Анализ технологического процесса 8](#_Toc258073550)

[1.2.1 Приготовление солода 8](#_Toc258073551)

[1.2.2 Приготовление сусла 10](#_Toc258073552)

[1.2.3 Главное брожение 11](#_Toc258073553)

[1.2.4 Дображивание пива 12](#_Toc258073554)

[1.2.5 Розлив в бутылки 12](#_Toc258073555)

[2 АЛГОРИТМ ПРОВЕДЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО 14](#_Toc258073556)

[ОБЕСПЕЧЕНИЯ. ПОРЯДОК ВЫБОРА СИ 14](#_Toc258073557)

[2.1 Алгоритм выбора средств измерений 14](#_Toc258073558)

[2.2 Общий алгоритм проведения метрологического обеспечения подготовки производства 15](#_Toc258073559)

[2.3 Выбор средств измерений для технологического 16](#_Toc258073561)

[процесса производства пива 16](#_Toc258073562)

[3 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ. ОБРАБОТКА ДАННЫХ ПРЯМЫХ ИЗМЕРЕНИЙ С МНОГОКРАТНЫМИ НАБЛЮДЕНИЯМИ 19](#_Toc258073563)

[4. РАЗРАБОТКА КАРТЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО 24](#_Toc258073564)

[ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА 24](#_Toc258073565)

[5. ВЫВОД ПО РЕЗУЛЬТАТАМ РАБОТЫ 25](#_Toc258073566)

[6. СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 26](#_Toc258073567)

[ПРИЛОЖЕНИЕ 1 27](#_Toc258073568)

[ПРИЛОЖЕНИЕ 2 35](#_Toc258073569)

**ВВЕДЕНИЕ**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

4

ТГЭУ. ИДРТ. 220521. КП

Пиво – освежающий, насыщенный диоксидом углерода пенистый напиток, получаемый в результате сбраживания пивного сусла специальными расами пивных дрожжей.

Технология производства пива с каждым годом совершенствуется, также широкое развитие отечественной приборостроительной промышленности, широкое использование контрольно-измерительных приборов, привлечение в отечественное производство зарубежного оборудования, содержащего значительное количество аппаратуры при высоком уровне контроля за процессами, дает нам в настоящее время широкий ассортимент высококачественных сортов пива.

Совершенствование промышленных предприятий, рост производительности действующего оборудования, улучшение технологии производственных процессов и достижение высокого качества продукции возможно только за счет налаженного метрологического обеспечения.

Правильность метрологического обеспечения может быть достигнута на любом производстве за счет достаточного уровня подготовки формирующих, контролирующих и правильно эксплуатирующих приборов, необходимости своевременного их обновления и периодической проверки. Эти положения позволяют производителю продукции обеспечить безопасность и надежность работы оборудования.

Все формы проверок осуществляет метрологическая служба, которая выполняет следующие функции:

* разработка инструкций по эксплуатации приборов, используемых данным производством;
* выявление причин брака продукции, повышенных расходов энергии и материалов, зависящих от применения несоответствующих приборов или их неправильного использования;
* учет всех теплоизмерительных и электроизмерительных приборов и регуляторов на предприятии;
* контроль правильности выбора методов и средств измерений;
* повседневное наблюдение, поддержание в надлежащем состоянии, надзор за эксплуатацией и хранением приборов и т.д.

Основные задачи, которые решаются в курсовом проекте «Расчет и проектирование метрологического обеспечения производства пива», следующие:

* анализ аппаратурно-технологической схемы производства пива;
* обработка данных прямых измерений с многократными наблюдениями;
* разработка карты метрологического обеспечения производства пива;
* выбор средств измерений и проведение метрологического обеспечения подготовки производства пива.

**1 АНАЛИЗ АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

5

ТГЭУ. ИДРТ. 220521. КП

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

6

ТГЭУ. ИДРТ. 220521. КП

# ПРОИЗВОДСТВА ПИВА

* 1. **Характеристика сырья для получения пива**

Основным сырьем для производства пива является ячменный пивоваренный солод (светлый, темный и специальные сорта). Основные сортовые особенности пива (цвет, вкус, запах, аромат) во многом зависят от качества солода и соотношения его видов в рецептуре.

**Аромат пива**, в значительной степени, зависит от:

- расы пивных дрожжей и образуемых ими побочных продуктов брожения;

- сорта хмеля и его количества;

- органических сернистых соединений.

**Полноту вкуса**, определяют несколько основных факторов, в том числе экстрактивность сусла, а именно, чем она выше, тем больше полнота вкуса. В образовании полноты вкуса участвуют спирты и остаточный экстракт, в том числе остаточные сахара, олигосахариды, высокомолекулярные продукты расщепления белка и другие вещества.

**Горечь пива** образуется, в первую очередь, благодаря хмелю. Лучшие сорта хмеля придают пиву наиболее приятный горький и тонкий вкус, чем хмель средний и грубый, а также хмель, пострадавший от неправильного хранения или перезревший.

**Цвет пива** является отличительным признаком отдельных типов пива – светлого и темного.Кроме того, почти каждый сорт пива имеет свой особый цветовой оттенок. На цвет и оттенок пива большое значение оказывают состав зернового сырья и воды, а также ведение режимов технологического процесса приготовления пива.

Стандартом на пиво допускается использование несоложеного ячменя, рисовой сечки, пшеницы, обезжиренной кукурузной муки. Хмель - традиционное и наиболее дорогостоящее сырье пивоваренного производства.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

7

ТГЭУ. ИДРТ. 220521. КП

## 1.2 Стадии технологического процесса

Производство пива включает в себя следующие основные стадии:

Схема 1 – Стадии технологического процесса.

2. Дробление солода и ячменя

1. Очистка и сортировка ячменя

8. Главное брожение сусла

7. Осветление и охлаждение сусла

3. Приготовление затора

4. Фильтрование затора

5. Кипячение сусла с хмелем

6. Отделение сусла от хмелевой дробины

9. Дображивание (созревание пива)

10. Фильтрование и осветление

11. Розлив пива в бутылки, банки, бочки и т.п.

## 1. 2 Анализ технологического процесса

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

8

ТГЭУ. ИДРТ. 220521. КП

Технология пива, или собственно пивоварение, характеризуется большим числом разнообразных, последовательно протекающих технологических процессов, которые можно объединить в такие стадии:

* Приготовление солода
* Приготовление сусла
* Главное брожение
* Фильтрование и осветление пива
* Розлив пива

***1.2.1 Приготовление солода***

Приготовление солода - сложный комплекс специфических процедур, состоящий из очистки, сортировки, замачивания и ращения зерна, а также обработки свежепроросшего солода.

Солод, проросший при оптимальных условиях, имеет свежий огуречный запах. При наступлении анаэробного дыхания солод приобретает эфирный, яблочный запах. Основным признаком окончания проращивания является растворимость мучнистого тела зерна, о чем свидетельствует легкое растирание его между пальцами.

Поступивший на предприятие ячмень направляется на хранение в бункер, откуда с помощью переключателей потока подается в промежуточный бункер. Из него после взвешивания на весах ячмень первично очищается в воздушно - ситовом сепараторе. Предварительно очищенное зерно взвешивается на весах и направляется в силос. Где сохраняется до момента вторичной переработки. При необходимости проветривания ячмень из силоса направляется снова в бункер.

Вторичная очистка ячменя предусматривает воздушно - ситовую сепарацию в машине, отделение ферропримесей в магнитном сепараторе, отбор куколя и овсюга в триерах и разделение ячменя по крупности в ситовой машине. Фракции ячменя I и II сортов собираются в бункерах, а фракция III сорта направляется на корм скоту. На выходе из бункеров установлены распределители потока.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

9

ТГЭУ. ИДРТ. 220521. КП

Очищенный и отсортированный ячмень в определенном количестве дозатором засыпается в замочный чан, где отмывается от загрязнений и при необходимости обрабатывается дезинфицирующими средствами. В чан подаются вода и сжатый воздух, обеспечивающий перемешивание зерна. Легкое зерно и мелкие примеси (сплав) во время мойки всплывают на поверхность и удаляются вместе с моечной водой. Вымытое зерно перекачивается в замочный чан. где его влажность повышается до 41...42%. После окончания замачивания зерно с водой перекачивается в солодорастилъный аппарат для проращивания в течении 6...8 суток. В нем зерно продувается воздухом с относительной влажностью 96...98 % и температурой

12 °С. При необходимости зерно орошается водой температурой 12 °С, температура зерна при этом должна быть (14...18) °С.

Из солодорастильного аппарата продукт питателем загружается в камеру подвяливания. а затем в вертикальные сетчатые каналы сушилки. Сушилка имеет до

четырех зон, благодаря чему теплый воздух несколько раз проходит сквозь слой солода. Температура воздуха (40...85)°С. продолжительность сушки 24...36 ч в зависимости от конструкции сушилки.

Сухой горячий солод из сушилки очищается от ростков в росткооотбойной машине. Ростки собираются в бункере. Сухой солод без ростков направляется в силос на отлежку, в целя повышения влажности оболочки ее эластичности. Сухой солод без ростков очищается от загрязнений, полируется в полировочной машине и направляется в склад готового солода. Часть свежепроросшего солода, минуя сушилку, направляется в обжарочный барабан для приготовления карамельного солода.

***1.2.2 Приготовление сусла***

Очищеный солод измельчается в вальцовой дробилке в целях получения максимального количества мелкой однородной крупки и сохранения шелухи. Дробленный солод взвешивают весами и ссыпают в бункер. Отлежавшийся дробленный солод проходит магнитную очистку в магнитоуловителе и попадает в заторный аппарат, где смешивается с теплой водой (около 60 °С) и перемешивается. По окончанию перемешивания (затирания) часть заторной массы (около 40%) перекачивают в другой заторный аппарат, где нагревают до температуры осахаривания (около 70 °С), а по окончанию осахаривания – до кипения. При кипячении крупные частицы солода развариваются, после чего первую отварку возвращают в первый аппарат. При смешивании кипящей части затора с затором, оставшимся в первом аппарате, температура всей массы достигает 70 °С. Затор осталяют в покое для осахаривания. По окончанию осахаривания часть затора снова перекачивают во второй аппарат (вторая варка) и нагревают до кипения для разваривания крупки. Вторую отварку возврщают в первый аппарат, где после смешивания обеих частей затора температура его повышается до (75….80) °С. Затем весь затор перекачивают в фильтрационный аппарат для отделения сладкого сусла от твердой фазы затора. При этом фильтрующий слои образует сама твердая фаза затора – пивная дробина, оседающая на сетках фильтрационных чанов, фильтрпрессов или центрифуг, применяемых для фильтрования пивного сусла.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

10

ТГЭУ. ИДРТ. 220521. КП

Отфильтрованное сусло и полученое после промывания дробины воды переводят в сусловарочный котел для кипечения с хмелем, упаривания до нужной концентрации и стерилизации. При этом полностью инактивируются и ковгулирует часть растворимых белков, а горькие и ароматические вещества хмеля растворяются в сусле. Дубильные вещества хмеля, хорошо растворимые в воде, обладают способностью осаждать белки, в том числе и не осаждаемые дубильными веществами солода. Крупные хлопья свернувшегося белка оседают, захватывая частицы мути, сусло осветляется. Источником своеобразной горечи, свойствен пиву, является в основном хмелевая кислота (гумулон), которая при кипячении переходит в изогумулон, хорошо растворимый в воде. Растворяемость кислоты не значительна, а мягкая смола гидролизируется с образованием – смолы и отщеплением изобутилового альдегида и уксусной кислоты, участвующих в формировании специфического аромата и вкуса сусла и пива. Доведенное до нужной плотности охмеленное сусло пропускают через хмелецедильник (хмелеотделитель), где вываренные хмелевые лепестки задерживаются, а сусло перекачивается в сборник горячего сусла. Горячее сусло из сборника подается в центробежный тарельчатый сепаратор, в котором оно очищается от взвешанных частиц коагулированных белков. Из сепаратора сусло нагнетается в плпстинчатый теплообменник, где откладывается до (5…6) °С.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

11

ТГЭУ. ИДРТ. 220521. КП

### *1.2.3 Главное брожение*

Охлажденное сусло сливают в бродильный чан. В тоже сусло из дрожжевого отделения, через специальную емкость для задачи дрожжей, в бродильную ёмкость задаются семенные дрожжи через 15…20 ч после внесения дрожжей на поверхности сусла появляется полоса белой пены (стадия забела), а затем вся поверхность бродящего сусла покрывается мелкоячеистой пеной с постепенно увеличивающимися завитками. Достигнув максима завитки опадают, пена уплотняется и становится коричневой. Из-за горького вкуса осевшую пену обязательно удаляют с поверхности сусла. Дрожжи оседают на дно. Осветлившаяся жидкость называется зеленим (молодым; пивом. В нем, помимо этилилового спирта и углекислого газа, в процессе брожения накапливается ряд побочных про­дуктов, участвующих в создании вкуса и аромата пива. Процесс главного брожения завершается за 7…9 суток. К этому времени в пиве остаются несброженными около 1,5% сахаров. По окончанию главного брожения, предварительно охлажденное до 5 °С зеленое пиво, снимается с дрожжевого осадка и направляется через теплообменник на дображивание в лагерные танки. Дрожи с бродильных чанов направляют ванну дрожжевого отделения для подработки и хранения и дальнейшего многократного использования.

### *1.2.4 Дображивание пива*

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

12

ТГЭУ. ИДРТ. 220521. КП

Дображивание пива протекает в лагерном подвале. Эта операция спо­собствует окончательному формированию потребительских достоинств пива. Для дображивания молодое пиво перекачивают в герметично закрывающиеся металлические танки, внутренняя поверхность которых покрыта специальным лаком. Выдерживают пиво при температуре (0…3) °C в течение 11…100 суток в зависимости от сорта. В результате дображивания остаточного экстракта несколько возрастает крепость пива, происходят насыщение его углекислотой и осветление. Взаимодействие разнообразных первичных и вторичных продуктов главного и побочных процессов приводит к образованию новых веществ, обусловливающих вкус и аромат зрелого пива а также его сортовые особенности.

По окончанию процесса дображивания, которое протекает при температуре (0…3) °С, пиво проходит через сепаратор-осветлитель, а затем насосом перекачивается на фильтр-пресс для фильтрации. фильтрованное пиво охлаждается рассолом в теплообменнике, дополнительнно насыщается углекислотой через карбонозатор и направляется в сборники осветленного пива (форфасы) вместимостью 2500 дал каждый. В форфасном отделении поддерживается температура (1…2) °С Из форфасов пиво избыточным давлением выдавливается в моноблок I цеха бутылочного розлива или в цех розлива пива в кеги.

### *1.2.5 Розлив в бутылки*

С помощью машины для извлечения бутылки стеклотара извлекается из ящиков и конвейером подается в бутылкомоечную машину. Чистая бутылка через контроль на световом экране конвейером подается к моноблоку где наполняется пивом и укупоривается кронепробкой. Далее через бракеражную машину подается на упаковку в полиэтиленовую пленку. Далее готовая продукция отправляется на склад готовой продукции, где храниться при температуре (0…12) °С.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

13

ТГЭУ. ИДРТ. 220521. КП

# 2 АЛГОРИТМ ПРОВЕДЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

14

ТГЭУ. ИДРТ. 220521. КП

# ОБЕСПЕЧЕНИЯ. ПОРЯДОК ВЫБОРА СИ

## 2.1 Алгоритм выбора средств измерений

1. Провести технико-экономическое обоснование необходимости контроля данного параметра
2. Уточнить необходимость диапазона измерений, точности измерений, условия работы средств измерений.
3. По каталогу средств измерений, рекомендованной для данной отрасли, выбрать средство измерения в соответствии с техническими характеристиками.
4. Уточнить технико-экономическую целесообразность установки выбранного средства измерения.
5. Скорректировать методику измерений, выбранным в средстве измерения с учетом в специфике контролируемого параметра.
6. Включение выбранного средства в план поверки измеряемого прибора.

## 2.2 Общий алгоритм проведения метрологического

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

15

ТГЭУ. ИДРТ. 220521. КП

## обеспечения подготовки производства

Провести метрологическую экспертизу исходной конструкторской и технологической документации

Провести анализ метрологического обеспечения подготовки к производству

Проверить соответствие перечня контролируемых параметров требованиям технологического процесса

Провести анализ документов регламентирующих метрологическое обеспечение производства продукции

Составить оптимальный перечень параметров и норм точности измерения для пооперационного входного и выходного контроля

Выявить обеспечение технологических процессов современным методикам измерений

Установить наличие методик измерения в целях охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, охраны окружающей среды

Проанализировать обеспечение производства стандартизованными и специальными средствами производства

Выбрать не достающие стандартизованные средства измерений

Заказать разработку новых СИ( в том числе и не стандартизованные)

Проверка готовности СИ к выполнению измерений, обеспечение подготовки работников для измерения

## 2.3 Выбор средств измерений для технологического

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

16

ТГЭУ. ИДРТ. 220521. КП

## процесса производства пива

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Этапы выбора средств измерений** | **Решаемые задачи** | **Используемая документация** |
| 1 | 2 | 3 |
| Анализ характеристик объекта контроля (технологических параметров и показателей качества). | Выявление характеристик объекта контроля. | Стандарты, программа и методика испытаний, технологическая документация на изготовление и контроль качества. |
| Предварительный выбор средств измерений. Сравнительный анализ применяемых и предлагаемых методик выбора средств измерений. | Определение средств измерений, использование которых обеспечивает нормированные показатели технологического процесса с учетом их метрологических и эксплуатационных характеристик. | Государственные отраслевые стандарты и стандарты предприятия, классификация на средства измерений. |
| Окончательный выбор средств измерений. | Технико-экономическое обоснование выбираемых средств измерений. Определение недостающих средств и методов измерений. | Методика расчета экономической эффективности выбираемых средств измерений. |

Средства измерений выбирают при разработке нормативно-техни­ческой документации на продукцию и технологические процессы, внедрении средств измерений при проведении испытаний, проектировании систем автоматического управления и автоматизированных систем управления технологическими процессами, оснащении средствами измерений отделов производственного контроля и лабораторий на предприятиях отрасли. Выбранные средства измерений должны обеспечивать контроль технологических параметров, показателей качества продукции и показателей состояния оборудования с заданной точностью.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

17

ТГЭУ. ИДРТ. 220521. КП

Основными условиями выбора средств измерений для контроля качества продукции, технологических параметров и показателей состояния оборудования являются техническая и экономическая целесообразность применения выбираемого средства измерений.

Техническая целесообразность определяется основными метрологическими и эксплуатационными показателями средства измерения. К основным метрологическим показателям относят погрешность, пределы измерений, диапазон показаний, цену деления шкалы, стабильность средств измерений, чувствительность, а к основным эксплуатационным показателям - транспортабельность, простоту конструкции, удобство обслуживания, надежность, ремонтопригодность и безопасность.

При выборе средств измерений должны быть обеспечены максимальное применение рациональных для данных условий средств измерений, регламентированных государственными отраслевыми стандартами и стандартами предприятий, а также возможность применения информационно-измерительных систем, автоматизированных систем управления технологическими процессами на базе микропроцессорной техники. Контроль за правильностью выбора средств измерений, применяемых для метрологического обеспечения технологического процесса, осуществляется при проведении метрологической экспертизы нормативно-технической документации (технологические инструкции, технические условия и др.).

При этом одной из основных задач метрологической экспертизы является установление полноты и правильности требований средствам измерений, в том числе к нестандартизованным (средства изме­рений отраслевого назначения).

Требования к средствам измерений, назначаемым в нормативно-технической документации, должны содержать:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

18

ТГЭУ. ИДРТ. 220521. КП

* наименование, тип и указание шифра нормативно-технической документации, по которой осуществляются их выпуск и поставка (стандарты, технические условия, чертежи и др.), или требования к основным техническим и метрологическим характеристикам, для осуществления выбора конкретного средства измерений и его замены;
* учет реальной возможности оснащения производства средствами измерений, указанными в нормативно - технической документации, которая проверяется по справочникам и каталогам (при этом проверяется, выпускается ли данное средство измерений или снято с производства).

# 3 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ. ОБРАБОТКА ДАННЫХ ПРЯМЫХ ИЗМЕРЕНИЙ С МНОГОКРАТНЫМИ НАБЛЮДЕНИЯМИ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

19

ТГЭУ. ИДРТ. 220521. КП

Имеются результаты 30 измерений физической меры с номинальным значением 330 грамм нетто. Наблюдения, содержащие грубые погрешности, исключаются из группы наблюдений. Полученные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты измерений.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***№ п/п*** |  | ***№ п/п*** |  | ***№ п/п*** |  |
| ***1*** | 327 | ***11*** | 330 | ***21*** | 331 |
| ***2*** | 328 | ***12*** | 330 | ***22*** | 331 |
| ***3*** | 328 | ***13*** | 330 | ***23*** | 331 |
| ***4*** | 328 | ***14*** | 330 | ***24*** | 331 |
| ***5*** | 329 | ***15*** | 330 | ***25*** | 332 |
| ***6*** | 329 | ***16*** | 331 | ***26*** | 332 |
| ***7*** | 329 | ***17*** | 331 | ***27*** | 332 |
| ***8*** | 329 | ***18*** | 331 | ***28*** | 332 |
| ***9*** | 329 | ***19*** | 331 | ***29*** | 333 |
| ***10*** | 330 | ***20*** | 331 | ***30*** | 333 |

1) Найдем размах ряда:





2) Вычисляем среднее арифметическое результата наблюдения. Для этого расположим результаты в порядке возрастания, которые расположены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты измерений в прядке возрастания.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |
| *327* | *1* | *327* | *-3,3* | *10,89* | *10,89* |
| *328* | *3* | *984* | *-2,3* | *5,29* | *15,87* |
| *329* | *5* | *1645* | *-1,3* | *1,69* | *8,45* |
| *330* | *6* | *1980* | *-0,3* | *0,09* | *0,54* |
| *331* | *9* | *2979* | *0,7* | *0,49* | *4,41* |
| *332* | *4* | *1328* | *1,7* | *2,89* | *11,56* |
| *333* | *2* | *666* | *2,7* | *7,29* | *14,58* |
|  | ***30*** | ***9909*** | ***-2,1*** | ***28,63*** | ***66,3*** |



Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

20

ТГЭУ. ИДРТ. 220521. КП

3) Используя вычисления, приведенные в Таблице 2, вычисляем по формуле стандартное отклонение результатов наблюдений:

=

.

Вычислив среднеквадратичное, целесообразно проверить наличие грубых погрешностей в группе наблюдений. Учитывая, что при нормированном законе распределения, значения четвертой колонки в таблице 2, не выйдут за пределы .

Наблюдения содержащие грубые погрешности исключают из группы наблюдений и заново повторяют вычисления  и , т.е в колонке 4 таблицы 2 должны присутствовать только значения не превышающие .

В нашем случае ни одна случайная погрешность не выходит за пределы .

Наблюдение, содержащее грубые погрешности исключают из группы наблюдений и заново повторяют вычисления среднего арифметического результата наблюдения и оценку среднеквадратического отклонения результатов наблюдений.



4) Приближенно можно судить о характере распределения, построив гистограмму. Данные для гистограммы занесем в Таблицу 3.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

21

ТГЭУ. ИДРТ. 220521. КП

Таблица 3- Данные для гистограммы.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***№ п/п*** | ***Номер интервала*** | ***Частота (n)*** |
| *1* | *327 - 328* | *1* |
| *2* | *328 - 329* | *3* |
| *3* | *329 - 330* | *5* |
| *4* | *330 - 331* | *6* |
| *5* | *331 - 332* | *9* |
| *6* | *332 - 333* | *6* |

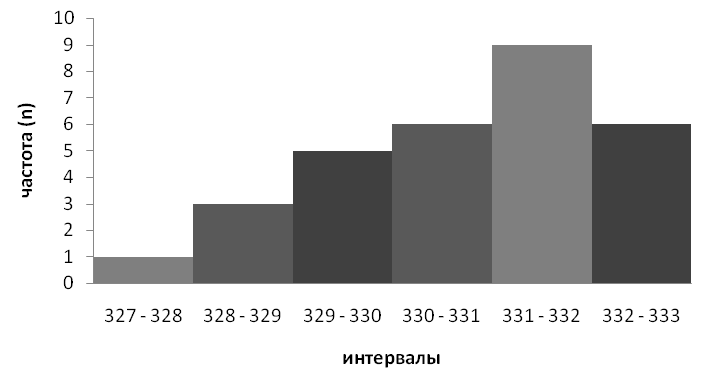


Рис.1 Гистограмма распределения наблюдаемых значений

Вычисляем коэффициент вариации, который характеризует степень отклонения результатов измерений от их средних значений. Его используют в тех случаях, когда необходимо сравнить степень изменчивости нескольких выборок, имеющих различные средние арифметические.

V = · 100% ; .



V<30% - выборка является однородной, все измерения выполнены с хорошей точностью

5) Расчет доверительной погрешности измерения. Вычисляю доверительные границы, при заданной доверительной вероятности Р=0,95; Критерий Стьюдента ts=2,043 (при n=30 и при уровне значимости ).

=

Найдем среднеквадратическое отклонение среднего результата:

S=

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

22

ТГЭУ. ИДРТ. 220521. КП

Доверительная граница случайной величины:

= tα\*S = 2,043∙0,2= 0,4

6) Установление доверительного интервала.

Доверительный интервал – интервал, в котором находиться с заданной вероятностью истинное значение Х



Доверительная граница случайной величины ε = tα\*S = 0,31 или

**329,9 < х < 330,7**

Округлив вычисленное значение, получим: оценка ***х*** с доверительной вероятностью ***Р=0,95*** истинное значение лежит в пределах 330 < x < 331 или в более компактной форме х = (330 ± 0,4)

7) В соответствии с ГОСТ 8.011 – 72 доверительный интервал является одной из основных характеристик точности измерения. Одной из форм представления результатов измерения случайной погрешности устанавливает:





Результат измерений запишем в таблицу 4:

Таблица 4 – Результаты измерений.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Статистическая***  ***характеристика*** | ***Обозначения*** | ***Объем (мл)*** |
| 1. Среднее значение результата |  | 330,3 |
| 2. Среднеквадратическое отклонение отдельного результата  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  23  ТГЭУ. ИДРТ. 220521. КП |  | 1,51 |
| 3. Доверительный интервал среднего результата |  | 330,3 ± 0,4 |

# 4. РАЗРАБОТКА КАРТЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

24

ТГЭУ. ИДРТ. 220521. КП

# ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Для поддержания требуемых значений параметров на работающем оборудовании, оно оснащается контрольно - измерительными приборами, которые обеспечивают обслуживающий персонал соответствующей информацией обо всех изменениях температур, расходов, уровня и плотности, наблюдение за которыми должно осуществляться на отдельных элементах установки. Такая информация необходима для надежной, экономичной и безаварийной эксплуатации оборудования технологических процессов пищевых производств.

Основная задача, которая решается с помощью контрольно-измерительных приборов, которые установлены на оборудовании, - измерить величину того параметра, который определяет его состояние в данный момент времени или зафиксировать изменение его величины в оговоренный интервал времени (смена, сутки и т.д.).

Таким образом, создаются карты метрологического обеспечения производства, где регламентируются характеристики системы измерения и методы выполнения необходимых измерений на всех производственных циклах предприятия. Без соблюдения основных законов и правил метрологии по подбору, расстановке, обслуживанию и анализу средств измерения нельзя рассчитывать на объективность и качество полученной информации.

Карта метрологического обеспечения производства пива приведена в таблице 5.

# 5. ВЫВОД ПО РЕЗУЛЬТАТАМ РАБОТЫ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

25

ТГЭУ. ИДРТ. 220521. КП

В данном курсовом проекте была разработана карта метрологического обеспечения, рассмотрен технический процесс производства пива и приведена спецификация оборудования к функциональной схеме (функциональная схема приведена на листе формата А1).

Анализируя технологический процесс производства пива и разработанную карту метрологического обеспечения, делаем вывод, что при входном и операционном контроле было задействовано 100 % рабочих средств измерений по месту, лабораторные СИ не использовались.

Проведя обработку данных прямых измерений с многократными наблюдениями, установлено, что при заданной доверительной вероятности Р=0,95 истинное значение массы лежит в пределах от 329,9 мл до 330,7 мл, все наблюдаемые значения не содержат грубых погрешностей.

# 6. СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

26

ТГЭУ. ИДРТ. 220521. КП

1. Балашов В.Е., Федоренко Н.П. Технологическое оборудование пивоваренного и безалкогольного производства: Учебное пособие. – М.: Издательский центр «Феникс», 1990 – 378 с.
2. Гамов В.К. и др. Стандартизация и метрологическое обеспечение качества товаров: Учебное пособие. – Владивосток, 1995 – 196 с.
3. Главачек Ф., Лхотский А. Пивоварение: Учебное пособие. – Ростов-на-Дону: Издательский центр «Профикс», 1989 – 328 с.
4. ГОСТ 6687.0-86 «Продукция безалкогольной и пивоваренной промышленности».
5. Номенклатурный каталог. Оборудование технологическое для пивоваренной и безалкогольной промышленности: Межотраслевой Научно- Исследовательский Центр «Агросистеммаш», 1997 – 25с.
6. Слесаренко В.Н., Слесаренко И.Б. Методы и средства испытаний и контроля: Учебное пособие. - Владивосток: Изд-во ДВГАЭУ, 2002 – 196с.
7. Слесаренко И.Б. Методы и средства испытаний и контроля: Учебно-методическое пособие к выполнению курсового проекта. – Владивосток: Изд-во ДВГАЭУ, 2003. – 48с.
8. Тихомиров В.Г. Технология пивоваренного и безалкогольного производства: Учебное пособие. – М.: Издательский центр «Академия», 1991 – 564с.
9. Шепелев А.Ф., Печенежская И.А., Кожухова О.И., Туров А.С., Мхитарян К.Р. Товароведение и экспертиза продовольственных товаров: Учебное пособие. – Ростов-на-Дону: Издательский центр «Март», 2001 - 680с.

# ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

27

ТГЭУ. ИДРТ. 220501. КП

Таблица 5 – Карта метрологического обеспечения производства пива.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Наименование параметров (показателей) технологического процесса* | *Нормируемое значение параметра (показателя) с допускаемым технологическим отклонением* | *Допускаемая погрешность измерений (точность)* | *Научно-техническая документация, регламентирующая отклонения и погрешность* | *Средства измерений и испытаний системы автоматического контроля и регулирования* | *Средства для лабораторного контроля параметров* | *Взаимозаменяемость средств измерений* |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Замачивание ячменя(температура помещения, °С) | 18-20 | ±0,3 | ГОСТ 5060-86 | Термометр метеорологический Психрометрический ТМ-4 с диапазоном измерений от -25…+50 °С | - | Термометр метеорологический Психрометрический ТМ-4 с диапазоном измерений от -35…+40; максимальный ТМ-1 |
| Подогревание солода и несоложенных материалов, °С | 50-52 | ±1 | ТУ | Термометр жидкостный манометрический конденсационный показывающий ТКП-60С 0…+100 °С | - | Психрометр ПБУ-1,3-100 |
| Масса солода и ячменя (удельный расход на 1 дал пива, г) | 20-60 | ±0,1 | ГОСТ 29249-92. | Весы рычажные общего назначения с нормативами точности; Счетчик-расходомер СРВД-25-400 | - | Весовые дозаторы |
| Объем дрожжей (норма введения в пивное сусло, л/гл сусла) | 0,4-1 | ±0,5 | ТУ | Весы ВНЦ-2 20-2000 г | - | Заменяется аналогичным |
| Измерение уровня солода в вальцовой дробилке, метр кубический | 0, 1  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  28  ТГЭУ. ИДРТ. 220501. КП | ±0,5 | ТУ | Уровнемер типа РУС; манометр дифференциальный сильфонный показывающий ДСП-160-М1 |  | индикаторы уровня ЭИУ-2 |
| Температура воды для мокрого дробления солода, °С | 35-50 | ±1 | ГОСТ 2874-82 | Термометр жидкостный манометрический конденсационный показывающий ТКП-60С 0…+100 °С |  | Психрометр ПБУ-1,3-100 |
| Затирание солода иячменя на 100 кг продукта:  1. объем воды, литров кубических  2. температура солода при подогреве, °С | 350-500  50-70 | ±1  ±1 | ГОСТ 2874-82  ГОСТ 29249-92 | Ротаметр РЭД-3104  Манометрический термометр ЭКТ-1 |  | Ротаметры пневматические РП, мод. РПК, РПОК, РПФК  Манометрический термометр ЭКТ-2 |
| Уровень среды в заторном аппарате, метров кубических | 18 |  |  | Уровнемер с пневматическим выходным сигналом УВРСМ-П |  | Уровнемеры VLI (мод. 23614-А/В/КУО, 34300-А/В/КЮ, 32755-А/В/К/О, 34000-А/В/К/О) |
| Давление в паропроводах заторного аппарата, мПа | 0,245 |  | ТУ | Дифманометр типа ДТ |  | Манометры ДМ 15 (ДМ 14); Манометры ДМ 02 (ДМ 01) |
| Температура воды в фильтрационном аппарате, °С | 75…78 | Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  29  ТГЭУ. ИДРТ. 220501. КП | ТУ | Манометрический термометр TM ЭКТ-1 |  | Манометрический термометр TM ЭКТ-2 |
| Уровень слоя фильтрационного затора, см | 30-40 | ±0,05 | ГОСТ 5133-99 | Поплавковый сигнализатор уровня СУ-110 |  | Уровнемер типа РУС; манометр дифференциальный сильфонный показывающий ДСП-160-М1; индикаторы уровня ЭИУ-02 |
| Уровень сусла в сусловарочном аппарате, в метрах кубических | 23 |  | ТУ | Уровнемер с пневматическим выходным сигналом УВРСМ-П |  | Уровнемер типа РУС; манометр дифференциальный сильфонный показывающий ДСП-160-М1. |
| Давление в сусловарочном аппарате, МПа | 0,2 | ±0,45 | ТУ 4212-040-00225590-2001 | Манометр показывающий сигнализирующий взрывозащищнный ДВ2005Сг1Ех |  | Манометр показывающий сигнализирующий взрывозащищнный ДМ2005Сг1Ех,  ДА2005Сг1Ех |
| Температура кипячения отфильтрованного сусла с хмелем, °С | 96-100 | ±1,5 | ГОСТ 21948-76 | Манометрический термометр ЭКТ-1 |  | Манометрический термометр ЭКТ-2 |
| Температура охлождения пивного сусла, °С | До 55 | Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  30  ТГЭУ. ИДРТ. 220501. КП | ТУ | Термометр жидкостный манометрический конденсационный показывающий ТКП-60С 0…+100 °С |  | Манометрический термометр показывающий ТКП-160Сг-М2 |
| Давление при подаче в сепаратор, МПа | 0,2 | ±0,45 | ТУ 4212-040-00225590-2001 | Манометр показывающий сигнализирующий взрывозащищнный ДВ2005Сг1Ех |  | Манометр показывающий сигнализирующий взрывозащищнный ДМ2005Сг1Ех,  ДА2005Сг1Ех |
| Давление в сепараторе, МПа | 0,2 | ±0,5 | ТУ 4212-040-00225590-2001 | Манометр показывающий сигнализирующий взрывозащищнный ДВ2005Сг1Ех |  | Манометр показывающий сигнализирующий взрывозащищнный ДМ2005Сг1Ех,  ДА2005Сг1Ех |
| Температура сусла в пластинчатом теплообменике, °С | До 6 | ±0,5  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  31  ТГЭУ. ИДРТ. 220501. КП | ТУ | Термометр жидкостный манометрический конденсационный показывающий ТКП-60С 0…+100 °С |  | Манометрический термометр показывающий ТКП-160Сг-М2 |
| Уровень сусла в бродильном аппарате, в метрах кубических | 15 |  | ГОСТ 3473-78 | Уровнемер с пневматическим выходным сигналом УВРСМ-П |  | Уровнемер типа РУС; манометр дифференциальный сильфонный показывающий ДСП-160-М1. |
| Брожение пивного сусла:  -холодное брожение, ºС  -теплое брожение, ºС | 7-9  12-14 | ±1  ±1 | ГОСТ 3473-78  ГОСТ 3473-78 | Термометр жидкостный манометрический конденсационный показывающий ТКП-60С 0…+100 °С |  | Манометрический термометр показывающий ТКП-160Сг-М2 |
| Давление, при котором протекает брожение, МПа | 0,03…0,2 | ±0, 1 | ГОСТ 3473-78 | манометр показывающий сигнализирующий взрывозащищнный ДВ2005Сг1Ех |  | Манометр показывающий сигнализирующий взрывозащищнный ДМ2005Сг1Ех,  ДА2005Сг1Ех |
| Температура дображивания пива, °С | -1…3 | ± 1 | ГОСТ 3473-78  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  32  ТГЭУ. ИДРТ. 220501. КП | Термометр метеорологический Психрометрический ТМ-4 с диапазоном измерений от -35…+40; максимальный ТМ-1 |  | Термометр метеорологический Психрометрический ТМ-4 с диапазоном измерений от -25…+50 °С |
| Давление деоксида углерода при подаче сепаратор-осветлитель, МПа | 0,03…0,06 | ± 0,1 | ТУ 4212-040-00225590-2001 | Манометр показывающий сигнализирующий взрывозащищнный ДВ2005Сг1Ех |  | Манометр показывающий сигнализирующий взрывозащищнный ДМ2005Сг1Ех,  ДА2005Сг1Ех |
| Давление при подаче пива на фильтрование из аппарата дображивания, МПа | 0,1…1,5 | ± 0,1 | ТУ 4212-040-00225590-2001 | Манометр показывающий сигнализирующий взрывозащищнный ДА2005Сг1Ех |  | Манометр показывающий сигнализирующий взрывозащищнный ДМ2005Сг1Ех,  ДА2005Сг1Ех |
| Давление во время сепарирования:  -на входе, МПа  -на выходе, МПа | 0,07  0,5 | ± 0,1  ± 0,1 | ТУ 4212-040-00225590-2001 | Манометр показывающий сигнализирующий взрывозащищнный ДВ2005Сг1Ех |  | Манометр показывающий сигнализирующий взрывозащищнный ДМ2005Сг1Ех,  ДА2005Сг1Ех |
| Охлаждение пива перед фильтрованием в теплообменнике, °С | 0…1 | ± 1 | ГОСТ 3473-78  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  33  ТГЭУ. ИДРТ. 220501. КП | Термометр метеорологический Психрометрический ТМ-4 с диапазоном измерений от -35…+40; максимальный ТМ-1 |  | Термометр метеорологический Психрометрический ТМ-4 с диапазоном измерений от -25…+50 °С |
| Давление пива в карбонизаторе, МПа | 0,15…0,2 | ± 0,1 | ТУ 4212-040-00225590-2001 | Манометр показывающий сигнализирующий взрывозащищнный ДВ2005Сг1Ех |  | Манометр показывающий сигнализирующий взрывозащищнный ДМ2005Сг1Ех,  ДА2005Сг1Ех |
| Температура пива при карбонизации, °С | 0…1 | ± 1 | ГОСТ 3473-78 | Термометр метеорологический Психрометрический ТМ-4 с диапазоном измерений от -35…+40; максимальный ТМ-1 |  | Термометр метеорологический Психрометрический ТМ-4 с диапазоном измерений от -25…+50 °С |
| Давление пива в сборниках (танках), МПа | 0,05 | ± 0,1 | ТУ 4212-040-00225590-2001 | Манометр показывающий сигнализирующий взрывозащищнный ДВ2005Сг1Ех |  | Манометр показывающий сигнализирующий взрывозащищнный ДМ2005Сг1Ех,  ДА2005Сг1Ех |
| Температура пива в танке, °С | 0…0,5 | ± 1 | ГОСТ 3473-78  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  34  ТГЭУ. ИДРТ. 220501. КП | Термометр метеорологический Психрометрический ТМ-4 с диапазоном измерений от -25…+50 °С |  | Термометр метеорологический Психрометрический ТМ-4 с диапазоном измерений от -35…+40; максимальный ТМ-1 |
| Давление пива на подаче в отдел розлива, МПа | 0,05…0,07 | ± 0,1 | ТУ 4212-040-00225590-2001 | Манометр показывающий сигнализирующий взрывозащищнный ДВ2005Сг1Ех |  | Манометр показывающий сигнализирующий взрывозащищнный ДМ2005Сг1Ех,  ДА2005Сг1Ех |

# ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица 6 - Спецификация на оборудование.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Позиция | Наименование и характеристика оборудования | Тип, марка оборудования. Обозначение документа | Единицы измерения | Количество | Масса единицы оборудования, кг |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|  | Четырехвальцовая дробилка | Код ОКП 51 31 71  БДА – 1М | Кг/час | 1 | 1720 |
|  | Весы автоматические |  |  |  |  |
|  | Промежуточная емкость | МО – 1.0 | л | 1 | 1800 |
|  | Заторный аппарат | Код ОКП 51 31 71  ВКЗ - 3 | кг | 2 | 19500 |
|  | Фильтрационный аппарат | Код ОКП 51 31 71  ВФЧ - 3 | кг | 1 | 6200 |
| Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  35  ТГЭУ. ИДРТ. 220521. КП | Варочный агрегат для производства пивного сусла | Код ОКП 51 31 71  Ш4 – ВВП – 0,5 |  | 1 | 8000 |
|  | Хмелеотборочный аппарат | Код ОКП 51 31 71  ВХЧ |  | 1 | 3202 |
|  | Сборник горячего сусла | ВОЧ - 3 |  | 1 | 5000 |
|  | Центробежный тарельчатый сепаратор | ВСМ |  | 1 | 1090 |
|  | Пластинчатый теплообменник | П - 3 | л/час | 1 | 1200 |
|  | Бродильный чан | ЧБ - 15 |  | 2 | 2100 |
|  | Танк лагерный | Код ОКП 51 31 71  ТЛА |  | 2 | 490 |
|  | Сепаратор - осветлитель | Код ОКП 51 31 71  ВСС - 2 | л/час | 1 | 1400 |
|  | Фильтр - пресс | Код ОКП 51 31 71  ШЧ –ВФС - 25 | Дал/час | 1 | 4000 |
|  | Теплообменник | Код ОКП 51 31 71  ТО - 15 |  | 1 | 2300 |
|  | Карбонизатор | Код ОКП 51 31 71 |  | 1 | 3200 |

