

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного обучения
Направление подготовки 12.03.01 Приборостроение
Кафедра Физических методов и приборов контроля качества

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| Тема работы |
|---|
| Разработка блока управления системы осушки воздуха |

УДК 658.51:66.074.31

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------------|---------|------|
| 3-1Б21 | Булычев Владислав Александрович | | |

Руководитель

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|----------------------------|---------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Вавилова Галина Васильевна | Кандидат технических наук | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----------------------------|-----------------------------|---------|------|
| Доцент | Фигурко Аркадий Альбертович | Кандидат экономических наук | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент | Амелькович Юлия Александровна | Кандидат технических наук | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Зав. кафедрой | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---|----------------------------|--|---------|------|
| Физических методов и приборов контроля качества | Суржиков Анатолий Петрович | Доктор физико-математических наук, профессор | | |

Запланированные результаты обучения по программе

| Код результата | Результат обучения (выпускник должен быть готов) | Требование ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон |
|----------------|---|---|
| | <i>Профессиональные компетенции</i> | |
| Р1 | Применять современные базовые и специальные естественнонаучные, математические и инженерные знания для разработки, производства, отладки, настройки и аттестации средств приборостроения с использованием существующих и новых технологий, и учитывать в своей деятельности экономические, экологические аспекты и вопросы энергосбережения | Требования ФГОС (ОК-14, ПК-1,6,7,8,10,11.12,13,17,23, 24,27), Критерий 5 АИОР (п.1.1, 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI |
| Р2 | Участвовать в технологической подготовке производства, подбирать и внедрять необходимые средства приборостроения в производство, предварительно оценив экономическую эффективность техпроцессов; принимать организационно-управленческие решения на основе экономического анализа | Требования ФГОС (ОК-5, ПК-14,15,19,20,21,28,29,30,33) Критерий 5 АИОР (п.1.4, 1.5, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI |
| Р3 | Эксплуатировать и обслуживать современные средств измерения и контроля на производстве, обеспечивать поверку приборов и прочее метрологическое сопровождение всех процессов производства и эксплуатации средств измерения и контроля; осуществлять технический контроль производства, включая внедрение систем менеджмента качества | Требования ФГОС (ОК-6, ПК-5,18,31,32), Критерий 5 АИОР (п.1.5), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI |
| Р4 | Использовать творческий подход для разработки новых оригинальных идей проектирования и производства при решении конкретных задач приборостроительного производства, с использованием передовых технологий; критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы; использовать основы изобретательства, правовые основы в области интеллектуальной собственности | Требования ФГОС (ОК-1,2,8,11,12, ПК-2,9), Критерий 5 АИОР (п.1.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI |
| Р5 | Планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования по своему профилю с использованием новейших достижения науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта в области знаний, соответствующей выполняемой работе | Требования ФГОС (ПК-3,4,9,16,22,26), Критерий 5 АИОР (п.1.2, 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI |
| Р6 | Использовать базовые знания в области проектного менеджмента и практики ведения | Требования ФГОС (ПК-33), Критерий 5 АИОР (п.2.1), |

| Код результата | Результат обучения (выпускник должен быть готов) | Требование ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон |
|----------------|--|---|
| | бизнеса, в том числе менеджмента рисков и изменений, для ведения комплексной инженерной деятельности; уметь делать экономическую оценку разрабатываемым приборам, консультировать по вопросам проектирования конкурентоспособной продукции | согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI |
| | <i>Универсальные компетенции</i> | |
| P7 | Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности | Требования ФГОС (ОК-7), Критерий 5 АИОР (п.2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI |
| P8 | Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой, демонстрировать ответственность за результаты работы | Требования ФГОС (ОК-3, ПК-28), Критерий 5 АИОР (п.2.3), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI |
| P9 | Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инженерной деятельности | Требования ФГОС (ОК-13), Критерий 5 АИОР (п.2.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI |
| P10 | Ориентироваться в вопросах безопасности и здравоохранения, юридических и исторических аспектах, а так же различных влияниях инженерных решений на социальную и окружающую среду | Требования ФГОС (ОК-4,14,15, ПК-8) Критерий 5 АИОР (п.2.5), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI |
| P11 | Следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам инженерной деятельности | Требования ФГОС (ОК-9), Критерий 5 АИОР (п.1.6, 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI |

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного обучения
Направление подготовки (специальность) Приборостроение
Кафедра Физических методов и приборов контроля качества

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ Суржиков А.П.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|---------------------------------|
| 3-1Б21 | Булычев Владислав Александрович |

Тема работы:

Разработка блока управления системы осушки воздуха

Утверждена приказом директора (дата, номер)

29.03.2017, 2188/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Объектом исследования является блок управления системы осушки воздуха КИП и азота, используемый на Лугинецкой газокompрессорной станции

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов

(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).

Обзор объекта исследования.
Анализ методов измерения влажности.
Анализ методов управления процессом осушки воздуха и азота
Выбор метода управления
Технико-экономическое обоснование
Вопросы социальной ответственности

| | |
|--|---|
| Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i> | |
| Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i> | |
| Раздел | Консультант |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Доцент, к.э.н. Фигурко Аркадий Альбертович |
| Социальная ответственность | Доцент, к.т.н. Амелькович Юлия Александровна |
| | |
| | |
| Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: | |
| --- | |
| --- | |
| --- | |

| | |
|---|-------------------|
| Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику | 15.11.2016 |
|---|-------------------|

Задание выдал руководитель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| Старший преподаватель | Вавилова Галина Васильевна | Кандидат технических наук | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|---------------|---------------------------------|----------------|-------------|
| 3-1Б21 | Булычев Владислав Александрович | | |

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 68 с., 5 рис., 15 табл., 38 источников

Ключевые слова: осушитель воздуха, блок управления, влажность, пьезосорбционный резонатор, управляемый таймер

Объектом исследования является блок управления системы осушки воздуха КИП и азота

Цель работы – провести анализ методов процесса управления системой осушки воздуха и методов анализа влажности, разработать блок управления системы осушки воздуха, выбрать анализатор влажности

В процессе исследования проводились обзоры методов процесса управления системой осушки воздуха и методов анализа влажности

В результате исследования разработан блок управления системы осушки воздуха, выбран анализатор влажности

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики:

Степень внедрения: внедрена на газокompрессорной станции

Область применения: в осушителях сжатого воздуха с холодной регенерацией адсорбента с 4-клапанной системой переключения адсорберов

Экономическая эффективность/значимость работы разработанный блок управления позволяет сократить расходы на полную замену узла осушителя воздуха и азота и на энергозатраты на выработку сырья

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Абсолютная влажность – количество водяных паров в граммах, содержащихся в 1 м^3 воздуха или газа.

Адсорбция – поглощение какого-либо вещества из газообразной среды или раствора поверхностным слоем жидкости или твёрдого тела.

Относительная влажность φ – отношение количества водяных паров, содержащихся в воздухе или газе, к количеству паров, насыщающих воздух или газ при данной температуре.

Осушение воздуха – снижение влажности воздуха.

Точка росы – температура, при которой в воздухе или газе начинает конденсироваться влага.

Регенерация – восстановление исходных свойств и состава отработавших материалов (воды, воздуха, масел, резины и др.) для их повторного использования.

ppm (миллионная доля) – единица измерения концентрации, и других относительных величин, аналогична по смыслу проценту или промилле.

ppb (миллиардная доля) – единица измерения концентрации, и других относительных величин, миллиардная доля аналогична по смыслу проценту или промилле.

ppt (триллионная доля) – единица измерения концентрации, и других относительных величин.

изб. – избыточное давление.

КИП – контрольно-измерительный прибор.

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение | 10 |
| 1 Обзор объекта исследования | 11 |
| 1.1 Исследование используемых в узле осушки воздуха КИП и азота блока управления и анализатора влажности | 12 |
| 1.1.1 Микроконтроллер. Система контроля COMPU-PURGE | 12 |
| 1.1.2 Анализатор влажности | 13 |
| 2 Осушка воздуха | 15 |
| 2.1 Осушка с помощью адсорбентов | 15 |
| 2.2 Методы измерения влажности и точек росы газа по водной фазе | 19 |
| 2.2.1 Конденсационный метод | 20 |
| 2.2.2 Абсорбционный метод | 22 |
| 3 Технические характеристики воздуха КИП и азота | 24 |
| 3.1 Воздух для КИПиА | 24 |
| 3.2 Азот газообразный | 24 |
| 4 Система получения технологического воздуха, воздуха КИП и азота | 26 |
| 4.1 Блок управления осушителя воздуха с холодной регенерацией | 27 |
| 4.2 Методы управления процессом осушки воздуха | 28 |
| 4.2.1 Блок управления по таймеру | 28 |
| 4.2.2 Блок управления с обратной связью | 28 |
| 5 Выбор метода и средства управления системой осушки воздуха | 30 |
| 5.1 Блок управления системой осушки воздуха | 30 |
| 5.2 Выбор анализатора влажности | 32 |
| 6 Техничко-экономическое обоснование НИР | 37 |
| 6.1 Организация и планирование работ | 37 |
| 6.1.1 Продолжительность этапов работ | 38 |
| 6.1.2 Расчет накопления готовности проекта | 42 |
| 6.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта | 43 |
| 6.2.1 Расчет затрат на материалы | 43 |

| | |
|---|----|
| 6.2.2 Расчет основной заработной платы | 44 |
| 6.2.3 Расчет отчислений в социальные фонды | 45 |
| 6.2.4 Расчет затрат на электроэнергию | 45 |
| 6.2.5 Расчет амортизационных расходов | 46 |
| 6.2.6 Расчет прочих расходов | 46 |
| 6.2.7 Расчет общей себестоимости разработки | 46 |
| 6.3 Расчет прибыли | 47 |
| 6.4 Расчет НДС | 47 |
| 6.5 Цена разработки НИР | 48 |
| 7 Производственная безопасность | 50 |
| Введение | 50 |
| 7.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при проведении исследований | 50 |
| 7.1.1 Повышенный уровень шума на рабочем месте | 51 |
| 7.1.2 Повышенный уровень вибрации | 52 |
| 7.1.3 Отклонение параметров микроклимата | 54 |
| 7.1.4 Недостаточная освещенность рабочей зоны | 56 |
| 7.1.5 Повышенное значение напряжения в электрической цепи | 57 |
| 7.1.6 Повышенная температура поверхностей оборудования | 57 |
| 7.2 Экологическая безопасность | 58 |
| 7.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях | 59 |
| 7.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности | 61 |
| Заключение | 64 |
| Список используемой литературы | 65 |

Введение

В настоящее время воздушные компрессоры применяются практически во всех отраслях промышленности. Производимый сжатый воздух обеспечивает работу многих производственных процессов. В нефтегазовой отрасли они применяются при освоении месторождений, отвечая за работу ряда механизмов.

Объектом исследования является вышедший из строя комплектный блок управления узла подготовки воздуха КИП и получения азота, а также морально устаревший анализатор влажности. Данное оборудование обеспечивает Лугинецкую газокomppressorную станцию сухим воздухом КИП, технологическим воздухом, а также азотом.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка блока управления системой осушки воздуха.

Для достижения поставленной темы необходимо:

- 1) рассмотреть действующую систему осушки воздуха и азота;
- 2) провести анализ методов измерения влажности;
- 3) провести анализ методов управления процессом осушки воздуха;
- 4) выбрать наиболее подходящие методы управления и анализа влажности;
- 5) разработать блок управления системой осушки воздуха;
- 6) подобрать анализатор влажности.

В связи с невозможностью поставки производителем вышедшего из строя блока управления узлом осушки воздуха КИП, в связи с прекращением выпуска из производства. Возможна только полная замена комплекта оборудования, включая вышеуказанный блок управления в комплекте с новым осушителем воздуха КИП (технологические емкости и комплект адсорбента), что экономически неприемлемо. Поэтому разработка блока управления узла осушки воздуха является необходимостью и актуальностью данной работы.

1 Обзор объекта исследования

Объектом исследования является узел подготовки воздуха КИП и получения азота. Данное оборудование обеспечивает Лугинецкую газокompрессорную станцию сухим воздухом КИП, технологическим воздухом, а также азотом с чистотой 99%. Воздух КИП используется для приборов КИП и клапанов с пневматическим управлением, а также для очистки воздушных фильтров на входе газовой турбины. Технологический воздух предназначен для использования на вспомогательных участках станции для пневматических инструментов и других целей.

Азот используется в качестве газоносителя в системе факела, в качестве разделительного газа в лабиринтных газовых уплотнениях главных компрессоров, для создания азотных подушек в расширительной емкости теплоносителя, в резервуаре для хранения метанола, в резервуаре для хранения свежего минерального масла, в резервуаре для хранения отработанного минерального масла, для продувки оборудования. Азот также используется в системе пожаротушения узла рекуперации отходящего тепла турбины, нагревателей газа регенерации и теплоносителя.

Блок управления системы осушки воздуха вышел из строя, и появилась необходимость в его замене.

При обращении к производителю был получен официальный ответ о невозможности поставки морально устаревшего блока управления узлом осушки воздуха КИП, в связи с прекращением выпуска из производства. Предлагается к поставке полный комплект оборудования, включая вышеуказанный блок управления в комплекте с новым осушителем воздуха КИП (технологические емкости и комплект адсорбента), что экономически неприемлемо.

В связи с невозможностью поставки блока управления узла осушки воздуха КИП и азота и экономической нецелесообразностью поставки полного

комплекта оборудования было принято решение о проектировании нового контроллера на промышленных программируемых таймерах.

1.1 Исследование используемых в узле осушки воздуха КИП и азота блока управления и анализатора влажности

1.1.1 Микроконтроллер. Система контроля COMPU-PURGE

В комплектной поставке узла осушки воздуха КИП и азота используется микроконтроллер.

Система контроля COMPU-PURGE использует микрокомпьютер для обеспечения соответствия между скоростью воздушного потока и продолжительностью цикла осушки, чтобы автоматически регулировать осушку воздуха в соответствии с количеством поступающей влаги.

Электронные датчики температуры и давления непрерывно отслеживают температуру на входе и давление на входе и на выходе и передают их значения в микрокомпьютер. Микрокомпьютер вычисляет загрузку осушителя и наиболее эффективное сочетание скорости очищенного потока и продолжительности регенерации влаги, поглощенной за время осушения.

Продолжительность времени осушки может быть различной. Оптимальное время открытия клапанов управления осушкой выбирается микрокомпьютером автоматически или вручную.

Когда количество очищенного воздуха, необходимое для регенерации поглотителя, превышает 20% от входного потока, осушитель начинает работать по укороченному циклу до тех пор, пока состояние перегрузки не придет в норму. Для обеспечения точки росы -70°C используется 3х-минутный цикл.

Компьютер использует три режима работы осушителя для обеспечения соответствия количеству поступающей влаги.

1.1.2 Анализатор влажности

В комплектной поставке узла осушки воздуха КИП и азота используется анализатор влажности серии Moisture Series Analyzer фирмы Panametrics с датчиками влажности на основе оксида алюминия. MTS5 предназначен для комплектации технологических машин и установок, для которых, как правило, требуются недорогие и точные приборы, позволяющие представлять результаты измерений в реальном масштабе времени.

Эти анализаторы получили широкое распространение, в основном, из-за низкой стоимости датчика. Преимуществами этого датчика являются: простота монтажа, организация многоканальных измерений, реализация взрывозащиты на основе искробезопасных барьеров.

Однако, при анализе газа на потоке, эти приборы имеют серьезные недостатки. Как и любой равновесный анализатор, датчик имеют большое время отклика при уменьшении влажности. В диапазоне 100 – 20 ppm время отклика такого датчика составляет примерно 30 минут, а в диапазоне 20 – 10 ppm – уже час.

Таким образом, эти анализаторы не пригодны для управления работой осушительных установок, использующих молекулярные сита.

Отдельно следует сказать о погрешности этих датчиков. Как уже отмечалось, они измеряют парциальное давление паров воды, а значение температуры точки росы получается расчетным способом. В то же время для температур ниже -40°C перевода, нормированного ASTM или ГОСТ, не существует. Таким образом, перевод единиц измерения в температуру точки росы ниже -40°C является произвольным. Дополнительное измерение температуры позволяет провести это преобразование более корректно. Датчики на основе оксида алюминия комплектуются встроенным термометром сопротивления. Но показания этого термометра не используются для коррекции влияния температуры на перевод давления паров в единицы температуры точки росы.

Погрешность измерения температуры точки росы такими датчиками, по данным изготовителя, составляет $\pm 1 \dots \pm 2^\circ\text{C}$ в диапазоне ниже -40°C (а при отсутствии коррекции по температуре эта погрешность весьма значительна!).

Однако для осушки молекулярными ситами (ниже -60°C) эта погрешность в абсолютных единицах – мг/м^3 – достигает 30% от измеряемой величины (а с учетом отсутствия коррекции по температуре – до 50%). Такое значение погрешности неприемлемо для задачи измерения влажности газа.

Остаточные химические реакции, используемые для получения Al_2O_3 , вызывают неустранимый дрейф нуля, являющийся основной проблемой при калибровке датчиков. Поэтому изготовители рекомендуют калибровать эти датчики раз в 6 месяцев. Такая калибровка производится только на заводе-изготовителе, для этого датчик должен быть демонтирован и отправлен поставщику или изготовителю. После получения новых или перекалиброванных датчиков необходимо установить и подключить их определенным образом. Затем должны быть введены калибровочные данные. Каждый датчик имеет калибровочную таблицу с указанием серийного номера датчика.

Таким образом, несмотря на широкое применение в промышленности, данные анализаторы утрачивают лидерство, так как указанные выше недостатки невозможно преодолеть.

На основе анализа достоинств и недостатков данного анализатора влажности можно сделать вывод о необходимости выбора и установки другого анализатора.

2 Осушка воздуха

Содержащиеся в воздухе или газе пары воды, попадая в трубопроводы и далее в пневматические приборы КИП превращаются в лед и при отрицательных температурах забивают их. Влажность воздуха или газа зависит от давления, температуры и относительной влажности.

При охлаждении сжатого воздуха ниже точки росы из него выделяется влага и замерзает при температуре ≈ 273 К. Это приводит к быстрой закупорке льдом пневматических приборов, трубопроводов, и работа приборов становится невозможной. Поэтому воздух перед подачей в приборы автоматики в обязательном порядке подвергают глубокой очистке и осушке.

2.1 Осушка с помощью адсорбентов

В воздуходелительных установках, работающих по циклу низкого давления, осушку воздуха осуществляют в регенераторах. В установках, работающих по циклам высокого и среднего давления, применяют следующие методы осушки воздуха: вымораживание влаги в блоках предварительного аммиачного охлаждения или в попеременно работающих теплообменниках (вымораживателях); адсорбцию влаги силикагелем, активным глиноземом, цеолитами в блоках осушки и очистки воздуха.

Эффективность осушки определяют по точке росы осушенного воздуха или газа.

Адсорбционный метод осушки воздуха или других газов основан на свойстве ряда пористых твердых тел-адсорбентов поглощать водяные пары. Адсорбенты характеризуются широко развитой внутренней поверхностью, порядка сотен квадратных метров на один грамм.

Адсорбция происходит следующим образом. Приближаясь к поверхности адсорбента на расстояние, соизмеримое с атомными размерами ($\sim 10^{-8}$ см), молекула водяного пара попадает в электрическое поле

поверхностных ионов адсорбента и поляризуется. Поляризованные молекулы водяного пара, удерживаемые поверхностными ионами адсорбента, и составляют адсорбционный слой водяного пара. Количество адсорбируемого водяного пара зависит от количества поверхностных ионов, способных своим электрическим полем удерживать вблизи себя молекулы водяного пара. Процесс адсорбции протекает экзотермически. Выделяющаяся теплота адсорбции снижает эффективность осушки. При осушке воздуха высокого давления теплота адсорбции незначительна, так как газ содержит мало влаги, и поэтому теплота в достаточной степени отводится самим осушаемым газом. При осушке воздуха и газов низкого давления, содержащих большее количество водяных паров, выделяется значительно больше теплоты и адсорбент приходится дополнительно охлаждать. Наличие в осушаемом воздухе или газе капельной влаги и масла снижает активность адсорбента.

При прохождении воздуха слои адсорбента насыщаются влагой. Слой адсорбента, после которого воздух выходит осушенный, называют высотой работающего слоя. В процессе адсорбции высота работающего слоя постепенно увеличивается и в какой-то момент времени достигает полной высоты засыпанного в адсорбер адсорбента. После этого воздух начнет выходить из адсорбера не полностью осушенным. Время от начала адсорбции до начала роста концентрации водяного пара в осушенном воздухе называют временем защитного действия. Адсорбировать влагу на одном и том же адсорбенте можно только в пределах времени защитного действия. Для восстановления осушающей способности насыщенного влагой адсорбента его регенерируют нагретым в электроподогревателе азотом или воздухом.

Для повышения адсорбционной способности адсорбента необходимо понижать его температуру, и, наоборот, – для удаления адсорбированной пленки водяных паров с поверхности адсорбента необходимо повышать его температуру. В производствах в качестве адсорбентов используют силикагель, активный глинозем, активную окись алюминия, цеолиты.

Рассмотрим принцип работы адсорбционного осушителя сжатого воздуха с холодной регенерацией адсорбента (рисунок 1.1).

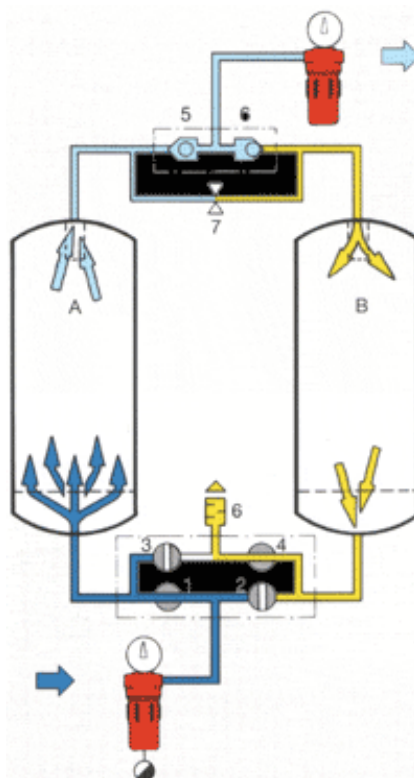


Рисунок 1.1 – Адсорбционный осушитель сжатого воздуха с холодной регенерацией адсорбента: А, В – адсорберы; 1 – впускной клапан адсорбера А; 2 – впускной клапан адсорбера В; 3 – разгрузочный клапан адсорбера А; 4 – разгрузочный клапан адсорбера В; 5 – обратный клапан; 6 – фильтр-глушитель; 7 – сопло регенерации.

Вначале сжатый воздух проходит через фильтр тонкой очистки, который удаляет твердые и жидкие частицы размером до 0,01 мкм. Это необходимо для предотвращения попадания в осушитель компрессорного конденсата, попадание которого в осушитель может привести как к снижению эффективности его работы, так и к уменьшению срока службы адсорбента. Конденсат, задержанный фильтром, выводится с помощью установленного на фильтре поплавкового конденсатоотводчика.

После фильтрации сжатый воздух поступает в нижний блок клапанов, где через открытый впускной клапан 1 он направляется в один из адсорберов, являющийся в данный момент рабочим (А). Адсорберы осушителя заполнены

адсорбентом – высокоэффективными молекулярными ситами (синтетическими цеолитами), избирательно поглощающими молекулы H_2O . Во время фазы адсорбции (на схеме – в левом адсорбере А), влага, содержащаяся в сжатом воздухе, поглощается адсорбентом по мере движения воздуха через его слой в направлении «снизу вверх». Затем, осушенный воздух частично через сопло регенерации забирается на регенерацию адсорбента в другом адсорбере (здесь В), а большая его часть поступает в блок обратных клапанов и, пройдя через обратный клапан 5, поступает в финальный фильтр общей или грубой очистки, где удаляются могущие попасть в него частицы адсорбентной пыли. После прохождения через финальный фильтр обработка сжатого воздуха в осушителе завершена. В то время, как в рабочем адсорбере А происходит процесс адсорбции, адсорбер В регенерируется. Это достигается пропуском части уже осушенного воздуха через сопло регенерации 7, и подачей его в регенерируемый адсорбер, где он расширяется до атмосферного давления и проходит через адсорбер В сверху вниз, т.е. в направлении, обратном направлению потока адсорбции. Расширение до атмосферного давления позволяет осушенному воздуху забрать влагу из насыщенного ей адсорбента и перенести ее в нижнюю часть адсорбера, откуда она вместе с переносимым ее воздухом удаляется через открытый разгрузочный клапан 4 и фильтр-глушитель 6.

Смена режимов работы адсорберов обеспечивается электронным блоком управления. Через заданный промежуток времени, разгрузочный клапан 4 закрывается. Это позволяет давлению в адсорбере В сравняться с давлением в адсорбере А. Обычно, фаза набора давления в стандартных осушителях длится около минуты. Затем блок управления инициирует переключение впускных и разгрузочных клапанов в состояние, противоположное существовавшему в предыдущем цикле. Таким образом, теперь схема работы адсорберов становится прямо обратной изображенной на рисунке. Данный принцип прост, надежен и требует минимальных затрат внешней энергии – электроэнергия расходуется только на функционирование электронной системы управления и

переключение соленоидных клапанов, и ее потребление составляет, независимо от модели осушителя, порядка $0,04 \text{ кВт} = 40 \text{ Вт}$. Единственным недостатком осушителей с холодной регенерацией адсорбента являются потери сжатого воздуха, возникающие при проведении регенерации (напомним, что насыщенный влагой регенерационный воздух сбрасывается в атмосферу).

2.2 Методы измерения влажности и точек росы газа по водной фазе

В настоящее время известно большое количество методов измерения влажности газов. Приведённая на рисунке 1.2 подробная классификация методов измерения влажности природных и технологических газов включает около двадцати наименований.

Методы измерения влажности относятся к методам измерения физических величин и разделяются на прямые и косвенные методы

Прямые методы основаны на непосредственном разделении влаги и сухого газа с последующим определением количества влаги. В эту группу входят методы полного поглощения (гравиметрические и химические), конденсационно-сгустительный, с вымораживанием влаги и др.

В косвенных методах измеряется та или иная физическая величина, функционально связанная с влагосодержанием газа.

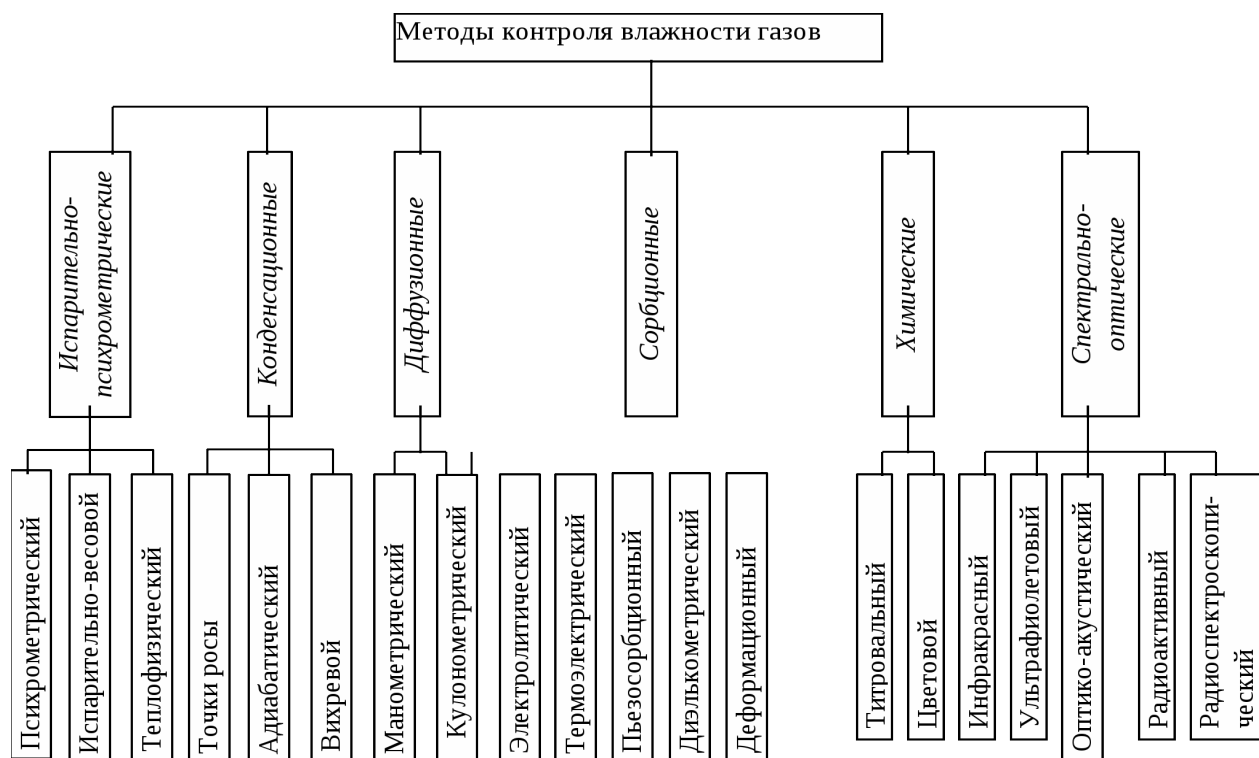


Рисунок 1.2 – Методы измерения влажности газов

Рассмотрим два основных и наиболее используемых метода определения влажности: конденсационный и абсорбционный. Однако анализ отечественных и зарубежных разработок показал, что за последние 15-20 лет произошел значительный прорыв в области сорбционных методов измерения влажности, основанный на использовании новых материалов и сплавов.

Поэтому, в промышленности для измерения влаги в сжатых газах нашли наибольшее распространение гигрометры, основанные на конденсационном и сорбционном методе.

2.2.1 Конденсационный метод

Суть метода состоит в определении температуры, до которой необходимо охладить примыкающий к охлаждаемой поверхности слой влажного газа, для того чтобы довести его до состояния насыщения при рабочем давлении. Измерение точки росы конденсационным методом сводится к выполнению трёх операций: охлаждение поверхности, фиксация момента

появления на зеркале конденсата (в виде росы или инея) и измерение температуры поверхности зеркала, соответствующей этому моменту. Способы выполнения этих операций определяют конструкцию гигрометра, его технические и метрологические характеристики. По сути, конденсационный метод позволяет естественным образом и в наиболее полном объеме получать достоверную информацию о влажосостоянии газа.

В классической конструкции гигрометра имеется металлическое зеркало, на которое направлен луч светодиода, отражение которого улавливается фотоэлементом, генерирующим ток с определенной силой. Когда температура соответствует точке росы, на поверхности зеркала конденсируются капли воды. Эти капли рассеивают свет, что приводит к снижению силы тока, создаваемого фотоэлементом.

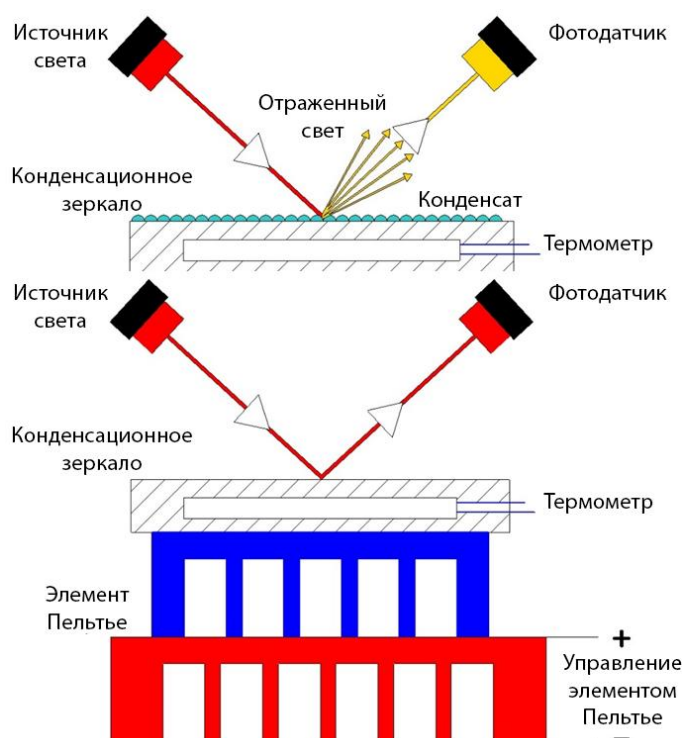


Рисунок 1.3 – Конструкция конденсационного гигрометра

Из серийно выпускаемых гигрометров можно отметить ручные гигрометры серии «Конг Прима» и зарубежные автоматические гигрометры «Bovar», «Anaconda» и др.

2.2.2 Абсорбционный метод

Абсорбционный метод основан на поглощении водяных паров безводным диэтиленгликолем (ДЭГ) и последующем определении связанной ДЭГом воды титрованием раствором К. Фишера. Этот метод имеет ограничения по содержанию водяных паров в газе (не более $0,1 \text{ г/м}^3$) и количеству сернистых соединений в газе (не более $0,03 \text{ г/м}^3$), требует расходных материалов и поэтому применяется только в лабораторных условиях.

Сорбционные методы измерения влажности используют способность веществ сорбировать влагу и тем самым изменять их свойства. В последние 15-20 лет широкое применение нашел сравнительно новый метод измерения влажности газов пьезосорбционный.

Чувствительный элемент пьезосорбционного гигрометра представляет собой пьезоэлектрический (кварцевый) резонатор, покрытый тонким слоем влагосорбирующего вещества. Собственная частота кварцевого резонатора уменьшается при возрастании относительной влажности газа, так как повышается масса сорбированной влаги. Частота измерительного кварцевого генератора сравнивается с частотой опорного генератора. Разность между этими двумя частотами является мерой относительной влажности газа. Наиболее широкое распространение в промышленности нашли отечественные пьезосорбционные гигрометры серии «Волна», «Исток» и «Ива», а из зарубежных «Du Pont».

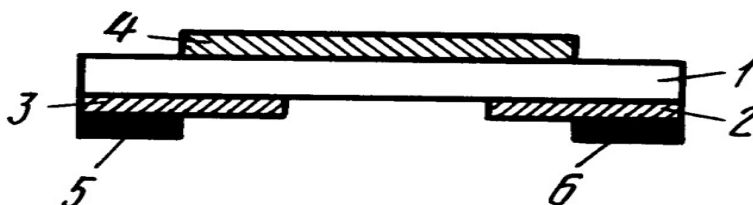


Рисунок 1.4 – Конструктивное выполнение пьезосорбционного резонатора: 1 – пьезоэлектрическая пластина; 2, 3 – электроды; 4 – гидрофильное покрытие; 5, 6

- ВЫВОДЫ

Диэлектрическая проницаемость газа зависит от его влажности. На измерении проницаемости основан диэлькометрический метод. Основой диэлектрического метода является зависимость диэлектрической проницаемости газа от его влагосодержания. Принцип действия гигрометров, базирующихся на диэлькометрическом методе, основан на сравнении диэлектрической проницаемости сухого опорного и влажного анализируемого газа, который попеременно поступает на один и тот же емкостной преобразователь.

Из серийно выпускаемых отечественных гигрометров, работающих на этом принципе, на рынке представлен гигрометр «Аргон-М». Номенклатура зарубежных гигрометров значительно шире – это гигрометры «Shaw», «Dewlux», «Panametrics», «Hygrolog WMY 770Z» и др.

Из вышеприведённого обзора видно, что список средств измерения влажности достаточно широк. Однако, по разным причинам, далеко не все они нашли своё применение при измерениях влажности и точек росы газа в промышленных условиях.

3 Технические характеристики воздуха КИП и азота

3.1 Воздух для КИПиА

Для обеспечения питания приборов и средств автоматизации сжатым воздухом с параметрами, соответствующими требованиям ГОСТ 17433-80 «Сжатый воздух. Классы загрязнённости» предусмотрены воздушные компрессора с установкой осушки сжатого воздуха.

Для обеспечения часового запаса воздуха КИП предусмотрен воздухохоборник.

Техническая характеристика воздуха КИП:

| | |
|---|--|
| Давление | – 0,827 МПа |
| Точка росы | – минус 70 °С |
| Содержание твёрдых частиц размером не более 0,5-5 мкм | – не более 0,001-0,1 мг/м ³ |
| Содержание воды в жидком состоянии | – отсутствие |
| Содержание масла | – отсутствие |

3.2 Азот газообразный

Азот газообразный используется в качестве газа-носителя в системе факела, для подачи сухого газа в лабиринтные газовые уплотнения главных компрессоров, для создания азотных подушек в резервуарах, для продувки оборудования и в системе пожаротушения.

Физико-химические показатели газообразного азота соответствует ГОСТу 9293-74 (2^{-ой} сорт) «Азот газообразный и жидкий». Физико-химические показатели азота показаны в таблице 3.1.

Таблица 3.1 Физико-химические показатели азота

| Наименование показателя | Норма для марки азота газообразного 2-го сорта |
|--|--|
| 1 Объёмная доля азота, %, не менее | 99,0 |
| 2 Объёмная доля кислорода, %, не более | 1,0 |
| 3 Массовая концентрация водяных паров в газообразном азоте при 20 °С и 101,3 кПа, г/см ³ , не более что соответствует температуре насыщения азота при давлении 101,3 кПа, °С, не выше | выдерживает испытание по п. 3.6 ГОСТ 9293-74 |
| 4 Содержание масла в газообразном азоте | выдерживает испытание по п. 3.7 ГОСТ 9293-74 |
| 5 Содержание масла, механических примесей и влаги в жидком азоте | выдерживает испытание по п. 3.8 ГОСТ 9293-74 |
| 6 Объёмная доля водорода, %, не более | не нормируется |
| 7 Объёмная доля суммы углеродсодержащих соединений в пересчёте на СО ₂ , %, не более | не нормируется |

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

| | |
|---------------|------------------------------------|
| Группа | ФИО |
| 3-1Б21 | Булычеву Владиславу Александровичу |

| | | | |
|----------------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------|
| Институт | Электронного обучения | Кафедра | ФМПК |
| Уровень образования | Бакалавр | Направление/специальность | Приборостроение |

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

| | |
|---|--|
| 1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i> | ... |
| 2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i> | <i>Расчет затрат на разработку НИРС</i> |
| 3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i> | <i>НДС – 18%, зачисления на заработную плату – 30,2%</i> |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|---|-----|
| 1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i> | ... |
| 2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i> | ... |
| 3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i> | ... |

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

| |
|---|
| 1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i> |
| 2. <i>Матрица SWOT</i> |
| 3. <i>Альтернативы проведения НИ</i> |
| 4. <i>График проведения и бюджет НИ</i> |
| 5. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i> |

| | |
|---|--|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | |
|---|--|

Задание выдал консультант:

| | | | | |
|------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Доцент | Фигурко Аркадий Альбертович | Кандидат экономических наук | | |

Задание принял к исполнению студент:

| | | | |
|---------------|---------------------------------|----------------|-------------|
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
| 3-1Б21 | Булычев Владислав Александрович | | |

6 Технико-экономическое обоснование НИР

В данном разделе мы опишем и проанализируем финансово-экономические аспекты выполненной работы. Произведем оценку денежных затрат на исследование. Получим оценку экономической целесообразности осуществления работы.

6.1 Организация и планирование работ

Определим занятость каждого из участников исследования и сроки проведения работ. Определим исполнителей и перечень проводимых работ.

Таблица 6.1 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

| Этапы работы | Исполнители | Загрузка исполнителей |
|--|--------------------|------------------------------|
| Постановка целей и задач | НР | НР – 100% |
| Подбор и изучение литературы | И | И – 100% |
| Изучение области исследования по тематике | И | И – 100% |
| Разработка календарного плана | НР, И | НР – 100% И – 20% |
| Проведение сравнительного анализа существующих методов измерения | НР, И | НР – 10% И – 100% |
| Выбор метода измерения | НР, И | НР – 40% И – 100% |
| Разработка устройства | И | И – 100% |
| Оформление расчетно-пояснительной записки | И | И – 100% |
| Оформление графического материала | И | И – 100% |
| Подведение итогов | НР, И | НР – 70% И – 100% |

6.1.1 Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ осуществим опытно-статическим вероятностным методом, в котором для определения ожидаемого значения продолжительности работ $t_{ож}$ применяется метод двух оценок

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5} = \frac{3 \cdot 35 + 2 \cdot 75}{5} = 51 \text{ дн},$$

где $t_{min}=35$ – минимальная продолжительность работы, дн.;

$t_{max}=75$ – максимальная продолжительность работы, дн.;

$t_{ож}$ – продолжительность работы, дн..

Для выполнения перечисленных в таблице 6.1 работ требуются специалисты:

- инженер - в его роли действует исполнитель НИР (ВКР);
- научный руководитель.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{рд}$) ведется по формуле:

$$T_{рд} = \frac{t_{ож}}{K_{вн}} \cdot K_{д} = \frac{51}{1} \cdot 1,2 = 61,2 \text{ дн},$$

где $K_{вн}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{вн}=1$;

$K_{д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ, $K_{д}=1-1,2$.

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{кд} = T_{рд} \cdot T_{к} = 61,2 \cdot 1,221 = 74,73 \text{ дн},$$

где $T_{кд}$ - продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

T_K - коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле:

$$T_K = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,221$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни, $T_{КАЛ}=365$ дн.;

$T_{ВД}$ – выходные дни, $T_{ВД}=52$ дн.;

$T_{ПД}$ – праздничные дни, $T_{ПД}=14$ дн.

В таблице 6.2 приведена продолжительность этапов работ и их трудоемкости по исполнителям, занятым в каждом этапе. В столбцах (3-5) реализован экспертный способ. Столбцы 6 и 7 содержат величины трудоемкости этапа для каждого из двух участников проекта (научный руководитель и инженер) с учетом $K_D=1,2$. Каждое из них в отдельности не может превышать соответствующее значение $t_{ож} \cdot K_D$. Столбцы 8 и 9 содержат те же трудоемкости, выраженные в календарных днях путем дополнительного умножения на $T_K=1,48$. Итог по столбцу 5 дает общую ожидаемую продолжительность работы над проектом в рабочих днях, итоги по столбцам 8 и 9 – общие трудоемкости для каждого из участников проекта. Две последних величины далее будут использованы для определения затрат на оплату труда участников и прочие затраты. Величины трудоемкости этапов по исполнителям $T_{КД}$ (данные столбцов 8 и 9 кроме итогов) позволяют построить линейный график осуществления проекта – пример в таблице 6.3.

Таблица 6.2 – Трудозатраты на выполнение проекта

| Этап | Исполнители | Продолжительность работ, дни | | | Трудоемкость работ по исполнителям, чел.-дн. | | | |
|--|-------------|------------------------------|------------------|-----------------|--|-------|-----------------|--------|
| | | | | | Т _{рд} | | Т _{кд} | |
| | | t _{min} | t _{max} | t _{ож} | НР | И | НР | И |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Постановка целей и задач | НР | 2 | 6 | 3,6 | 4,32 | – | 5,275 | – |
| Подбор и изучение литературы | И | 4 | 8 | 5,6 | – | 6,72 | – | 8,205 |
| Изучение области исследования по тематике | И | 3 | 6 | 4,2 | – | 5,04 | – | 6,153 |
| Разработка календарного плана | НР, И | 1 | 3 | 1,8 | 2,16 | 0,432 | 2,637 | 0,527 |
| Проведение сравнительного анализа существующих методов измерения | НР, И | 5 | 8 | 6,2 | 0,74 | 7,44 | 0,904 | 9,084 |
| Выбор метода измерения | НР, И | 2 | 5 | 3,2 | 1,54 | 3,84 | 1,88 | 4,689 |
| Разработка устройства | И | 9 | 21 | 13,8 | – | 16,56 | – | 20,22 |
| Оформление расчетно-пояснительной записки | И | 5 | 11 | 7,4 | – | 8,88 | – | 10,842 |
| Оформление графического материала | И | 3 | 5 | 3,8 | – | 4,56 | – | 5,568 |
| Подведение итогов | НР, И | 1 | 2 | 1,4 | 1,18 | 1,68 | 1,441 | 2,051 |
| Итого: | | | | 51 | 9,94 | 55,15 | 12,137 | 67,339 |

Таблица 6.3 – Линейный график работ

| Этап | НР | И | Апрель | | Май | | | Июнь | | | | |
|------|-------|--------|--------|----|-----|----|----|------|----|----|---|---|
| | | | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | | |
| 1 | 5,275 | – | ■ | | | | | | | | | |
| 2 | – | 8,205 | | ■ | | | | | | | | |
| 3 | – | 6,153 | | | ■ | | | | | | | |
| 4 | 2,637 | 0,527 | | | | ■ | | | | | | |
| 5 | 0,904 | 9,084 | | | | | ■ | | | | | |
| 6 | 1,88 | 4,689 | | | | | | ■ | | | | |
| 7 | – | 20,22 | | | | | | | ■ | | | |
| 8 | – | 10,842 | | | | | | | | ■ | | |
| 9 | – | 5,568 | | | | | | | | | ■ | |
| 10 | 1,441 | 2,051 | | | | | | | | | | ■ |

■ – НР ■ – И

6.1.2 Расчет накопления готовности проекта

Цель данного пункта - оценка текущих состояний (результатов) работы над проектом. Величина накопления готовности работы показывает, на сколько процентов по окончании текущего (i-го) этапа выполнен общий объем работ по проекту в целом.

Рассчитаем величину завершенности работы на каждом из этапов. Для этого воспользуемся следующей формулой:

$$H_i = \frac{t_{Hi}}{t_o} \cdot 100\%,$$

где t_{Hi} – нарастающая трудоемкость с момента начала работы i-го этапа;

t_o – общая трудоемкость, вычисляемая по формуле:

$$t_o = \sum_{i=1}^n t_{ожi},$$

где $t_{ожi}$ - ожидаемая продолжительность i-го этапа.

Удельный вес каждого этапа Y_i определяется по формуле:

$$Y_i = \frac{t_{ожi}}{t_o} \cdot 100\%.$$

Таблица 6.4 – Нарастание готовности работы и удельный вес каждого этапа

| Этапы работы | $H_i, \%$ | $Y_i, \%$ |
|--|-----------|-----------|
| Постановка целей и задач | 7,06 | 7,06 |
| Подбор и изучение литературы | 10,98 | 18,04 |
| Изучение области исследования по тематике | 8,24 | 26,28 |
| Разработка календарного плана | 3,53 | 29,81 |
| Проведение сравнительного анализа существующих методов измерения | 12,16 | 41,97 |
| Выбор метода измерения | 6,27 | 48,24 |
| Разработка устройства | 27,06 | 75,3 |
| Оформление расчетно-пояснительной записки | 14,51 | 89,81 |
| Оформление графического материала | 7,45 | 97,25 |
| Подведение итогов | 2,75 | 100 |

6.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

Расчет сметной стоимости на выполнение данной разработки производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- основная заработная плата;
- отчисления в социальные фонды;
- расходы на электроэнергию;
- амортизационные отчисления;
- прочие расходы.

6.2.1 Расчет затрат на материалы

К данной статье относятся стоимость покупных материалов, используемых при разработке. Таблица 6.5 сметой расходов на покупные материалы, включающая цену за единицу материала, количество и общую сумму.

Таблица 6.5 – Расходные материалы

| Наименование материалов | Цена за ед., руб. | Количество | Сумма, руб. |
|-----------------------------------|-------------------|------------|-----------------|
| Цифровой таймер OMRON H5CX-A | 10200 | 3 шт | 30600 |
| Реле промежуточное ABB CR-M230AC4 | 275 | 3 шт | 825 |
| Провод ПВС 3x1,5 мм ² | 40 | 5 м | 200 |
| Корпус | 1100 | 1 шт | 1100 |
| Выключатель кулачковый OMA1PB | 932,57 | 1 шт | 932,57 |
| Наконечник IEK UNL 10-D15-4-3 | 1,78 | 70 шт | 124,6 |
| Итого: | | | 33782,17 |

Транспортные расходы составляют 5%.

$$C_{\text{мат}} = 33782,17 \cdot 1,05 = 35471,28 \text{ руб.}$$

Общая цена на расходные материалы составила $C_{\text{мат}}=35471,28$ рублей.

6.2.2 Расчет основной заработной платы

Следующая статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера, выполняющего разработку. Расчет основной заработной платы основывается на трудоемкости выполнения каждого из этапов и величины месячного оклада исполнителя.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$\text{Дневная з/п} = \frac{\text{месячный оклад}}{24,92 \text{ дней}}$$

Так как в году 299 рабочих дня, следовательно, в месяце 24,92 рабочих дней. Затраты на выполнение работы по каждому исполнителю отображены в таблице 6.6. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{ГП}=1,1$; $K_{\text{доп.ЗП}}=1,188$; $K_p=1,3$. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{\text{и}}=1,1 \cdot 1,188 \cdot 1,3=1,699$. Вышеуказанное значение $K_{\text{доп.ЗП}}$ применяется при шестидневной рабочей неделе, при пятидневной оно равно 1,113, соответственно в этом случае $K_{\text{и}}=1,59$.

Таблица 6.6 – Затраты на основную заработную плату

| Исполнитель | Оклад, руб./мес. | Среднедневная ставка, руб./день | Затраты времени, дни | Коэффициент | Фонд з/платы, руб. |
|---------------|------------------|---------------------------------|----------------------|-------------|--------------------|
| НР | 31500 | 1264,04 | 10 | 1,699 | 21476,04 |
| И | 37000 | 1484,75 | 56 | 1,59 | 132202,14 |
| Итого: | | | | | 153678,18 |

Таким образом затраты на основную заработную плату составили $C_{\text{зп}}=153678,18$ руб.

6.2.3 Расчет отчислений в социальные фонды

Отчисления по данной статье определяются по следующей формуле:

$$C_{\text{соц}} = K_{\text{соц}} \cdot C_{\text{зп}},$$

где $K_{\text{соц}}$ – коэффициент, учитывающий размер отчислений. Следующий коэффициент составляет 30,2% от затрат на заработную плату и включает в себя:

- 1) отчисления в пенсионный фонд;
- 2) на социальное страхование;
- 3) на медицинское страхование.

Таким образом, отчисления от заработной платы составляют:

$$C_{\text{соц}} = 0,302 \cdot 153678,18 = 46410,81 \text{ руб.}$$

6.2.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данная статья расходов включает в себя затраты на электроэнергию, затраченную при работе необходимого для разработки оборудования и освещения. Затраты на электроэнергию при работе оборудования рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{эл.об}} = P_{\text{об}} \cdot Ц_{\text{э}} \cdot t_{\text{об}},$$

где $C_{\text{эл.об}}$ – затраты на электроэнергию, потребляемую оборудованием, руб.;

$P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$Ц_{\text{э}}$ – тарифная цена за 1 кВт час, $Ц_{\text{э}} = 2,17$ руб/кВт час;

$t_{\text{об}}$ – время оборудования, час.

Время работы оборудования вычислим на основе данных таблицы 6.3 из расчета того, что продолжительность рабочего дня длится 8 часов.

Затраты на электроэнергию необходимые для разработки и выполнения проекта приведены в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Затраты на электроэнергию для технологических целей

| Наименование оборудования | Время работы оборудования $t_{об}$, час | Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт | Затраты $C_{эл.об}$, руб. |
|---------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------|
| Персональный компьютер | 448· 0,6 | 0,1 | 58,33 |
| Итого: | | | 58,33 |

6.2.5 Расчет амортизационных расходов

В амортизационных отчислениях, рассчитывается работа используемого оборудования, за время выполнения проекта. Так как, вовремя выполнения проекта оборудование не использовалось, амортизационные затраты по этой статье отсутствуют.

6.2.6 Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на разработку проекта, которые не учтены в предыдущих статьях.

Прочие расходы составляют 10% от единовременных затрат на выполнение технического продукта и проводятся по формуле:

$$C_{проч} = (C_{мат} + C_{зп} + C_{соц} + C_{эл.об} + C_{ам}) \cdot 0,1,$$

$$C_{проч} = (35471,28 + 153678,18 + 46410,81 + 58,33 + 0) \cdot 0,1 = 23561,86 \text{ руб.}$$

6.2.7 Расчет общей себестоимости разработки

После проведения расчета затрат на разработку можно рассчитать себестоимость разработки подхода к идентификации.

Таблица 6.8 – Смета затрат на разработку проекта

| Статья затрат | Условное обозначение | Сумма, руб. |
|--|----------------------|-------------|
| 1 Материалы и покупные изделия | $C_{\text{мат}}$ | 35471,28 |
| 2 Основная заработная плата | $C_{\text{зп}}$ | 153678,18 |
| 3 Отчисления в социальные фонды | $C_{\text{соц}}$ | 46410,81 |
| 4 Расходы на электроэнергию | $C_{\text{эл.об}}$ | 58,33 |
| 5 Амортизационные отчисления | $C_{\text{ам}}$ | – |
| 6 Работы, выполняемые сторонними организациями | $C_{\text{стор}}$ | – |
| 7 Прочие расходы | $C_{\text{проч}}$ | 23561,86 |
| Итого: | | 259180,46 |

Общие расходы на разработку составили $C=259180,46$ рублей.

6.3 Расчет прибыли

Рассчитаем прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может определяться различными способами. Если исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль следует принять в размере $5 \div 20$ % от полной себестоимости проекта. В данной работе она составляет 51836,09 руб. (20 %) от расходов на разработку проекта.

6.4 Расчет НДС

НДС составляет 18% от суммы затрат на разработку и прибыли.

$$\text{НДС} = (259180,46 + 51836,09) \cdot 0,18 = 55982,98 \text{ руб.}$$

6.5 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае $C_{\text{НИР(КР)}} = 259180,46 + 51836,09 + 55982,98 = 366999,53$ руб. Поскольку выпускная квалификационная работа несет только научно- исследовательский характер, то оценка ее экономического эффективности некорректна.