**Министерство образования Красноярского края**

**краевое государственное бюджетное**

**профессиональное образовательное учреждение**

 **«Минусинский сельскохозяйственный колледж»**

**Методические указания**

**для студентов по выполнению лабораторных и практических работ**

**по МДК.01.01.07. Эксплуатация систем топливоснабжения**

**ПМ.01. Эксплуатация теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения**

**специальности**

**13.02.02. Теплоснабжение и теплотехническое оборудование**

**Минусинск, 2018**

|  |  |
| --- | --- |
| Рассмотрены на заседании цикловой комиссии преподавателей теплотехнических дисциплинПротокол № \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.Методист ЦК\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_И.А. Кулакова | Составлены в соответствии с рабочей программой ПМ.01.Эксплуатация теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения Зам. директора по учебной работе \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_И.В.Гуменко«\_\_\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_ г |

Методические указания для выполнения лабораторных и практических работ по МДК.01.01.07. Эксплуатация систем топливоснабжения ПМ.01. Эксплуатация теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения составлены в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования 13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование. Разработка составлена в соответствии с рекомендациями по планированию, организации и проведению лабораторных работ и практических занятий в образовательных учреждениях среднего профессионального образования (Приложение к письму Минобразования РФ от 5 апреля 1999 года N 16-52-58ин/16-13) и включает методические рекомендации по выполнению 1 лабораторной работы и 4 практических занятий.

Методические указания для выполнения лабораторных и практических занятий адресованы студентам технической специальности 13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование. Данное пособие может быть полезно преподавателям техникумов и колледжей.

Автор: Куликовская Ольга Олеговна, преподаватель первой категории, Минусинский сельскохозяйственный колледж

Содержание

[Пояснительная записка 3](#_Toc490935426)

[Порядок работы при выполнении лабораторных работ и практических занятий 3](#_Toc490935427)

[Правила работы в кабинете 3](#_Toc490935428)

Инструкционно-технологическая карта на выполнение лабораторной работы №1 Анализ проб газа и воздуха газоанализаторами …………………........10

[Инструкционно-технологическая карта на выполнение практического занятия №1«Определение концентрации газа» 3](#_Toc490935429)

[Инструкционно-технологическая карта на выполнение практического занятия №2 «Выбор исходных данных для проектирования систем газоснабжения, разработка и расчет схемы газоснабжения. Определение расчетных расходов газа» и практического занятия №3 «Гидравлический расчет газопроводов низкого, среднего и высокого давления» 3](#_Toc490935430)

[Инструкционно-технологическая карта на выполнение практического занятия №4 «Расчет и выбор оборудования газорегуляторной установки и обвязочных газопроводов агрегата» 3](#_Toc490935431)

Список использованной литературы…………………………………………....37

## Пояснительная записка

Выполнение студентами лабораторных работ и практических занятий направлено на:

* обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по предмету;
* формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
* выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива;

В ходе изучения МДК МДК.01.01.07. Эксплуатация систем топливоснабженияформируются общие (ОК), профессиональные (ПК) и дополнительные (ДК) компетенций в соответствии с требованиями ФГОС СПО:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

ПК 1. Осуществлять пуск и останов теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.

ПК 2. Управлять режимами работы теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.

ПК 3. Осуществлять мероприятия по предупреждению, локализации и ликвидации аварий теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.

ДК 1. Отработка навыков использования элементов электронных версий профессиональных программ при проектировании систем водоснабжения и водоотведения, отопления и вентиляции.

ДК 2. Отработка навыков определения тепловых нагрузок по укрупненным показателям.

ДК 3. Отработка навыков составления алгоритма действий в нестандартных ситуациях при диагностировании параметров работающего оборудования.

ДК 4. Отработка навыков участия в проведении профессионально - ориентированных работ, направленных на энергосбережение.

Предлагаемые методические указания разработаны для студентов третьего курса специальности 13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование.

Основная цель разработки – способствовать формированию у студентов общих, профессиональных и дополнительных компетенций.

По своему содержанию лабораторные работы и практические занятия представляют собой наблюдения, измерения и опыты, тесно связанные с темой занятия.

В результате освоения МДК.01.01.07. Эксплуатация систем топливоснабженияобучающийся **должен**

**уметь:**

- разрабатывать принципиальные схемы систем топливоснабжения;

- выполнять расчеты систем топливоснабжения;

- составлять техническую документацию процесса эксплуатации систем топливоснабжения.

В результате освоения МДК.01.01.07. Эксплуатация систем топливоснабженияобучающийся **должен**

**знать:**

- классификацию и основные характеристики различных видов топлива;

- правила устройства и безопасной эксплуатации систем газораспределения и газопотребления;

- устройства, принцип действия и характеристики систем топливоснабжения.

Лабораторные работы и практические занятия составлены по темам курса дисциплины в соответствии с рабочей программой.

Выполнение всех работ является обязательным для всех обучающихся.

Задания к лабораторным работам и практическим занятиям составлены в виде инструкционно-технологических карт. Каждая карта содержитнаименование и цель работы перечень приобретаемых умений и навыков, норму времени на выполнение работы, перечень оборудования, основные правила ТБ на рабочем месте, список литературы, краткую теорию, ход выполнения работы и контрольные вопросы. Вопросы помогают глубже осмыслить производимые действия и полученные результаты и на их основе самостоятельно сделать необходимые выводы.

Каждая лабораторная или практическая работа выполняется группой студентов из двух человек, что позволяет рационально использовать время на проведение анализа и исключает случайные ошибки при выполнении опытов, т.к. данная форма предполагает взаимный контроль производимых операций анализа. Работа оценивается с учетом соблюдения правил техники безопасности, умений, навыков проведения операций, уровня сформированности общих и профессиональных компетенций, правильности получения и оформления конечных результатов, знания теоретических основ метода. Все эти параметры сообщаются студентам на первом лабораторном или практическом занятии.

**Основное назначение методических указаний** – оказать помощь обучающимся в подготовке и выполнении лабораторных работ и практических занятий, а также облегчить работу преподавателя по организации учебного процесса.

Систематическое и аккуратное выполнение всей совокупности лабораторных работ и практических занятий позволит студенту овладеть умениями самостоятельно ставить физические опыты, фиксировать свои наблюдения и измерения, анализировать их, делать выводы.

Ведущей дидактической целью лабораторных работ и практических занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

Кроме того, в ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с различными приборами, установками, лабораторным оборудованием, которые составляют часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Наряду с формированием умений и навыков в процессе лабораторных работ и практических занятий обобщаются, систематизируются, углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатывается способность и готовность использовать теоретические знания на практике, развиваются интеллектуальные умения.

## Порядок работы при выполнении лабораторных работ и практических занятий

Весь процесс выполнения лабораторных работ включает в себя:

* теоретическую подготовку;
* проведение эксперимента;
* числовую обработку результатов лабораторного эксперимента;
* защиту работы.

Прежде чем приступить к выполнению лабораторной работы или практического задания, студент должен подготовиться дома по теоретическому материалу.

**Теоретическая подготовка**

1. Работая с инструкционно-технологической картой, уяснить цель работы: какое физическое явление, закон или физическая величина изучается в данной работе, что нужно определить или проверить на опыте.
2. Изучить теорию лабораторной работы или практического задания согласно списку рекомендуемой литературы к этой работе.
3. Для самоконтроля нужно правильно ответить на контрольные вопросы, имеющиеся в инструкционной карте.
4. Подготовить форму отчёта по лабораторной работе.

**Проведение эксперимента**

На занятиях в лаборатории студент должен:

1. Получить допуск к выполнению лабораторной работы, который даётся после собеседования с преподавателем по теории и методу работы и предъявления формы отсчёта.
2. После получения допуска приступить к экспериментальной части работы.
3. Проверить наличие и исправность приборов для выполнения лабораторной работы, получить у преподавателя или лаборанта недостающие приборы и материалы, разобраться на рабочем месте с назначением приборов, с устройством и принципом действия установки; пользуясь схемой или рисунками, имеющимся в руководстве, разместить приборы так, чтобы было удобно производить отсчёты, определить пределы измерения, цену деления всех измерительных приборов и приступить к измерениям в соответствии с методическим руководством к данной лабораторной работе.
4. Результаты всех измерений выразить в одной системе единиц и записать в таблицы подготовленного отчёта (запись лучше вначале делать карандашом, чтобы легче было вносить исправления или записывать в таблицы в рабочей тетради).

**Обработка результатов эксперимента**

1. Рассчитать значение искомой величины, данные измерения и результаты расчёта показать преподавателю, чтобы убедится в правильности выполнения работы. Если измеряются физические величины, то значения искомой величины сравнить с табличным; результаты сравнения отразить в выводе.
2. Рассчитать абсолютную и относительную погрешность искомой величины указанным в методическом руководстве способом, расчёты всех величин представить в отчёте; в конце отсчёта сделать вывод по проделанной работе.
3. После окончания работы сдать полученные приборы и материалы и привести рабочее место в порядок.

**Защита работы**

Для защиты лабораторной работы или практического задания студент должен сдать преподавателю правильно оформленный отчёт и ответить на контрольные вопросы.

ОТЧЁТ о лабораторной или практической работе представляется каждым студентом не позднее следующего занятия.

Отчёт содержит:

1. номер работы;
2. название работы;
3. цель работы;
4. перечень приборов и материалов с указанием цены деления прибора;
5. основные теоретические и расчётные формулы;
6. таблицы для записей результатов измерения
7. расчёт искомых величин;
8. вывод о проделанной работе.

В конце занятия преподаватель ставит оценку, которая складывается из результатов наблюдения за выполнением практической части работы, проверки отчета, беседы в ходе работы или после нее. Все лабораторные и практические работы должны быть выполнены и защищены в сроки, определяемые программой или календарно-тематическим планом преподавателя. Студенты, не выполнившие все лабораторные и практические работы, к зачету не допускаются.

## Правила работы в кабинете

* Соблюдать дисциплину и порядок, правила техники безопасности и чистоту;
* занимать рабочие места согласно указаниям преподавателя и не менять их самовольно;
* заниматься только тем видом деятельности, которую определил преподаватель;
* немедленно сообщать преподавателю о любых замеченных неисправностях оборудования или неверной работе программного обеспечения;
* немедленно сообщать преподавателю о любом случае травматизма в кабинете, особенно от электрического тока.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы **№ 1**

по **МДК.01.01.07. Эксплуатация систем топливоснабжения ПМ.01. Эксплуатация теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.**

*Тема* 1.1 Устройство, принцип действия и характеристики: основного и вспомогательного оборудования систем топливоснабжения

*Наименование работы*: Анализ проб газа и воздуха газоанализаторами.

*Цель занятия (чему научиться?):* Ознакомиться с видами пробоотбора и пробоподготовки газовых смесей. Изучить факторы, влияющие на выбор способа пробоотбора и пробоподготовки газовых смесей. Изучить устройства, применяемые при пробоотборе газов.

*Формируемые компетенции:ОК 1-9, ПК1.2, ДК 3,4*

*Приобретаемые умения и навыки*: умение самостоятельно проводить эксперимент и анализировать полученные результаты

*Норма времени*: 2 ч.

*Оснащение рабочего места*: газоанализатор

*Основные правила ТБ на рабочем месте*: «Инструкция по технике безопасности при выполнении лабораторных работ и практических заданий»

*Литература:* Жила В.А., Ушаков М.А., Брюханов О.Н. Газовые сети и установки. - М.: Академия, 2013.

Чепель В.М., Шур И.А. Сжигание газов в топках котлов и печей и обслуживание газового хозяйства предприятий. - Л.: Недра, 1989.

**Контрольные вопросы при допуске**

1. На чем основан принцип работы газоанализатора
2. Назначение и принцип действия индикаторной трубки.

**Теория**

Использование полностью автоматического газового анализа в настоящее время не всегда экономически оправдано. Так при большом числе точек замера какого-либо загрязнителя атмосферы необходимо или большое число достаточно дорогих газоанализаторов, или устройство разветвленных газозаборных магистралей со встроенными электропневмоклапанами, что также дорого и часто технически трудно осуществимо. При большом числе наименований анализируемых компонентов газовой смеси возможно применение большого числа различных газоанализаторов промышленного исполнения, что редко экономически оправдано, в этом случае либо применяют лабораторные химические методы определения концентраций, либо используют многокомпонентные газоанализаторы - масс - спектрометры и газовые хроматографы, которые рассчитаны на лабораторные условия работы и требуют для обслуживания высококвалифицированных специалистов. В перечисленных случаях возникает необходимость отбора газовой пробы в какую - либо емкость и извлечения пробы из емкости при анализе её состава.

Специфика исследований качества воздушной среды заключается в том, что в большинстве случаев требуется определить очень малые количества вещества, измеряемые миллиграммами или их долями. Поэтому используемые методы должны быть высокочувствительными, точными и быстрыми.

Методы определения содержания вредных веществ в воздухе основаны на различных физических и химических явлениях, но они неизменно включают два процесса: отбор пробы воздуха и его анализ.

Метод отбора пробы воздуха может быть продолжительным по времени и одномоментным.

Первый метод, так называемый аспирационный, основан на протягивании анализируемого воздуха через твердые или жидкие среды для задержки в них путем механического разделения или растворения определяемого вещества.

**Второй метод** заключается во взятии в рабочей зоне определенного объема воздуха для последующего анализа его в химической лаборатории.

Газоанализатор УГ-2 состоит из корпуса 7, внутри которого расположен резиновый воздушный насос 5, называемый также аспиратором или сильфоном. Аспиратор имеет вид широкой гофрированной резиновой трубы, закрепленной между двумя металлическими фланцами. Внутри аспиратора имеется стальная пружина 4, которая держит его в растянутом положении. Для сохранения формы гофрированных поверхностей с внутренней стороны в гофры вставлены распорные кольца 6. Сильфон сжимается штоком 1 путем нажатия рукой на его головку. Прибор оборудован направляющей втулкой 2, смонтированной на верхней плите 3. Для фиксации хода штока во время движения его по направляющей втулке предусмотрен стопор 12. Шток газоанализатора имеет на противоположных сторонах канавки 15. Над канавками вверху стоит цифра, соответствующая объему просасываемого воздуха в миллилитрах. Каждая канавка имеет два отверстия для фиксации стопором обозначенного объема протянутого через индикаторную трубку воздуха. Ход поршня от нижнего отверстия до верхнего регулируется автоматически. После протягивания обозначенного объема воздуха слышится щелчок от срабатывания стопора на верхнем отверстии канавки штока.

Нижняя часть сильфона соединена резиновой трубкой 13 со штуцером 14, к которому присоединен гибкий резиновый шланг 11, предназначенный для присоединения индикаторных трубок 10. Последние представляют собой стеклянные трубки длиной 90 мм с внутренним диаметром 2,5 мм, которые заполняются индикаторным порошком. На лицевой стороне панели прибора имеется гнездо 8 для хранения штока 1.

|  |
| --- |
| g19баРисунок 1 - Общий вид универсального газоанализатора УГ-2. (а – продольный разрез; б – вид сверху)1 - шток; 2 - направляющая втулка; 3 - верхняя плита; 4 - стальная пружина; 5 -воздушный насос; 6 - распорные кольца; 7 - корпус газоанализатора; 8 - гнездо для хранения штока; 9 - шкала; 10 - индикаторная трубка; 11 - резиновый шланг; 12 - стопор; 13 - резиновая трубка; 14 - штуцер; 15 - канавки на штоке. |

**Порядок выполнения работы**

1. Проверить герметичность воздухозаборного устройства, для чего сильфон 5 зажать штоком 1 на максимальном объеме воздуха и зафиксировать стопором 12. Затем перегнуть резиновый шланг 11, зажать его лабораторным зажимом, отвести стопор, если шток после небольшого рывка остановится, прибор герметичен, и им можно пользоваться. Если движение штока будет продолжаться, прибор негерметичен; следует проверить плотность прилегания шланга к штуцеру, устранить не герметичность или взять другой прибор.
2. Воздух для анализа брать из пробирки, имитирующей производственное помещение, предварительно добавив туда вещества, наличие которых в воздухе и будут определяться.
3. Приготовить прибор УГ-2 к отбору пробы: вставить шток в направляющую втулку, давлением руки на головку штока сжимать сильфон до тех пор, пока стопорный механизм не зафиксирует его в верхнем отверстии канавки. После этого присоединить к шлангу необходимую для данного конкретного вещества индикаторную трубку, а ее при помощи небольшого переходника соединить с колбой.
4. Надавливая одной рукой на головку штока, другой рукой отвести стопор 12 и прососать определенный объем испытуемого воздуха через индикаторную трубку.
5. По длине окрашенного столбика в индикаторной трубке определить фактическую концентрацию исследуемого газа.
6. По результатам выполненной работы составляется отчет:
	1. При описании способа получения индивидуальных веществ – необходимо привести соответствующие химические реакции.
	2. Заполнить таблицу 1.
	3. Привести сведения о токсичности определяемых веществ, и определить к какой группе они относятся по таблице 2.

Таблица1 - Результаты определения концентрации вредных веществ в воздухе

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование вредного вещества  | Количество воздуха, пропущенного через трубку, мл | Цвет окраски сорбента | Конц-ия вредного вещества в воздухе, мг/м3 | ПДК, мг/м3 |
| До пропускания | После пропускания |
|  |  |  |  |  |  |

Таблица 2 - Вредные вещества и их предельно допустимые концентрации

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Определяемый газ | Просасываемый объем, мл | Цвет индикаторного порошка до анализа | Цвет индикаторного порошка после анализа | ПДК, мг/м3 |
| Сернистый ангидридОкись углеродаОкислы азота АцетиленСероводородХлорАммиакБензинБензолТолуолАцетонЭтиловый спиртУглеводороды нефти-керосин, уайт-спирит | 300220325265300350250300350300300400300 | КоричневыйБелыйБелыйБелыйБелыйЖелтый ЖелтыйБелыйБелыйБелыйБелыйЖелтыйБелый | БелыйКоричневыйСветло-зеленыйСветло-коричневый КоричневыйКрасныйСинийСветло-коричневыйТемно-серыйТемно-коричневыйЖелтыйЗеленыйСветло-коричневый | 10205-101201005502001000300 |

**Контрольные вопросы**

1. Перечислить методы отбора газовой пробы в сосуд без её изменения.
2. Описать отбор проб методом эвакуированных колб.
3. Описать отбор проб газов с помощью водяного затвора.
4. Зачем производят обогащение анализируемых газовых проб?
5. Как определяют количество поглощенного сорбентом газа ?

ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

на выполнение практического занятия **№ 1**

по **МДК.01.01.07. Эксплуатация систем топливоснабжения ПМ.01. Эксплуатация теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.**

*Тема* 1.1 Устройство, принцип действия и характеристики: основного и вспомогательного оборудования систем топливоснабжения

*Наименование работы*: ***Определение концентрации газа***

*Цель занятия (чему научиться?):* Изучить приборы и методы контроля воздушной среды с целью предупреждения возникновения опасных и вредных концентраций газов, паров и пыли.

*Формируемые компетенции: ОК 1-9, ПК 1.2, ДК 3,4*

*Приобретаемые умения и навыки*: умение самостоятельно проводить эксперимент и анализировать полученные результаты

*Норма времени*: 2 ч.

*Оснащение рабочего места*: газоанализаторы, справочная литература, схемы, карандаш, линейка

*Основные правила ТБ на рабочем месте*: «Инструкция по технике безопасности при выполнении лабораторных работ и практических занятий»

*Литература:* Жила В.А., Ушаков М.А., Брюханов О.Н. Газовые сети и установки. - М.: Академия, 2013.

Чепель В.М., Шур И.А. Сжигание газов в топках котлов и печей и обслуживание газового хозяйства предприятий. - Л.: Недра, 1989.

**Контрольные вопросы при допуске**

1. Что такое вредное вещество? Классификация вредных веществ.

2. Почему необходимо контролировать наличие в воздухе химических веществ? Пути попадания вредных веществ в организм.

3. В чем опасность контакта людей с химическими веществами? От чего зависит эффект токсического действия?

**Теория**

Рабочей зоной следует считать пространство высотой до 2-х метров над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или временного пребывания работающих.

Для своевременного выявления опасности профессиональных заболеваний и принятия соответствующих мер большое значение имеет систематический контроль за содержанием в воздухе производственных помещений ядовитых паров и газов. К настоящему времени разработано много различных методов контроля. Они подразделяются на следующие три группы: лабораторные, экспрессные и автоматические.
Наиболее достоверными являются лабораторные (аналитические) методы, которые дают возможность с большой точностью определять в воздухе даже весьма незначительное количество токсичных веществ. Однако эти методы не всегда обеспечивают достаточную оперативность, так как занимают, как правило, много времени и могут проводиться лишь квалифицированными работниками. Применяются лабораторные методы главным образом при научно-исследовательской работе. Существует целый ряд различных методов аналитического определения вредных веществ в воздухе. В настоящее время утверждены методики для определения содержания в воздухе около пятисот различных веществ. К числу лабораторных методов относятся фотометрические, хроматографические, электрохимические, люминесцентные, спектроскопические и другие методы анализа воздуха.

Экспрессные (быстрые) методы определения концентраций вредных паров и газов в воздухе являются более простыми и оперативными. Эти методы основаны на применении разнообразных конструкций специальных приборов – газоанализаторов, в которых используются свойства различных веществ изменять свой цвет в присутствии тех или иных газов (паров).

Автоматические методы анализа воздуха обеспечивают быстроту выполнения, большую точность и объективность результатов и могут быть использованы при создании систем защиты химических производств. С помощью автоматических газоанализаторов осуществляется постоянная регистрация уровня загрязненности воздуха тем или иным вредным газом. Приборы, настроенные на определенный уровень загрязненности воздуха и обеспечивающие подачу сигнала в случае превышения этого уровня, называются газосигнализаторами. Они настраиваются обычно на предельно допустимую концентрацию вредных примесей в воздухе и при достижении такой концентрации осуществляют подачу светового или звукового сигнала. При блокировке этих приборов с цепями управления они позволяют производить автоматические переключения (выключение оборудования, включение аварийной вентиляции и т.п.).

**Порядок выполнения работы**

1. Ознакомиться с приборами, предназначенными для определения концентрации газов, их принципом действия, правилами работы с ними.

|  |  |
| --- | --- |
|  ФП 10 | Переносной, малогабаритный взрывозащищенный прибор с цифровой индикацией и встроенным микронасосом предназначен для измерения концентрации кислорода в атмосфере производственных помещений, в колодцах, подвалах, емкостях и цистернах, газо- и продуктопроводах и т.д. при проведении регламентных, ремонтно-восстановительных, и т.п. работ.Технические характеристикиГабаритные размеры, не более, мм1) газоанализатора   170 х 65 х 402) заборного зонда   30 х 300Масса, не более, г1) газоанализатора   5002) заборного зонда   100 |

*Газоанализатор ФП 11.1*

|  |  |
| --- | --- |
|  фп 11.1 | Газоанализатор ФП 11.1 — измерительный прибор взрывозащищенного исполнения с цифровой индикацией, световой и звуковой сигнализацией и диффузионной подачей анализируемой средыГазоанализатор ФП 11.1 — предназначен для измерения объемной доли одного из горючих газов метана, пропана или водорода в воздухе и выдачи звуковой и световой сигнализации при превышении установленных пороговых значений объемной доли газов. Газоанализатор применяется для контроля загазованности воздуха в производственных помещениях, колодцах, подвалах, скважинах и т.д., в которых возможно образование взрывоопасных смесей газов категорий IIА, IIВ, IIС, групп Т1…Т5 по ГОСТ 12.1.011 «Технические характеристики». |
| Принцип действия: в основе работы газоанализатора лежит принцип регистрации изменения сопротивления термокаталитического сенсора при воздействии на него газа. |

 *Газоанализатор ФП 11.2*

|  |  |
| --- | --- |
|  ФП 11.2 | Газоанализатор ФП 11.2 — измерительный прибор взрывозащищенного исполнения с цифровой индикацией, световой и звуковой сигнализацией и встроенным микронасосом.Газоанализатор ФП 11.2 — предназначен для измерения объемной доли одного из горючих газов метана, пропана или водорода в воздухе и выдачи звуковой и световой сигнализации при превышении установленных пороговых значений объемной доли газов. Газоанализатор применяется для контроля загазованности воздуха в производственных помещениях, колодцах, подвалах, скважинах и т.д., в которых возможно образование взрывоопасных смесей газов категорий IIА, IIВ, IIС, групп Т1…Т5 по ГОСТ 12.1.011.Технические характеристики |
| Принцип действия: в основе работы газоанализатора лежит принцип регистрации изменения сопротивления термокаталитического сенсора при воздействии на него газа |

*Переносной сигнализатор горючих газов СГГ-20*

|  |  |
| --- | --- |
|  СГГ-20 | Предназначен для измерения довзрывоопасных концентраций многокомпонентных воздушных смесей горючих газов и паров и выдачи светового и звукового сигналов при достижении пороговых значений.Область применения: в процессе добычи, переработки, транспортировки газа, нефти и нефтепродуктов; на объектах газовых хозяйств, в автомобильных хозяйствах, на заправках; на промышленных предприятиях (окрасочные участки, канализационные участки, котельные); при проведении сварочных работ в близи емкостей с легко воспламеняемыми жидкостями, на АЗС.Тип газоанализатора — индивидуальный.Сигнализатор СГГ-20 выполнен во взрывобезопасном исполнении с маркировкой по взрывозащите «1ExibdsIICT6 X», степень защиты от внешних воздействий – IP 54. |
| Принцип работы — термохимический. Время срабатывания сигнализации, не более 15 сек, Световая и звуковая сигнализация |

*Газоанализатор Родос-М, Родос-МТ, Родос-МС*

|  |  |
| --- | --- |
|  РОДОС-М | Выпускается в трех модификациях:Сенсор на корпусе; (Родос-М)Используется для повседневного контроля газовой среды в помещениях колодцах и емкостях.Сенсор на выносном кабеле до 20 м; (Родос-МТ)Применяется для постоянного мониторинга газовой среды в необслуживаемых помещениях, а так же в качестве течеискателя для обнаружения протечек газа на трубопроводах и фланцевых соединениях. Изображен на фото.Сенсор на выносном кабеле + устройство дополнительной сигнализации и отключения газового клапана. (Родос-МС) |

2. Оценить достоинства и недостатки, диапазон применения каждого прибора, сделать выводы и записать в отчет.

3. Ознакомиться с применяемыми в работе вредными веществами и их действием на организм человека.

Оксиды азота

В воздухе производственных помещений встречается газообразные - оксид азота (II) NO и оксид азота (IV) NO2, а также жидкий - тетраоксид азота N2O4. Состав смеси оксидов изменяется с изменением температуры и влажности воздуха.

Оксиды азота действуют раздражающе на слизистые дыхательных путей, особенно на легкие, вызывая в тяжелых случаях отеки.

Для определения оксида азота (IV) используется индикаторный порошок, представляющий собой тонко измельченный силикагель, пропитанный растворенным в этиловом спирте дифениламином – (C6H5)2NH. При этом образуется окрашенный в зеленоватый цвет слой. Чувствительность метода – 0,005 мг/л.

Для определения суммы оксида азота (II) и оксида азота (IV) к индикаторной трубке со стороны входа воздуха присоединяют трубку, содержащую окислительный порошок, состоящий из силикагеля, пропитанного перманганатом калия. При этом происходит обесцвечивание индикаторного порошка. Чувствительность метода – 0,003 мг/л.

По разнице концентраций общего содержания оксидов азота и оксида азота (IV) находят содержание оксида азота (II).

Аммиак

Бесцветный газ с характерным резким запахом. Легко растворяется в воде. Водный раствор обладает сильными щелочными свойствами. Воздух, содержащий 16,5-26,8% (объемн.) аммиака, взрывоопасен.

Аммиак раздражающе действует на верхние дыхательные пути и глаза. В высоких концентрациях возбуждающе действует на центральную нервную систему и вызывает судороги. Хронические отравления аммиаком не встречаются. Возможны ожоги глаз и кожи при действии газообразного аммиака в высоких концентрациях.

Индикаторный порошок для определения аммиака – это фарфоровый порошок, обработанный 1% - ным спиртовым раствором индикатора – бромфенолового синего. При пропускании через трубку, заполненную этим порошком, воздуха, содержащего аммиак, реактивный порошок меняет желтую окраску на синюю. Метод позволяет определить аммиак при концентрации до 0,4 мг/л.

Метан (СН4)

Газ, без вкуса, цвета, запаха. Плотность по воздуху 0,554. Хорошо горит, почти бесцветным пламенем. Температура самовоспламенения 537°С. Предел взрываемости 4,4-17%. ПДК в воздухе рабочей зоны 7000мг/м³. Отравляющих свойств не имеет. Признаком удушения при содержании метана 80% и 20% кислорода является головная боль. Опасность метана является в том, что при сильном увеличении содержания метана, уменьшается содержание кислорода. Опасность отравления уменьшается тем, что метан легче воздуха, и, когда потерявший сознание человек падает, он попадает в атмосферу более богатую кислородом. Метан – газ удушающего действия, поэтому после приведения пострадавшего в сознание (если пострадавший потерял сознание) необходимо произвести ингаляцию 100% кислородом. Дать пострадавшему 15-20 капель валерианы, растереть тело пострадавшего. Фильтрующих противогазов от метана не существует**.**

Сероводород (Н2S)

Газ, без цвета, при содержании в воздухе 1,4-2,4 мг/м³ обладает запахом тухлых яиц, с увеличением концентрации сероводорода запах не ощущается из-за поражения органов обоняния, что увеличивает опасность  отравления , т.к. создается ошибочное представление об отсутствии сероводорода в воздухе. Легко растворяется в воде, образуя сероводородную кислоту. Плотность по воздуху 1,19. Пределы взрываемости 4,3-45,5%. Горит на воздухе синеватым пламенем с образованием сернистого газа и воды, при недостатке кислорода образуется сера и вода. Температура самовоспламенения 246°С. Сероводород является сильным нервнопаралитическим ядом, вызывающим смерть в результате остановки дыхания. ПДК сероводорода 10 мг/м³. В организм попадает через дыхательные пути, кожу, ссадины, царапины, глаза, уши. Первым призраком отравления при концентрации 700 мг/м³ является насморк, кашель, жжение и боль в глазах, слезотечение, светобоязнь, головная боль, головокружение, общая слабость, бледность кожи и пальцев рук, озноб, повышение температуры, потливость, сердцебиение, затруднение дыхания и потеря сознания. Наступают судороги, потеря сознания оканчивающаяся смертью от остановки дыхания или паралича сердца. Присутствие углеводородов нефти в воздухе усиливает негативное действие сероводорода на организм человека, поэтому ПДК сероводорода в смеси с углеводородами составляет 3 мг/м³. Для защиты органов дыхания применяются шланговые, изолирующие и фильтрующие противогазы с коробкой серого цвета марки КД, желтой коробкой марки В.

Угарный газ (СО)

Газ, без вкуса, без цвета, без запаха. Легче воздуха, выделяется при неполном сгорании газа, нефти, горит голубоватым пламенем. При попадании в организм человека соединяется с гемоглобином крови, образуя комплексное соединения карбогемоглобин, более устойчивое, чем оксигемоглобин- соединение гемоглобина с кислородом. В результате этого происходит кислородное голодание организма человека. При достижении концентрации 6000 мг/м³ наступает смерть. При большой влажности токсичный эффект усиливается. ПДК угарного газа 20 мг/м³, пределы взрываемости 12,5 – 74,2% об. При отравлении угарным газом, в первую очередь, вынести пострадавшего на свежий воздух, обеспечить покой. Для защиты органов дыхания применяются шланговые, изолирующие и фильтрующие противогазы с коробкой белого цвета марки СО.

Бутан

Бесцветный, горючий, взрывоопасный газ, без цвета и вкуса, Плотность – 2,07 г/см³. Концентрационные пределы воспламенения от 1,5% (об) до 8,5% (об) в воздухе. Температура самовоспламенения 406ºС. ПДК в рабочей зоне 300 мг/м³. Он относится к IV санитарному классу опасности. Оказывает наркотическое действие, вызывает головную боль, головокружение, тошноту, слабость, боли в области сердца. При концентрации 20% и более вызывает удушье. Температура вспышки – минус 69ºС; температура самовоспламенения -405ºС. Возможные места скопления – ограниченные/замкнутые пространства, пониженные места, земляные выработки, колодцы, ливневая канализация, канализационные каналы на площадках с технологическим оборудованием и т.д.

4. Ознакомиться с контролем воздушной среды на объектах добычи, транспортировки и переработки газа.

Перед вводом в эксплуатацию трубопровода для транспорта природного газа необходимо провести вытеснение из трубопровода воздуха газом при давлении не более 0,1 МПа (1 кгс/см²) в месте его подачи, с соблюдение мер безопасности. Вытеснение воздуха газом можно признать законченным, когда содержание кислорода в газе, выходящем из газопровода, составляет не более 1% по показаниям газоанализатора.

Анализ остаточного кислорода в трубе при продувке отремонтированного участка должен производится специализированным прибором, анализирующим одновременно содержание кислорода (низкие концентрации) и горючего газа (от 0 до 100% объемной доли).

Использование индивидуальных газоанализаторов предназначенных для обеспечения безопасности персонала в данных случаях недопустимо, так как приводит к выходу из строя сенсоров.

Применяемое оборудование должно:

* иметь взрывобезопасное исполнение;
* иметь пробоотборный зонд для отбора пробы из трубы;
* иметь встроенный побудитель расхода;
* иметь нижнюю границу температуры эксплуатации минус 30°С;
* иметь автоматическую калибровку (настройку) нуля;
* иметь дисплей для одновременного отображения измеряемых концентраций;
* обеспечивать регистрацию результатов измерений.

Герметичность оборудования, трубопроводов, сварных, разъемных соединений и уплотнений контролируется с помощью течеискателей во взрывобезопасном исполнении, с функцией защиты сенсора от перегрузок.

5. Сделать выводы о воздействии вредных веществ на организм человека, записать в отчет.

**Контрольные вопросы**

1. Какими нормативными материалами определены величины ПДК?

2. Как определить наличие в воздухе вредных веществ? Какие можно при этом использовать средства и методы?

3. Как обоснованно доказать, возможен или нет труд людей в конкретной рабочей зоне? Какие средства и нормативные материалы должны быть при этом использованы?

4. Как оценить опасность при одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ?

ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

на выполнение практического занятия **№ 2,3**

по **МДК.01.01.07. Эксплуатация систем топливоснабжения ПМ.01. Эксплуатация теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.**

**Тема 1.4.** Основы расчета систем топливоснабжения

*Наименование работы*: Выбор исходных данных для проектирования систем газоснабжения, разработка и расчет схемы газоснабжения. Определение расчетных расходов газа. Гидравлический расчет газопроводов низкого, среднего и высокого давления

*Цель занятия (чему научиться?):* Научиться выбирать исходные данные для проектирования систем газоснабжения, определять расчетный расход газа. Научиться выполнять расчет газопроводов низкого, среднего и высокого давления.

*Формируемые компетенции: ОК 1-9, ПК 1.2, ДК 3,4*

*Приобретаемые умения и навыки*: развитие практических навыков проектирования и навыков работы с нормативной и технической литературой

*Норма времени*: 4 ч.

*Оснащение рабочего места*: схемы, таблицы, номограммы, калькулятор, карандаш, линейка

*Основные правила ТБ на рабочем месте*: «Инструкция по технике безопасности при выполнении лабораторных работ и практических занятий»

*Литература:* Жила В.А., Ушаков М.А., Брюханов О.Н. Газовые сети и установки. - М.: Академия, 2013.

Чепель В.М., Шур И.А. Сжигание газов в топках котлов и печей и обслуживание газового хозяйства предприятий. - Л.: Недра, 1989.

**Теория**

Развитие газовой промышленности одно из важнейших отраслей экономики имеет существенное значение в создании материально-технической базы страны, в связи, с чем правительство уделяет этой отрасли большое внимание.

Природный газ как высокоэффективный энергоноситель, широко применяемый в настоящее время во всех звеньях общественного производства, оказывает прямое воздействие на увеличение выпуска промышленной продукции, рост производительности труда и снижение удельных расходов топлива.

Интенсивная добыча природного газа и необходимость доставки его к потребителю наиболее экономичным способом вызвали бурное развитие трубопроводного транспорта. Транспортирование газа по трубопроводам удобнее и дешевле, чем другими транспортными средствами, так как оно обеспечивает непрерывное (и практически без потерь) поступление газов к потребителю непосредственно из месторождений или подземных хранилищ. Важным звеном в общей системе газоснабжения страны являются подземные городские газопроводы, по которым газ поступает непосредственно к жилым домам, коммунально-бытовым и промышленным предприятиям.

Природный газ имеет ряд преимуществ по сравнению с другими видами топлива:

1. Стоимость добычи природного газа значительно ниже, чем других видов топлива.
2. Производительность труда при его добычи значительно выше, чем при добычи угля и нефти.
3. Высокая теплота сгорания, делает целесообразным транспортировку газа по магистральным трубопроводам на значительные расстояния.
4. Обеспечивается полнота сгорания, и облегчаются условия труда обслуживающего персонала.

Конечно, имеются недостатки и отрицательные свойства взрыво- и пажароопасность природного газа, но всё это не уменьшает всех достоинств природного газа.

**Порядок выполнения работы**

**1. Исходные данные и характеристики объекта**

Необходимо дать краткую характеристику проектируемого объекта: место расположения, перечень промпредприятий и объектов соцкультбыта и другие прилегающие объекты, располагающиеся в районе строительства систем газоснабжения и газораспределения.

Записывается вид газового топлива с указанием основных характеристик, таких как название месторождения, низшая расчетная теплота сгорания, плотность.

Даётся полная информация о газифицируемых объектах, расположенных в застройке, о наличии в них установленного газового оборудования с указанием марки или типа газовых приборов.

Указывается тип грунт в районе строительства, его пучинестость, глубина залегания подземных вод, а при применении в проекте сжиженных газов указывается глубина промерзания грунта.

Приводятся различные особенности проектируемого объекта.

**2. Характеристика газа**

В состав расчета входит определение плотности, теплоты сгорания газовой смеси, объема воздуха необходимого для горения пределов взрываемости. Для расчета необходимые исходные данные по составу принимаются по таблице 6 а характеристики газов, входящих в состав принимаются по таблице 7 и заносятся в таблицу 3.

Таблица 3 - Характеристика газа различных месторождений

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Химическая формула** |  |  |  |  |
|  | **Наиме-нование** |  |  |  |  |
|  | **Уi** |  |  |  |  |
|  | **, кг/м3** |  |  |  |  |
|  | **QкДж/м3** |  |  |  |  |
|  | **V, м3** |  |  |  |  |
|  | **Lн, %** |  |  |  |  |
|  | **Lв, %** |  |  |  |  |

**3. Расчет параметров газового топлива выполняется по следующим формулам:**

Определяется плотность газовой смеси по формуле:

= 0,01  уii, (кг/м3),

где уi – молекулярная концентрация i-го компонента в паровой фазе;

i – плотность газа (кг/м3).

Определяется низшая теплота сгорания газовой смеси по формуле:

Q0,01  уiQ, (кДж/м3),

где Q– низшая теплота сгорания газовой смеси (кДж/м3).

Определяется теоретически необходимый расход воздуха для горения 1 м3 газовой смеси по формуле:

Vвозд = 0,01  уi  Vвозд.i, (м3/м3),

где Vвозд.i – расход воздуха определенного газа (м3/м3).

Определяется низший предел взрываемости смеси по формуле:

Lн = , (%)

где Lн – низший предел взрываемости компонента (%).

Определяется верхний предел взрываемости газовой смеси по формуле:

Lв , (%)

где Lв  - верхний предел взрываемости компонента.

Определяется балласт по формуле:

б = 0,01 , (%),

где б – балласт (%).

Определяется низший предел взрываемости с учетом балласта по формуле:

, (%)

где Lбн – низший предел взрываемости балласта..

Определяется верхний предел взрываемости с учетом балласта по формуле:



где Lбв – верхний предел взрываемости балласта (%).

4. **Расчет потребления газа частным сектором**

Расчетный часовой расход газа Qhd  (м3/ч) определяется по сумме номинальных расходов приборами или группой приборов qnom ί  (м3/ч), и определяются по формулам:

QK   q   n  (м3/ч),

где ksim ί  - коэффициент одновременности действия приборов,

nί  - число однотипных приборов,

qnom ί  - номинальный расход газа приборами (м3/ч)

qnom = (Nnom  3600)/ Q, (кВт),

где Nnom  - номинальная тепловая мощность горелки газового прибора (кВТ),

Q- расчетный расход газа для местного населенного места, снабжаемого природным газом медвежьего месторождения (м3/ч).

(данные берутся из раздела 2, формула 2.2).

QР = 0,55  Qn , (м3/ч),

где 0,55 – коэффициент, зависящий от соотношения между путевым и транзитным расходами и числа мелких потребителей, составляющих путевую нагрузку;

Qn – путевой расход газа, (м3/ч).

Qт = ∑ Qn , (м3/ч),

где Qт  - транзитный расход газа (м3/ч);

∑ Qn – сумма предыдущих путевых расходов (м3/ч).

QР = 0,55  Qn + Qт ,(м3/ч)

Определяется расход газа расчетными участками наружного газопровода.

Расчет сводится в таблицу 4.

Таблица 4 - Расчет расхода газа для участков сети

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  | АКГВn | KSim | АКГВ-20qnom | ПГ4-ВКn | KSim | ПГ4-ВКqnom | ВПГqnom | Qnм3/ч | 0,55Qn | Qт | Qр |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |

Алгоритм заполнения таблицы 4:

1. (колонка таблицы) номер участка берется со схемы;

2. количество установленных отопительных газовых котлов берется со схемы;

3. ksim ί - коэффициент одновременности действия приборов для отопительных газовых котлов (принимается равным 0,85);

4. qnom ί - номинальный расход газа приборов для отопительных газовых котлов;

5. количество установленных газовых плит;

6. ksim ί - коэффициент одновременности действия приборов для газовых плит, зависит от количества квартир;

7. qnom ί - номинальный расход газа приборов для газовых плит;

8. qnom ί - номинальный расход газа приборов для водонагревателей;

9. Qn= Qhd – путевой расход газа;

10. Рассчитывается по формуле;

11. Qт - транзитный расход газа (м3/ч);

12. QР –расчетный расход газа для путевых;

QР –расчетный расход газа для транзитных участков.

**5. Гидравлический расчет газопроводов низкого давления**

Методика расчета тупиковых газовых сетей низкого давления.

Суммарную потерю давления газа от ГРП до наиболее удаленного прибора принимают равной 180 даПа, причем считают, что 120 даПа приходится на уличные и внутриквартирные газопроводы, а 60 даПа – на дворовые и внутренние.

Зная общий расход газа длину и длину расчетных участков, определяют удельный путевой расход газа на 1 м распределительной сети.

Путевые расходы находят, перемножая удельные путевые расходы газа на длину соответствующих участков сети.

Удельные потери давления для самой протяженной магистрали рассчитывают по формуле ∆p/1,1 ∑l .

Потери на местные сопротивления принимают равными 10% от потерь на трение.

Так как точка пересечения линий, соответствующих расходу и удельным потерям давления, на номограмме чаще всего находится между двумя диаметрами, то при постоянном расходе, передвигаясь к ближайшему из них, уточняют значение удельных потерь давления. Полученное значение удельных потерь давления умножают на длину расчетного участка и находят потери давления.

После подбора диаметра труб определяют степень использования расчетного перепада давлений:

∆pр - ∑ ∆pi / ∆pр ≤ 0,1.

где ∑ ∆pi – сумма потерь давления от ГРП до самой удаленной точки распределительной газовой сети.

Если это неравенство не соблюдается, то выбирают другой диаметр газовой сети.

При расчете ответвлений из расчетного перепада давлений ∆pр  вычитают сумму потерь давления на общих участках и подбирают диаметры труб для остальных участков на полученную при этом разность.

Методика расчета кольцевых сетей низкого давления.

Основное отличие кольцевых газовых сетей от тупиковых заключается в том, что они состоят из замкнутых контуров (колец), в результате чего отельные их участки могут иметь двухстороннее и многостороннее питание.

Расчетный расход газа для распределительных газопроводов:

Qр = Qтр + α Qп , (м3/ч),

где Qтр – транзитный расход газа, м3/ч;

Qп – путевой расход газа, м3/ч;

α– коэффициент, зависящий от соотношения между путевым и транзитным расходами и числа мелких потребителей, составляющих путевую нагрузку, который принимают равными 0,55.

При расчете городских газовых сетей считают отдачу газа по длине газопровода равномерной. При этом вся газифицированная территория разбивается на участки с одинаковой плотностью населения и вычисляется количество газа, потребляемое на этих участках.

Удельные путевые расходы определяют путем деления расхода газа на отдельных участках на периметр сети, от которой эти участки снабжаются газом.

Путевой расход на участке получают, умножив удельный расход на длину этого участка. При этом если участок является общим для двух колец, то путевой расход определяют как произведение длины этого участка и суммы удельных расходов соседних колец сети.

Направление движения газа задают таким образом, чтобы потребителям он поступал кратчайшим путем и не возвращался обратно. Узловые точки схода газа в кольцевой сети располагают в местах, наиболее удаленных от противоположной точки питания сети. Затем распределяют транзитные расходы газа исходя из принципа гидравлической надежности сети. Зная значения путевых и транзитных расходов газа, определяют расчетный расход.

Предварительный гидравлический расчет заключается в подборе диаметров труб по расчетному расходу газа и удельным потерям давления. В связи с тем, что ближайшие диаметры труб значительно отличаются друг от друга, не удается удовлетворить второй закон Кирхгофа, что не позволяет определить действительное давление газа в узловых точках.

В результате окончательного гидравлического расчета газовых сетей, т.е. гидравлической увязки, алгебраическая сумма потерь давления всех замкнутых контуров сети должна быть равна нулю.

Поправочный круговой расход:

∆Q = ∆Q ' + ∆Q " , (м3/ч),

где ∆Q ' – часть поправки, полученная без учета влияния поправочных расходов соседних колец:

∆Q ' = ∑ ∆p/(1,75 ( ∑ ∆p/ Q)), (м3/ч)

где ∆Q " – часть поправки, учитывающая влияние поправочных расходов в соседних кольцах на рассчитываемое кольцо:

∆Q " = ( ∑∆Q 'с.к (∆p/ Q)у.с.к )/(∑ ∆p/ Q), (м3/ч),

где ∆p – алгебраическая сумма потерь давления в кольце;

(∆p/ Q)у.с.к – вычисляют для участков, имеющих соседние кольца;

∆Q 'с.к – первое приближенное значение поправочных расходов в соседних кольцах.

После расчета круговых поправочных расходов ∆Qк  для всех колец сети определяют поправочные расходы и новые расчетные расходы для всех участков газифицируемой территории.

Для участка, не имеющего соседних колец, поправочный расход ∆Qуч = ∆Qк , а новый расчетный расход Qнов.расч = Q + ∆Qуч.

Для участка, имеющего соседние кольца, поправочный расход

∆Qуч = ∆Qк - ∆Qс.к  , (м3/ч),

а новый расчетный расход:

Qнов.расч = Q + ∆Qуч = Q + ∆Qк - ∆Qс.к  , (м3/ч),

где ∆Qс.к – поправочный расход в соседнем кольце, который прибавляется к расходу на участке с обратным знаком.

Проверив степень использования расчетного перепада давления, при необходимости корректируют диаметры отдельных труб.

На основании расчетов заполнить таблицу 5.

Таблица 5 - Гидравлический расчет газопровода низкого давления

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №Уч. | L,м | ∑ L,м | Q,м3/ч | Dн х S,мм | Располагаем.давление | Фактическоедавление | δ% |
| ∆Р,Па | ∆Р/L, Па/м | ∆Р/L, Па/м | 1,1 ∆РПа |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

Алгоритм заполнения таблицы 5:

Рассчитывается главная расчетная ветка:

1.(колонка таблицы) номер участков берется со схемы;

2. длины участков берутся со схемы в масштабе;

3. высчитывается сумма всех длин;

4. расход газа берется из таблицы 4 колонка 12, соответственно участкам;

5. диаметры труб подбираются по номограммам;

6. по заданию;

7. рассчитывается по формуле ∆Р/L, Па;

8. подбираются приближенные значения к ∆Р/L (колонка 7);

9. рассчитывается по формуле 1,1 ∆Р (Па);

10. рассчитывается по формуле (большее минус меньшее)/большее ∙100%.

**6. Записать все необходимые расчеты, результаты свести в таблицы, сделать выводы по каждому пункту и оформить в отчет.**

**Контрольные вопросы**

1. Классификация газопроводов по виду давления, по назначению, по принципу построения системы, по расположению.

2. Одноступенчатые и многоступенчатые системы газоснабжения.

3. Особенности эксплуатации газопроводов среднего и высокого давления.

4. Какие трубы используются в системах газоснабжения?

5. Классификация потребителей газа.

Таблица 6 - Плотность и состав (об.%) газов основных газовых и газоконденсатных месторождений

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Месторождение* | *Плотность газа,кг/м3* | *Плотность по воздуху* | *СО2* | *Н2* | *СН4* | *С2Н6* | *С3Н8* | *С4Н10* | *С5Н12**+высшие* | *N2* |
| *Уренгойское (верх-* *ний мел, сеноман)* | *0,728* | *0,563* | *0,3* | *-* | *98,40* | *0,1* | *-* | *-* | *-* | *1,2* |
| *То же,**(нижний мел)* | *0,848* | *0,656* | *0,21* | *-* | *89,29* | *4,89* | *1,6* | *0,9* | *2,71* | *0,39* |
| *Ямбургское* | *0,725* | *0,561* | *0,1* | *-* | *98,6* | *0,1* | *-* | *-* | *-* | *1,2* |
| *Губкинское* | *0,738* | *0,571* | *0,5* | *-* | *96,9* | *0,3* | *0,1* | *-* | *-* | *2,2* |
| *Заполярное* | *0,722* | *0,568* | *0,2* | *-* | *99,3* | *0,1* | *-* | *-* | *-* | *0,4* |
| *Медвежье* | *0,735* | *0,568* | *0,5* | *-* | *97,3* | *1* | *0,1* | *0,1* | *0,1* | *0,5* |
| *Юбилейное* | *0,732* | *0,566* | *0,6* | *-* | *97,9* | *-* | *-* | *-* | *-* | *1,5* |
| *Мессояхское* | *0,735* | *0,568* | *0,5* | *-* | *97,5* | *0,11* | *0,02* | *0,01* | *0,02* | *1,84* |
| *Соленинское* | *0,772* | *0,597* | *0,5* | *-* | *95,38* | *3,1* | *0,08* | *0,34* | *0,1* | *0,5* |
| *Оренбургское* | *0,880* | *0,680* | *0,87* | *1,49* | *83,77* | *4,6* | *1,64* | *0,81* | *1,88* | *4,94* |
| *Вуктылское* | *1,035* | *0,800* | *0,1* | *-* | *75,1* | *8,9* | *3,6* | *1,5* | *6,4* | *4,4* |
| *Джанкойское* | *0,722* | *0,558* | *0,1* | *-* | *99,15* | *0,19* | *-* | *-* | *-* | *0,56* |
| *Западно-**Крестищенское* | *0,772* | *0,597* | *0,22* | *-* | *93,75* | *3,02* | *0,95* | *0,32* | *0,24* | *1,5* |
| *Пролетарское* | *0,855* | *0,661* | *0,25* | *-* | *86,16* | *5,81* | *2,98* | *1,32* | *0,74* | *2,74* |
| *Солоховское* | *0,922* | *0,713* | *1* | *-* | *81,63* | *7,5* | *5,25* | *2,25* | *1* | *1,37* |
| *Шебелинское* | *0,796* | *0,615* | *2* | *-* | *92,07* | *3,26* | *0,59* | *0,18* | *0,6* | *1,3* |
| *Булла-Море* | *0,938* | *0,725* | *0,4* | *-* | *93,4* | *3,9* | *1,4* | *0,6* | *0,3* | *-* |
| *Каипское* | *0,808* | *0,525* | *0,78* | *-* | *91,12* | *4,47* | *1,32* | *0,54* | *0,8* | *0,97* |
| *Саман-Тепе* | *0,814* | *0,629* | *3,19* | *2,6* | *90,67* | *2* | *0,48* | *0,22* | *0,39* | *0,45* |
| *Шатлыкское* | *0,762* | *0,589* | *1,22* | *-* | *95,16* | *1,6* | *0,25* | *0,1* | *0,26* | *1,41* |
| *Газлинское* | *0,737* | *0,570* | *0,15* | *-* | *96,9* | *1,74* | *0,04* | *0,01* | *0,01* | *1,15* |
| *Завардинское* | *0,806* | *0,623* | *-* | *3,05* | *89,54* | *3,8* | *0,94* | *0,42* | *0,38* | *1,87* |
| *Уртабулакское* | *0,836* | *0,646* | *3,6* | *5,5* | *87,2* | *1,99* | *0,32* | *0,13* | *0,15* | *1,11* |
| *Шуртанское* | *0,801* | *0,619* | *2,75* | *0,05* | *91,55* | *3,33* | *0,89* | *0,37* | *0,16* | *0,9* |
| *Астраханское* | *0,823* | *0,628* | *0,65* | *-* | *90,48* | *2,07* | *0,99* | *1,75* | *0,61* | *3,45* |

Таблица 7 - Основные характеристики некоторых газов, входящих в состав углеродных газов и их продуктов

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Наименование* | *Химическая* *формула* | *μ**кг/моль* | *ρ**кг/м3* | *Теплота сгорания* | *Стехиометрические объёмы* | *Предел взрываемости* |
| *Q**кДж/м3* | *Q**кДж/м3* | *V**м3/м3* | *V**м3/м3* | *V**м3/м3* | *H* | *B* |
| *Водород* | *Н2* | *2,016* | *0,0899* | *12749* | *10768* | *2,38* | *1,88* | *2,88* | *5* | *74* |
| *Метан* | *СН4* | *16,04* | *0,7168* | *39930* | *35760* | *9,52* | *8,52* | *10,52* | *5* | *15* |
| *Этан* | *С2Н6* | *30,07* | *1,356* | *69690* | *63650* | *16,66* | *15,16* | *18,16* | *3* | *12,5* |
| *Пропан* | *С3Н8* | *44,097* | *2,0037* | *99170* | *91140* | *23,8* | *21,8* | *25,8* | *2* | *9,5* |
| *Бутан* | *С4Н10* | *58,124* | *2,7023* | *128500* | *118530* | *30,94* | *28,44* | *33,44* | *1,7* | *8,5* |
| *Пентан* | *С5Н12* | *72,146* | *3,457* | *158000* | *146180* | *38,08* | *35,08* | *41,08* | *1,35* | *8* |
| *Этилен* | *С2Н4* | *28,054* | *1,26* | *63040* | *59530* | *14,28* | *13,28* | *15,28* | *3* | *32* |
| *Пропилен* | *С3Н6* | *42,081* | *1,9149* | *91950* | *86490* | *21,42* | *19,92* | *22,92* | *2* | *11* |
| *Бутилен* | *С4Н8* | *56,108* | *2,55* | *121400* | *113830* | *28,56* | *26,54* | *30,56* | *1,7* | *9* |
| *Пентилен* | *С5Н10* | *70,13* | *−* | *150753* | *140934* | *35,2* | *33,2* | *38,2* | *−* | *−* |
| *Ароматические* | *С6Н6* | *78,11* | *3,48* | *146281* | *140390* | *35,7* | *34,2* | *37,2* | *−* | *−* |
| *Окись углерода* | *СО* | *28,011* | *1,25* | *12680* | *12680* | *2,38* | *2,88* | *2,88* | *12,5* | *74* |
| *Кислород* | *О2* | *32* | *1,429* | *−* | *−* | *−* | *−* | *−* | *−* | *−* |
| *Азот* | *N2* | *28,013* | *1,251* | *−* | *−* | *−* | *−* | *−* | *−* | *−* |
| *Углекислый газ* | *CO2* | *44,011* | *1,977* | *−* | *−* | *−* | *−* | *−* | *−* | *−* |
| *Сероводород* | *H2S* | *34,08* | *1,54* | *25708* | *23698* | *−* | *−* | *−* | *4,3* | *45,5* |

ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

на выполнение практического занятия **№ 4**

по **МДК.01.01.07. Эксплуатация систем топливоснабжения ПМ.01. Эксплуатация теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.**

**Тема 1.4.** Основы расчета систем топливоснабжения

*Наименование работы*: Расчет и выбор оборудования газорегуляторной установки и обвязочных газопроводов агрегата

*Цель занятия (чему научиться?):* Научиться выбирать оборудование газорегуляторной установки и обвязочного газопровода агрегата, проводить расчет ГРУ и делать выводы

*Формируемые компетенции: ОК 1-9, ПК 1.2, ДК 3,4*

*Приобретаемые умения и навыки*: развитие практических навыков проектирования и навыков работы с нормативной и технической литературой

*Норма времени*: 2 ч.

*Оснащение рабочего места*: схемы, таблицы, номограммы, калькулятор, карандаш, линейка *Основные правила ТБ на рабочем месте*: «Инструкция по технике безопасности при выполнении лабораторных работ и практических занятий»

*Литература:* Жила В.А., Ушаков М.А., Брюханов О.Н. Газовые сети и установки. - М.: Академия, 2013.Чепель В.М., Шур И.А. Сжигание газов в топках котлов и печей и обслуживание газового хозяйства предприятий. - Л.: Недра, 1989.

**Теория**

Назначение, классификация и оборудование ГРП и установки.

Газорегуляторные пункты (ГРП) и установки (ГРУ) предназначены для снижения давления газа, поступающего к потребителю, до необходимого, и автоматического поддержания его постоянным независимо от расхода газа и колебания его давления до ГРП(ГРУ). Кроме того, на ГРП(ГРУ) осуществляют очистку газа от механических примесей, контроль за входным и выходным давлением и температурой газа, учет расхода (в случае отсутствия специального пункта измерения расхода), предохранение от возможного повышения или понижения давления газа в контролируемой точке газопровода сверх допустимых пределов.

В зависимости от входного давления различают ГРП и ГРУ среднего (до 3 МПа) и высокого давления (от 0,3 до 1,2 МПа). По значению ГРП могут быть общегородскими, районными, квартальными и объектовыми.

При компоновке оборудования ГРП и ГРУ необходимо обеспечивать возможность доступа к оборудованию для монтажа, обслуживания и ремонта. Расстояние между параллельными рядами оборудования в свету должно быть не менее 0,4 м; ширина основного прохода в помещении ГРП и со стороны обслуживания ГРУ – не менее 0,8 м. При размещении оборудования на высоте более 1,5 м необходимо устраивать площадки с лестницами, огражденными перилами.

Установка арматуры, оборудования, а также устройство фланцевых и резьбовых соединений в каналах не допускается. При проходе газопроводов и других инженерных коммуникаций через наружные стены и фундаменты ГРП следует тщательно уплотнять пространство между футляром и стеной на всю толщину пересекаемой конструкции. При монтаже газопроводов в ГРП и ГРУ можно использовать только гнутые или крутоизогнутые штампованные отводы.

В ГРП и ГРУ следует предусматривать продувочные и сбросные трубопроводы. Эти трубопроводы необходимо выводить наружу в места, обеспечивающие безопасные условия для рассеяния газа, но не менее чем на 1 м выше карниза здания. Условный диаметр продувочного трубопровода должен быть не менее 20 мм; сбросного, отводящего газ от ПСК, - равен условному диаметру выходного патрубка клапана, но не менее 20 мм. Продувочные и сбросные трубопроводы должны иметь минимальное число поворотов. На концах трубопроводов следует предусматривать устройства, исключающие попадание в них атмосферных осадков.

Размещение ГРП

ГРП и ГРУ в зависимости от давления газа на их вводе подразделяют на ГРП и ГРУ среднего давления (свыше 0,005 до 0,3 МПа) и высокого давления (выше 0,3 до 1,2 МПа). В соответствии со СНиП 42-01-2002 ГРП в зависимости от назначения и технической целесообразности могут размещаться в отдельно стоящих зданиях; в пристройках к зданиям; встроенными в одноэтажные производственные здания или котельные; в шкафах на наружных стенах газифицируемых зданий или на отдельно стоящих опорах из негорючих материалов; на покрытиях газифицируемых производственных зданий I и II степени огнестойкости с негорючим утеплителем; на открытых огражденных площадках под навесом на территории промышленных предприятий, если климатические условия позволяют обеспечить нормальную работу технологического оборудования и контрольно-измерительных приборов (КИП). Запрещается размещать ГРП в подвальных и цокольных помещениях зданий любого назначения, а также встроенными и пристроенными к жилым и общественным зданиям (кроме зданий производственного характера).

Отдельно стоящие ГРП (включая шкафные, устанавливаемые на опорах) и населенных пунктах следует размещать в зоне зеленых насаждений, внутри жилых кварталов, на территории промышленных и других предприятий производственного характера в соответствии с нормативными требованиями. При установке шкафных ГРП с давлением газа на входе до 0,3 МПа, устанавливаемых на стене здания, расстояние от шкафа до окна, двери и других проемов по горизонтали не должно составлять менее 3 м и не менее 5 м при давлении газа на входе свыше 0,3 до 0,6 МПа. Расстояние по вертикали от шкафа до оконных проемов должно быть не менее 5 м.

Шкафные ГРП могут устанавливаться на наружных стенах газифицируемых зданий не ниже III степени огнестойкости промышленных, сельскохозяйственных и бытового обслуживания производственного характера при давлении газа на вводе в ГРП до 0,6 МПа.

На вводах и выводах газопроводов из ГРП отключающие устройства перед ГРП допускается не предусматривать, если имеющие на отводе от распределительного газопровода отключающие устройства находятся от ГРП на расстоянии не более 100 м. На промышленных и коммунальных предприятиях с односторонним питанием газом отключающее устройство после ГРП можно не устанавливать.

Отключающие устройства в ГРП, размещаемых в пристройках к зданиям, и в шкафных ГРП допускается устанавливать на наружных надземных газопроводах на расстоянии менее 5 м от ГРП в удобном для обслуживания месте.

Для обеспечения нормальной работы регулирующего оборудования и КИП в зимнее время внутри помещения ГРП необходимо поддерживать положительную температуру (не менее 5 ºС). Отопление ГРП может быть паровым или водяным, как от централизованного источника тепла, так и от индивидуальной отопительной установки. Максимальная температура теплоносителя не должна превышать 130 ºС. При устройстве в ГРП местного отопления отопительную установку следует размещать в изолированном помещении, имеющем самостоятельный выход и отделенном от технологического, а также от других помещений ГРП глухими газонепроницаемыми и противопожарными стенами с пределами огнестойкости не менее 2,5 ч. Труба подводки газа к отопительному котлу и трубы системы отопления при проходе через стену помещения регуляторов должны иметь сальниковые уплотнения. Для обогрева шкафных допускается использовать газовые горелки при условии обеспечения взрывопожаробезопасности.

Все оборудования ГРП необходимо оборудовать постоянно действующей вентиляцией, обеспечивающей не менее чем 3-кратный воздухообмен в 1 ч.

Все помещения ГРП должны иметь естественное и искусственное освещение. Электроосвещение должно быть внутренним во взрывозащищенном исполнении или наружным - в нормальном исполнении. Электрические распределительные устройства и другое электрооборудование в нормальном исполнении следует располагать вне помещений ГРП в специальном шкафчике или в смежном помещении, предназначенном для отопительной установки либо приборов телемеханики. Металлические части электроустановок, не находящихся под напряжением, должны быть заземлены.

Для защиты от молний ГРП должны быть оборудованы стержневым молниеотводом, устанавливаемым на стене здания, и заземляющим устройством. Заземляющее устройство из полосовой стали. Оно состоит из внутреннего и наружного контуров, соединенных между собой сваркой. Внутренний контур заземления прокладывают по стенам здания на высоте 0,5 м от пола, внешний – в земле на глубине 0,5 м от поверхности земли и на расстоянии 1 м от фундамента.

При наличии телефонной связи телефонный аппарат устанавливается в подсобном помещении ГРП или снаружи здания в запирающемся ящике. Телефонный аппарат во взрывозащищенном исполнении может быть установлен непосредственно в помещении регулятора.

**Порядок выполнения работы**

**1. Подбор регулятора давления**

Подбор регулятора давления следует производить из расчета расхода газа, для котельных при максимальной производительности установленных котлов с учетом входного и выходного давления.

Методика подбора:

1. задается типоразмер регулятора давления;

2. выясняется входное давление в регулятор (в ГРП или ГРУ), пренебрегая потерями в отключающих устройствах и в фильтре;

3. если давление на входе меньше 10 кПа, расчет ведется по п.4., в противном случае по п.5.

4. Определяется пропускная способность регулятора давления по формуле:

QРЕГ. = 360 · fС  kV √ 2∆/gГ , м3/ч,

где fС – площадь седла клапана (см2), определяется по паспортным данным или по формуле:

fС = π· d 2C /4 (см2),

где π = 3,14;

dC – диаметр седла (см);

kV – коэффициент расхода принимается по справочным данным в зависимости от конструкции клапана (0÷1):

для двухседельных клапанов: (0,4÷0,5);

для односедельных клапанов, при которых начальное давление давит на клапан: (0,6÷0,65);

для односедельных клапанов, при которых первоначальное давление давит под клапан: (0,7÷0,75);

для односедельного клапана, в котором клапан отключается от седла и газ проходит через седло почти бес соприкосновения с клапаном: (0,75÷0,8).

∆Р- перепад давления, определяется по формуле:

∆Р = Рвх – Рвых , (МПа),

где gГ - плотность газа (кг/м3),

360 – приводит во взаимодействие.

5. Определяется пропускная способность регулятора давления:

QРЕГ. = 1595  fС  kV РВХ   φ  , м3/ч,

где РВХ  - применяется РАБС. ,

РАБС. = РИЗБ. + РАТМ. ,

РАТМ = 0,10132 (МПа).

φ – коэффициент, зависящий от вида газа и входного и выходного давления.

φ =  ,

где γ = 1,31 (для природного газа),

γ = 1,44 (для СУГ).

6. Определяется отношение расхода регулятора и расчет расходного:

0,1 ≤ QР / QРЕГ ≤ 0,8,

* если данное отношение получилось меньше 0,1, то типоразмер регулятора давления нужно уменьшить и перейти к п.4. или п.5.;
* если данное отношение больше 0,8, то типоразмер регулятора давления нужно увеличить и перейти к п.4. или п.5.;
* если данное отношение получилось удовлетворительным, то выбранный типоразмер регулятора давления принимается.

**2. Подбор газовых фильтров**

Подбор газовых фильтров осуществляется по пропускной способности с учетом предельных потерь давления, которые не должны превышать для сетчатых фильтров 5000 Па, для волосяных – 10000 Па, а до начала эксплуатации или после очистки и промывки фильтра этот перепад должен составлять соответственно 200…2500 Па и 4000…5000 Па.

Определение пропускной способности фильтров:

Q = QТ ·√ (gОТ  ∆ρ  ρ2 )/( gО ∆ρТ  ρ2Т ),

где, QТ – пропускная способность фильтра при табличных условиях, м3/ч;

gОТ – плотность газа табличная, кг/м3;

gО – плотность газа при использовании другого газа, кг/м3;

∆ρТ – перепад давлений на фильтре при табличных условиях, МПа;

∆ρ – перепад давлений на фильтре при работе в режиме, отличном от табличного, МПа;

ρ2 – давление газа после фильтра при работе в режиме, отличном от табличного, МПа;

ρ2Т – давление газа после фильтра табличное, МПа.

**3. Подбор предохранительно-запорного клапана (ПЗК)**

1. Выбор типа ПЗК определяется исходя из параметров газа, проходящего через регулятор давления, а именно: максимального давления на входе регулятора; выходного давления газа из регулятора и подлежащего контролю; диаметр входного патрубка в регулятор.

2. Выбранный ПЗК должен обеспечивать герметичное закрытие подачи газа в регулятор в случае повышения или понижения давления, за ним сверху установленных пределах.

Согласно “Правилам безопасности в газовом хозяйстве” верхний предел срабатывания ПЗК не должен превышать максимальное рабочее давление газа после регулятора более чем на 25 %.

Нижний предел настройки 1,1 от устойчивого горения пламени горелки или на 10 % больше, чем значение настроенного (рабочего) давления на горелку.

**4. Выбор предохранительно-сбросного клапана (ПСК)**

ПСК, в том числе встроенные в регулятор давления, должны обеспечивать сброс газа при превышении максимального рабочего давления после регулятора не более чем на 15 %.

При выборе ПСК определяется количество газа, подлежащего сбросу, по формуле:

Q ≥ 0,0005 QРЕГ , м3/ч,

где Q – количество газа, подлежащее сбросу ПСК в течение часа при t=0°С, РБАР =0,10132 МПа;

QРЕГ – расчетная способность регулятора давления при тех же условиях, м3/ч.

При отсутствии перед регулятором давления ПЗК количество газа, подлежащее сбросу, определяют по формуле:

для регулятора давления с золотниковым клапаном:

Q ≥ 0,01 ·QРЕГ , м3/ч

для регулирующих заслонок:

Q ≥ 0,02 ·QРЕГ , м3/ч

При необходимости параллельной установки в ГРП нескольких регуляторов давления суммарное количество газа, подлежащее сбросу ПСК в течение газа, должно удовлетворить:

Q’ ≥ 0,01 Qn ,

Где Q – количество газа, подлежащее сбросу ПСК в течение часа для каждого регулятора, м3;

n – число регуляторов давления, шт.

**5. Записать все необходимые расчеты, сделать выводы по каждому пункту и оформить в отчет.**

**Контрольные вопросы**

1. Основное назначение ГРП и ГРУ.

2. Технологическое оборудование ГРП и ГРУ.

3. Регуляторы давления, их назначение и устройство.

4. Предохранительно-запорные клапаны, устройство и назначение.

5. Предохранительные сбросные устройства, их назначение.

6. Газовые фильтры, их классификация и особенности использования.

7. Оборудование для учета расхода газа.

## Список использованной литературы

Основная литература

1. Жила В.А., Ушаков М.А., Брюханов О.Н. Газовые сети и установки. - М.: Академия, 2013.

2. Ионин А.А. Газоснабжение. – М.: Стройиздат, 2012.

3. Стаскевич Н.Л., Северинец Г.Н. Вигдорчик Д.Я. Справочник по газоснабжению и использованию газа.- Л.: Недра, 1998.

4. Чепель В.М., Шур И.А. Сжигание газов в топках котлов и печей и обслуживание газового хозяйства предприятий. - Л.: Недра, 1989.

5. Кизямов К.Г. Эксплуатация и ремонт газовых сетей и оборудования. - М.: Стройиздат, 1983.

Дополнительная литература

1. Порецкий Л.Я., Рыбаков Р.Р., Столпнер Е.Б., Тасс О.А., Шур И.А. Справочник эксплуатационника газифицированных котельных. – Л.: Недра, 2010.

2. Скафтымов Н.А. Основы газоснабжения. - Л.: Недра, 1980.

Интернет-ресурсы

1. http://proekt-gaz.ru/load/prakticheskoe\_posobie\_po\_proektirovaniju/
2. <https://search.rsl.ru/ru/record/01001734171>
3. <https://gazovik-gas.ru/directory/>
4. <http://books.totalarch.com/node/6446>
5. <http://www.twirpx.com/file/7201/>
6. <http://www.gazovik-sbyt.ru/>
7. <https://dwg.ru/dnl/4744>