Газоснабжение (внутренние устройства)

Введение

Рабочая документация по строительству объекта «Техническое перевооружение опасного производственного объекта, III класс, рег. №А20-01352-0024 от 20.09.2018г. с местом нахождения: 188832, Ленинградская область, Выборгский район, МО Красносельское поселение, пос. Коробицыно, Церковный пер., д.2» выполнена в соответствии с техническим заданием на проектирование от 19.03.2019 г. (Приложение №1 к договору №06-19-ЗП), выданным АО «Выборгтеплоэнерго», утвержденным Генеральным директором И.А. Дашковым.

Раздел «Система газоснабжения. Внутренние газопроводы и технические устройства» выполнен в соответствии с договором на исполнение проектной документации по объекту «Техническое перевооружение опасного производственного объекта, III класс, рег. №А20-01352-0024 от 20.09.2018г. с местом нахождения: 188832, Ленинградская область, Выборгский район, МО Красносельское поселение, пос. Коробицыно, Церковный пер., д.2» на основании договора субподряда 19/06-19 ЗП от 19.марта 2019 года между генеральным подрядчиком ООО «НВК СЗМА» и исполнителем работ ООО «Псковинжстрой».

Рабочая документация по строительству объекта «Техническое перевооружение опасного производственного объекта, III класс, рег. №А20-01352-0024 от 20.09.2018г. с местом нахождения: 188832, Ленинградская область, Выборгский район, МО Красносельское поселение, пос. Коробицыно, Церковный пер., д.2», разработана ООО «Псковинжстрой» (свидетельство СРО ПСЗ 03-12-15-038-П-016) в соответствии с требованиями технических регламентов, федеральных норм и правил в области промышленной безопасности, установленными нормативными документами федеральных органов исполнительной власти, предусмотренными статьей 49 Федерального закона "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с реализацией положений Федерального закона "О техническом регулировании" заданием на проектирование, градостроительным регламентом, документами об использовании земельного участка для строительства (в случае если на земельный участок не распространяется действие градостроительного регламента или в отношении его не устанавливается градостроительный регламент), в том числе устанавливающими требования по обеспечению безопасной эксплуатации зданий, строений, сооружений и безопасного использования прилегающих к ним территорий, и с соблюдением технических условий.

Паспорт проекта.

На внутренние газопроводы: высокого давления II категории, среднего давления.

1. Объект: Техническое перевооружение опасного производственного объекта, III класс, рег. №А20-01352-0024 от 20.09.2018г. с местом нахождения: 188832, Ленинградская область, Выборгский район, МО Красносельское поселение, пос. Коробицыно, Церковный пер., д.2
2. Шифр: ВБ.КОР-08/02-2019-ГСВ.
3. Заказчик: АО «Выборгтеплоэнерго».
4. Год выпуска: 1996 г.
5. Основание для проектирования: Техническое задание на проектирование от Заказчика – приложение к договору №06-19-ЗП от 19.03.2019 г.

6. Стадия проектирования: Рабочая документация.
7. Основные сведения об объекте: Газоснабжение котельной.
   7.1 Система газоснабжения: тупиковая одноступенчатая.
   7.2 Общий расход газа: часовой – 816,58 нм.куб./час
   годовой – 2,163 нм.куб./год
   7.3 Отключающее устройство: кран шаровый фланцевый Ду 80.
   7.4 Давление газа в месте врезки: 0,32 МПа.
   7.5 Общая протяженность газопровода:
   7.6 Защита от электрохимической коррозии: по ГОСТ 9.602-2005.

Список ссылочных и нормативных документов

Настоящая документация выполнена в соответствии со следующими нормативными документами:

- СП 62.13330.2011* Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002 «Газораспределительные системы»;
- СП 42-101-2003 «Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб».
- СП 89.13330.2016 Актуализированная редакция СНиП II-35-76 «Котельные установки».
- Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № 542 от 15 ноября 2013 г. «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления»;
- Постановление Правительства Российской федерации №870 от 29.10.2010 года «Об утверждении технического регламента о безопасности сетей газораспределения и газопотребления.
- ГОСТ Р 21.1101-2013 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации».
- ГОСТ Р 8.740-2011 «Расход и количество газа. Методика измерения с помощью турбинных, ротационных и вихревых расходомеров и счетчиков».
- ГОСТ Р 8.741-2011 «Объем природного газа. Общие требования к методикам измерения».

Характеристика проектируемого объекта

Документация «Техническое перевооружение опасного производственного объекта, III класс, рег. №А20-01352-0024 от 20.09.2018г, с местом нахождения: 188832, Ленинградская область, Выборгский район, МО «Красносельское поселение», пос. Коробицыно, Церковный пер., д.2», шифр документации — ВБ.КОР-08/02-2019, разработана и предназначена для выполнения работ по техническому перевооружению существующего опасного производственного объекта (ОПО) - «Система теплоснабжения МО «Выборгский район» Ленинградской области», регистрационный номер ОПО — А20-01352-0024, класс опасности ОПО - III класс, эксплуатирующая ОПО организация - АО «Выборгтеплоэнерго».

Проектируемый объект классифицируется как «Техническое перевооружение» согласно статьи №1 ФЗ-116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», «....техническое перевооружение опасного производственного объекта - приводящее к изменению технологического процесса на опасном производственном объекте внедрение новой технологии, автоматизация опасного производственного объекта или его отдельных частей, модернизация или замена применяемых на опасном производственном объекте технических устройств.....».

Все работы по техническому перевооружению существующего опасного производственного объекта «Система теплоснабжения МО «Выборгский район» Ленинградской области», регистрационный номер ОПО — №А20-01352-0024, согласно информации в предоставленной документации, предусмотрено выполнять на территории предприятия

Проектной документацией предусматривается внедрение новой технологии автоматизированных систем управления и контроля производства. Проектом предусматривается оснащение производства данного предприятия современными техническими средствами, значительно повышающими уровень контроля и качества регулирования параметров, пожарной и экологической безопасности.

Проектными решениями рассматриваемой документации предусматриваются следующие мероприятия:

- замена газогорелочных устройств на котлах, №1, №2 и №3 (на котлы №1 и 2 предусматривается установка горелки газовой BLU 3000.1 PRE TC S4 производства ЕсоПат S.p.A, на котел №3 - комбинированной MULTICALOR 300.1 PRE TC S4 производства ЕсоПат S.p.A);

- прокладка внутреннего газопровода в котельной для подачи газа, необходимого рабочего давления и расхода, на горелочные устройства котлов;

- замена в существующем ГРУ котельной регулятора давления РДБК-50 и предохранительно-сбросного клапана ПСК-50, отработавшего эксплуатационный срок, и устройство дополнительной линии редуцирования;

- монтаж щита газовой безопасности с привязкой его к существующей системе контроля загазованности;

- монтаж емкости аварийного запаса топлива объемом 800 литров и прокладка трубопровода топлива до горелки котла №3;

- монтаж распределительной электрической сети для вновь установленных электроприборов;

- монтаж автоматизированной системы управления работой котлов и основного оборудования котельной.

Проектными решениями учтены требования действующих НТД в области промышленной безопасности, в области охраны труда, в области охраны окружающей среды, в области противопожарной безопасности.

Проектными решениями рассматриваемой документации новое капитальное строительство, реконструкция, капитальный ремонт объектов капитального строительства не предусматриваются.

Срок службы принятого в проекте основного технологического оборудования (газогорелочного устройства) при постоянной эксплуатации составляет 20 лет (при проведении регулярного технического обслуживания), на основании паспортов заводов-изготовителей.

Сеть газопотребления производственного предприятия (регуляторов давления, ПСК, запорной арматуры) - 40 лет, на основании паспортов заводов-изготовителей.

Согласно п.3.2 "Методики по комплексному техническому диагностированию внутренних газопроводов" установленный нормативный срок службы стальных внутренних газопроводов - 30 лет от даты приемки их в эксплуатацию".

Внутренний газопровод

В качестве основного топлива используется природный газ с низшей теплотворной способностью $Q_н$=8000 ккал/нм.куб., плотностью р=0,683 кг/м.куб.

Рабочее давление газа на вводе в котельную составляет Рраб=0,32 МПа.

Проектируемый внутренний распределительный газопровод в котельной предназначен для подачи газа, необходимого рабочего давления и расхода, на горелочные устройства проектируемой котельной.

Смонтировать внутренние газопроводы котельной согласно рабочим чертежам проекта ВБ.КОР.-08/02-2019-ГСВ.

После ввода в котельную на существующем газопроводе Ду80 установить манометр электроконтактный ЭКМ2005, клапан термозапорный КТЗ-001-080Ф, электромагнитный

клапан EVP 090067 608 (Ду80), фильтр газовый FF090000 (MADAS) с датчиком перепада давления (Ду80).

Термометр биметаллический БТ-52.211 перенести на участок между фильтром и электромагнитным клапаном.

В котельной, в помещении ГРУ имеется существующий коммерческий узел учета газа на базе турбинного счетчика газа TRZ G250 (1:20) DN80. Для снятия в ремонт и поверку счетчика газа имеется существующая байпасная линия в обход счетчика газа. Перед счетчиком газа, за счетчиком газа и на байпасной линии установлены существующие запорные устройства-задвижки для газа.

В существующем ГРУ котельной предусматривается замена существующего регулятора давления РДБК-50 и предохранительно-сбросного клапана ПСК-50, отработавшего свой эксплуатационный срок и устройство дополнительной линии редуцирования на основании СП 62.13330.2011*

Обе линии редуцирования запроектированы с комбинированными регуляторами давления типа RG/2MBZ Ду50, Рвх.=0,33 МПа, Рвых.= 0,05МПа (500 мбар), на выходе к котлам запроектирован предохранительный клапан типа MSV/1 Ду25, VSL040022 010(рычаг).

На горизонтальных газопроводах подвода газа к котлам смонтировать запорные устройства-краны шаровые, фильтры газовые FF090000 (MADAS) с датчиком перепада давления (Ду80), продувочные газопроводы с запорными устройствами-кранами шаровыми, штуцерами отбора проб, технологические счетчики газа RVG G160 (1:20) Ду80, манометры показывающие ТМ-510, антивибрационные муфты.

Газопроводы в местах пересечения конструкций заключить в футляры из стальных труб. Пространство между газопроводом и футляром заделать просмоленной паклей и битумом. При пересечении стен длина футляра не должна превышать толщину стены.

Заземление газопровода выполнить путем присоединения к наружному контуру заземления сваркой. Сопротивление растеканию токов не должно превышать 10 Ом.

В котельной перед горелочными устройствами предусмотреть продувочные газопроводы 20х2,8 с отключающими устройствами и штуцерами для отбора проб. Продувочные газопроводы присоединить к существующему продувочному трубопроводу 25х2,8, вывести наружу в места, обеспечивающие безопасные условия для рассеивания газа, но не менее чем на 1 м выше карниза или парапета здания.

Для обеспечения контроля работы котельной на газопроводах к горелкам установить показывающие приборы измерения давления: ТМ-510 - перед горелочными устройствами (предел измерений 0- 0,1 МПа), ТМ-510 (существующий) перед узлом учета газа (предел измерений 0-10 кгс/см.кв.); приборы для измерения температуры: биметалический термометр БТ-52.211 G1/2".46.1,5 (существующий).

Регистрирующие и показывающие приборы должны соответствовать СП 62.13330.2011*, СП 77.13330 «СНиП 3.05.07-85 "Системы автоматизации" и иметь сертификат соответствия и внесены в государственный реестр средств измерений.

Запорные краны должны быть сертифицированы для газовой среды, герметичность затворов соответствовать классу А согласно ГОСТ 9544-2005 и иметь ограничители поворота и указатели положения «открыто-закрыто».

Соединение стальных труб выполнить на сварке в соответствии с требованиями ГОСТ 16037-80. Согласно п. 10.4.1 и таблице 14 СП 62.13330.2011*, контролю физическими методами подлежат 100% стыков законченных строительством участков внутренних газопроводов, в том числе ГРУ, выполненных электродуговой и газовой сваркой (газопроводы из стальных труб).

Устройства для установки КИП и автоматики смонтировать на трубопроводах до производства испытания на герметичность.

Фланцевые соединения выполнить на прокладках из паронита марки ПМБ ГОСТ 481-81.

Стальные трубы должны соответствовать требованиям СП 62.13330.2011* и СП 42-101-2003, иметь гарантированный изготовителем коэффициент прочности сварного соединения и испытаны гидравлическим способом, иметь соответствующую запись в паспорте качества на стальные трубы.

Газопровод до регулятора давления испытать на герметичность давлением 1,25 рабочего, но не более 0,6 МПа в течение 1 часа, после регулятора давления – 0,1 МПа, в течение 1 часа (табл. 16 СП 62.13330.2011*). Испытания и опрессовку газопровода произвести в соответствии с СП 62.13330.2011*, при этом электромагнитный клапан-отсекатель должен быть полностью отключен, посредством установки глухих прокладок между фланцами. Опрессовка водой запрещена.*

После монтажа и испытаний газопроводы покрыть 2-мя слоями грунтовки ГФ-021 и 2-мя слоями эмали ПФ-115 желтого цвета с предупреждающими кольцами красного цвета. Перед нанесением грунтовки выполнить общую очистку поверхности от грязи, пыли, масла, ржавчины, обезжирить (ГОСТ 9.402-2004 "Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей к окрашиванию").

Рассчитываем расход сжигаемого топлива (природного газа) на котел ДКВР 4-13 №1, №2 и №3 с горелками газовой BLU 3000.1 PRE TC S4 и комбинированной MULTICALOR 300.1 PRE TC S4:

$Q_г = N_г \times 3,6 : q_м$

$Q_г$ – *расход сжигаемого топлива (природного газа), нм.куб./час*

$N_г$ – *мощность горелки, кВт*

$q_м$ – *удельная теплотворность природного газа, МДж/кг*

Для горелки газовой BLU 3000.1 PRE TC S4 и комбинированной MULTICALOR 300.1 PRE TC S4:

$Q_{гмакс} = 2707 \times 3,6 : 35,8 = 272$ *нм.куб./час*

$Q_{гмин} = 630 \times 3,6 : 35,8 = 63,$ *нм.куб./час*

Потребление газа котельной, нм.куб/ч, мин/макс – 63/816

Газопотребляющее оборудование котельной

Котельная по надежности отпуска тепла потребителям относится ко II-ой категории.

Основное топливо котельной – природный газ, аварийное топливо-дизельное.

В котельной установлено три водогрейных котлов ДКВР 4-13. Проектом предусмотрена замена газогорелочных устройств. На котел №1 и №2 установить газовую, на котел №3 - комбинированную горелку газ-дизель.

Водогрейные котлы и горелочные устройства

Котел ДКВР 4-13	*- 3 шт:*
- теплопроизводительность	*2520 кВт*
- КПД котла газ/дизель %	*93,1/90*

Поддбор горелочных устройств для водогрейных котлов ДКВР 4-13.

- Рассчитываем мощности горелок:

$N_г = N_к / КПД$

$N_г$ – *мощность горелки*

$N_к$ – *мощность котла*

КПД – коэффициент полезного действия котла

Мощность газовой горелки котла ДКВР 4-13 = 2520 : 0,931 = 2707 кВт

Мощность комбинированной горелки на дизеле котла ДКВР 4-13 =2520 : 0,931 = 2707 кВт

По каталогам фирмы Ecoflam S.p.A выбираем ближайшую подходящую по мощности горелку:

Горелочное устройство котла ДКВР 4-13 №1, №2:

Горелка газовая BLU 3000.1 PRE TC S4 производства Ecoflam S.p.A:

- мощность min-max кВт 630-3000
- тип топлива природный газ
- расход газа min-max ст.м.куб/ч 63-272
- максимальное давление газа мбар 500
- минимальное давление газа мбар 90
- газовая рампа DN50

Горелочное устройство котла ДКВР 4-13 №3:

Горелка комбинированная MULTICALOR 300.1 PRE TC S4 производства Ecoflam S.p.A:

- мощность мин - макс кВт 630-3000
- тип топлива природный газ-дизель
- мощность дизель мин - макс кВт 630-3000
- расход газа мин.- макс. ст.м.куб./ч 63-272
- максимальное давление газа мбар 500
- минимальное давление газа мбар 22
- газовая рампа DN50
- соединение топливного шланга дизель подвод/отвод 1/2"-1/2"

Горелки BLU 3000.1 PRE TC S4

Горелки BLU предназначены для сжигания природного газа.

Они подходят для использования со всеми теплогенераторами, соответствующими стандартам, в пределах их диапазона мощности. Для других видов применения требуется подтверждение ECOFLAM.

Установка, запуск и техническое обслуживание должны осуществляться только квалифицированными специалистами согласно действующим правилам и предписаниям.

При установке газовых линий и газовой арматуры должны соблюдаться общие директивы и предписания нормативных документов. Должен быть установлен комплект оборудования, соответствующий правилам безопасности. Дополнительные принадлежности устанавливаются монтажной организацией согласно местным правилам безопасности и практике применения.

Горелки BLU являются механическими плавно-регулируемыми полностью автоматическими моноблочными устройствами.

Значения эмиссии могут отличаться в зависимости от размеров топочной камеры, нагрузки топочной камеры и конструкции котла (трехходовые котлы, котлы с реверсивной топкой).

Горелка не должна эксплуатироваться вблизи едких испарений (например, лак для волос, тетрахлорэтилен, четыреххлористый углеводород, растворитель и т.д.), в месте большого скопления пыли или при высокой влажности воздуха.

Перед каждым запуском горелки производится автоматическая проверка герметичности газовых клапанов.

При неработающей горелке воздушная заслонка находится в закрытом положении.

Электрический сервопривод приводит закрытую воздушную заслонку в положение полной нагрузки для вентиляции топочной камеры и вытяжных каналов заданным количеством воздуха.

Вскоре после начала предварительной продувки в течение определенного времени должно произойти переключение предохранителя дефицита воздуха в рабочее положение, т.е. должно быть достигнуто установленное значение минимального давления воздуха, которое будет поддерживаться до отключения горелки. По истечении заданного времени предварительной продувки воздушная заслонка переводится в положение частичной нагрузки, принцип управления связан с газовой заслонкой

Включается трансформатор розжига. В конце предварительного воспламенения газовые клапана открываются для доступа газа в горелку. Электроды розжига, встроенные в горелку, поджигают газ.

Электрод ионизации посылает сигнал пламени на топочный автомат, который открывает предохранительные отсечные клапаны.

Газ подается на газовые форсунки через газовую заслонку, воздух для горения поступает от вентилятора.

Газ и воздух интенсивно перемешиваются в смесительном устройстве и воспламеняются искрой. По окончании предохранительного периода пилотная горелка отключается

После образования пламени регулятор мощности переводит горелку в рабочий режим. С этого момента регулятор мощности автоматически управляет горелкой между частичной и полной нагрузками.

В зависимости от тепловой нагрузки электрический сервопривод механической комбинированной системы управления получает через регулятор команду ОТКР. или ЗАКР. и, соответственно, увеличивает или уменьшает расход газа и воздуха. Эта комбинированная система управления изменяет положения газового клапана и воздушной заслонки и тем самым регулирует расход газа во взаимосвязи с расходом воздуха. Горелка может управляться в 2-ступенчатом скользящем режиме или, при наличии соответствующего регулятора, в плавном режиме.

При плавном управлении горелка будет работать с любой требуемой нагрузкой между положениями частичной и полной нагрузки. Отключение горелки осуществляется из положения частичной нагрузки. Воздушная заслонка при остановке горелки закрывается и препятствует прохождению холодного воздуха через корпус горелки, теплообменник и дымоход. Потери по причине внутреннего охлаждения сводятся к минимуму.

Если при запуске горелки (деблокировке топлива) не образуется пламя, то по истечении предохранительного времени горелка отключается (аварийное отключение).

Сбой пламени во время работы, дефицит воздуха во время предварительной вентиляции или потеря давления при эксплуатации горелки также ведут к аварийному отключению.

Исчезновение сигнала пламени в конце предохранительного периода и во время предварительной вентиляции (контроль постороннего света) приводит к аварийному отключению и блокировке топочного автомата.

При неисправности загорается аварийная сигнальная лампочка. Топочный автомат можно деблокировать сразу же нажатием деблокирующей кнопки. Топочный автомат возвращается в стартовое положение и начинает повторный запуск горелки.

При падении напряжения в сети происходит обычное отключение горелки. После восстановления напряжения может последовать автоматический повторный запуск, если только не было другой блокировки, например, от предохранительной системы. При любой неисправности подача топлива немедленно прекращается. Одновременно останавливается топочный автомат, а с ним и индикатор местонахождения неисправности.

Символы будут указывать вид неисправности.

Пространство между жаровой трубой и котлом должно быть заполнено соответствующим изолирующим материалом.

Глубина установки сопла горелки и огнеупорное уплотнение

Для котлов без охлаждения передней стенки и при отсутствии других указании со стороны производителя котла, необходимо выполнить огнеупорную вставку или теплоизоляцию. Огнеупорная вставка не должна заходить за передний край сопла горелки, а угол ее конического скоса не должен превышать 60°.Воздушныи промежуток должен быть заполнен эластичным и невоспламеняемым теплоизоляционным материалом.

Для котлов при выборе глубины сопла горелки необходимо руководствоваться указаниями производителя котла.

Для предотвращения неприятного шума не рекомендуется применять для соединения котла с дымоходом соединительные детали с проходным каналом, изогнутым под прямым углом.

Перед установкой горелки проверить:

1. В зависимости от типа котла (котел с реверсивной топкой или трехходовой) проверить глубину установки жаровой трубы в соответствии с рекомендациями производителя котла или проконсультируйтесь с производителем горелки.

2. Проверить положение электродов поджига и форсунки в головке горелки в соответствии с заводскими установками. Регулировка смесительного устройства /

устройства поджига в соответствии с выходной мощностью котла будет производиться при вводе горелки в эксплуатацию.

3. Проверить, что головка предварительно отрегулирована на 50%.

Газовые клапаны и приборы выбраны согласно определенным требованиям, которые должны отвечать горелке.

Учитывается:

- мощность горелки;

- перепад давления в топке;

- перепад давления на газовом клапане.

Перепад давление газа должен быть меньше чем располагаемое давление потока газа. Для установки клапанов и приборов необходимо соблюдать инструкции по монтажу, предоставляемым производителем (упакованы вместе с оборудованием).

Газовая линия установленная с горелкой должна быть рассчитана в соответствии с пропускной способностью и располагаемым давлением.

Для выбора номинального "DN" газовых клапанов и приборов необходимо соблюдать сопротивление дымохода котла и перепад давления газов горелки, клапанов и приборов.

Газовые клапана и приборы могут быть соединены прямо с линией подачи газа.

Соблюдайте порядок и направление потока(стрелка на корпусе). Проверьте клапана и приборы и места соединений на отсутствие грязи,

инородных веществ перед установкой и первичным введением в эксплуатацию. Для обеспечения благоприятных условия для запуска расстояние между горелкой и клапаном отключения газа должно быть минимальным.

Газовая линия должна быть установлена, в соответствии с применимыми нормами, должна быть проверены на отсутствие утечек, должна быть обеспечена вентиляцией и сертифицирована компанией, установщиком газового оборудования. Резьбовое и фланцевое соединение должно быть проверены на соответствующее натяжение (путем проведения испытания на герметичность). Испытание на утечку должно быть проведено под давлением. Для топки паровых котлов, результаты испытания на утечку должны быть соответственно сертифицированы.

Перед введением горелки в эксплуатацию или после каких-либо ремонтных работ, необходимо обеспечить вентиляцией линию подачи газа, газовых клапанов и проборов в открытую атмосферу (например, с помощью шланга), избегая опасности. Ни в коем случае нельзя вентилировать газовую линию в нагревательную или топочную камеру.

Рекомендуется предусматривать удобное для отсоединения место стыка газопровода (с плоскими уплотняющими поверхностями), чтобы облегчить ремонтные работы на котле и обеспечить, при необходимости, возможность поворота дверцы котла наружу.

В газовую рампу должно входить:

- устройство контроля герметичности;

- реле контроля максимального давления;

- регулятор мощности с датчиком.

Перед пуском в эксплуатацию необходимо:

- Убедиться, что горелка установлена согласно инструкции.

- Убедиться, что предварительная регулировка горелки выполнена правильно, согласно указанным в таблице регулировок значениям.

- Проверить настройки узла смешивания.

- Убедиться, что все электрические соединения выполнены правильно.

- Проверить привод горелки на соответствующее направление вращения.

- Убедиться, что теплогенератор установлен и готов к работе согласно инструкции по его использованию.

-Убедиться, что теплогенератор и система отопления заполнены достаточным количеством воды. Циркуляционные насосы действуют.

-Убедиться, что регуляторы температуры и давления, устройство защиты от недостатка воды, а также другие предохранительные и защитные устройства,

используемые на установке, правильно подсоединены и действуют.

- *Вытяжная труба должна быть прочищена. Убедиться, что устройство для подачи дополнительного воздуха, если оно установлено, в рабочем состоянии.*
- *Убедиться, что гарантирована подача свежего воздух.*
- *Провести проверку все газопроводов и оборудования на отсутствие утечки.*
- *Удостоверьтесь в том, что воздушная заслонка вместе с горелкой в стартовом положении, находится в положении "ЗАКРЫТО".*
- *Проверьте что топочный автомат деблокирован и находится в первоначальном положении.*
- *Согласно существующим нормам, на вытяжной трубе должна находиться точка измерения. До этого места труба должна быть герметичной для того, чтобы подсос наружного воздуха не повлиял на результаты измерений.*

Для обеспечения экономической эффективности и бесперебойной работы системы, необходимо отрегулировать горелку, особенно в соответствии с системой топки. Это достигается с помощью регулирующего блока воздушного соединений сжигания топлива, который регулирует работу горелку для соответствующего сжигания. Для этих целей необходимо проведение анализа выхлопных газов. Для определения эффективности и качества сжигания необходимо измерить процентное соотношение CO2 и O2 и температуру выхлопных газов. Перед всеми измерениями необходимо проверить котел и систему выхлопа газа на отсутствие утечки.

Дополнительный воздух будет искажать результаты измерения Необходимо удостовериться в том, что выхлопные газы имеют, по возможности, низкое содержание остаточного кислорода (O2) и высокое содержание двуокиси углерода (CO2).

Содержание угарного газа в выхлопных газах должен находиться ниже существующих технических условий во всех уровнях нагрузки.

В режиме сжигания топлива, допустимое сажевое число в выхлопных газах не должен превышать допустимое значение.

Огневая головка предварительно отрегулирована при 50% от изготовителя. Полная открытая настройка дает возможность для достижения полной мощности горелки и полного закрытого положения для достижения минимальной мощности горелки. Оптимальное положение зависит от мощности, которое необходимое достигнуть, но настройка по умолчанию может быть изменено только если вам не удалось достигнуть рекомендуемого значения сжигания регулировкой высокого пламени.

Реле давления позволит предотвратить момент, чтобы давление воздуха не опустилось ниже 85% от установленной величины, избегая таким образом превышения содержания CO в дымах 1%(10000 мг/м.куб).

Реле контроля максимального давления проверяет давления газа после газовой рампы и перед головкой, которое не должно превышать предварительно установленные ограничения.

Горелка MULTICALOR 300.1 PRE TC S4(комбинированная –газ/дизель)

Горелки MULTICALOR 300.1 PRE TC S4 предназначены для сжигания природного газа и дизельного топлива.

Они подходят для использования со всеми теплогенераторами, соответствующими стандартам, в пределах их диапазона мощности. Для других видов применения требуется подтверждение ECOFLAM.

Установка, запуск и техническое обслуживание должны осуществляться только квалифицированными специалистами согласно действующим правилам и предписаниям.

При установке газовых линий и газовой арматуры должны соблюдаться общие директивы и предписания нормативных документов. Должен быть установлен комплект оборудования, соответствующий правилам безопасности. Дополнительные принадлежности устанавливаются монтажной организацией согласно местным правилам безопасности и практике применения.

Горелки MULTICALOR 300.1 PRE TC S4 являются механическими плавно-регулируемыми полностью автоматическими моноблочными устройствами.

Значения эмиссии могут отличаться в зависимости от размеров топочной камеры, нагрузки топочной камеры и конструкции котла (трехходовые котлы, котлы с реверсивной топкой).

Остальные характеристики и принцип работы газовой части горелок аналогичны горелке BLU 3000.1 PRE TC S4.

Для обеспечения экономической эффективности и бесперебойной работы системы, необходимо отрегулировать горелку, особенно в соответствии с системой топки. Это достигается с помощью регулирующего блока воздушного соединений сжигания топлива, который регулирует работу горелку для соответствующего сжигания. Для этих целей необходимо проведение анализа выхлопных газов. Для определения эффективности и качества сжигания необходимо измерить процентное соотношение CO_2 и O_2 и температуру выхлопных газов. Перед всеми измерениями необходимо проверить котел и систему выхлопа газа на отсутствие утечки.

Дополнительный воздух будет искажать результаты измерения Необходимо удостовериться в том, что выхлопные газы имеют, по возможности, низкое содержание остаточного кислорода (O_2) и высокое содержание двуокиси углерода (CO_2).

Содержание угарного газа в выхлопных газах должен находиться ниже существующих технических условий во всех уровнях нагрузки.

В режиме сжигания топлива, допустимое сажевое число в выхлопных газах не должен превышать допустимое значение.

Огневая головка предварительно отрегулирована при 50% от изготовителя. Полная открытая настройка дает возможность для достижения полной мощности горелки и полного закрытого положения для достижения минимальной мощности горелки. Оптимальное положение зависит от мощности, которое необходимое достигнуть, но настройка по умолчанию может быть изменено только если вам не удалось достигнуть рекомендуемого значения сжигания регулировкой высокого пламени.

Реле давления позволит предотвратить момент, чтобы давление воздуха не опустилось ниже 85% от установленной величины, избегая таким образом превышения содержания CO в дымах 1%(10000 мг/м.куб).

Реле контроля максимального давления проверяет давления газа после газовой рампы и перед головкой, которое не должно превышать предварительно установленные ограничения.

<u>*Оборудование, арматура, приборы на газопроводах котельной*</u>

Согласно СП89.13330.2016, СП 41-104-2000 на газопроводе, после ввода в существующую котельную и после ввода в помещение проектируемой котельной, установить клапан термозапорный КТЗ-001-080Ф и быстродействующий отсечной электромагнитный клапан EVP 090067 608.

Автоматическое закрытие быстродействующего запорного клапана на вводе газа в котельную предусмотрено:

- при отключении электроэнергии;

- при сигнале загазованности в котельной;

- при понижении или повышении давления газа выше допустимого на вводе в котельную;

- при срабатывании прибора пожарной сигнализации;

- при повышении содержания окиси углерода в помещении котельной;

- при отключении вручную со щита ЩГБ, установленного в котельной.

Последующее открытие электромагнитного клапана EVP 090067 608. предусмотрено только вручную тумблером со щита ЩГБ.

Клапаны термозапорные КТЗ-001 предназначены для перекрытия газа в случае пожара газопровода.

При достижении температуры клапана КТЗ-001-080Ф 80-100°С легкоплавкая вставка плавится, освобождая проход для запорного элемента, который пружиной досылается к

седлу клапана, перекрывая поток газа. Клапан термозапорный КТЗ является устройством разового действия.

ГРУ

В проекте принята схема газораспределения с устройством общего ГРУ на три котла. Для обеспечения расхода газа на каждый котел в количестве 272 нм.куб./ч и входного давления на мультиклапаны не более 500 мбар, после коммерческого узла учета газа установить, согласно СП 62.13330.2011, две линии редуцирования с комбинированными регуляторами давления типа RG/2MBZ (MADAS) RB50Z32 170, Ду50, Рвх.=0,33 МПа, Рвых.= 0,05МПа (500 мбар), в состав которого входят встроенные предохранительно-запорный клапан и предохранительно-сбросной клапан. Данный регулятор поставляется в комплекте с импульсными трубками, Lтрубки=1,5м.*

На выходе газа к горелкам установить предохранительный клапан типа MSV/1 Ду25, VSL040022 010(рычаг).

Коммерческий узел учета газа

В котельной предусмотрен существующий узел учета газа на базе турбинного счетчика TRZ G250 (1:20).

Для предотвращения загрязнения турбинного счетчика TRZ G250 (1:20), и, тем самым, обеспечение точности измерений в соответствии с паспортными данными и нормативными документами, а так же выполнения требований ООО "ЭЛЬСТЕР-Газэлектроника", установить перед вычислительным комплексом фильтр газовый FF090000, Ду80 (MADAS). За узлом учета и на байпасной линии установлены существующие задвижки стальные фланцевые DN 80, PN 1,6 MPa, для демонтажа узла учета в случае ремонта или поверки и для обеспечения подачи газа на горелку в случае демонтажа узла учета.

Проверка пропускной способности коммерческого узла учета газа.

Q_{max} *= 816 нм.куб/час — максимальный расход газа через измерительный комплекс при нормальных условиях*

Q_{min} *= 63 нм.куб/час - минимальный расход газа через измерительный комплекс при нормальных условиях*

P_{max} *=3,5 кг/см.кв. — максимальное избыточное давление перед измерительным комплексом*

P_{min} *= 3,0 кг/см.кв. — минимальное избыточное давление перед измерительным комплексом*

Подбор вычислительного комплекса

Приводим расход газа, к рабочим условиям при разном входном давлении и расходе согласно ГОСТ Р 8.740-2011:

$$Q_{\text{раб}.max} = \frac{Q_{\text{н}.max} \times \text{Р}_{\text{атм}}}{\text{Р}_{min\,\text{изб.}} + \text{Р}_{\text{атм}}} = \frac{816}{3{,}0+1} = 204{,}14 \text{ м.куб/час}$$

$$Q_{\text{раб}.min} = \frac{Q_{\text{н}.min} \times \text{Р}_{\text{атм}}}{\text{Р}_{max\,\text{изб.}} + \text{Р}_{\text{атм}}} = \frac{63}{3{,}5+1} = 14{,}08 \text{ м.куб/час}$$

Таким образом, под крайние диапазоны расходов от 14,08 до 204,14 м.куб./ч подходит счетчик TRZ G-250 (диапазон 1:20) Ду80 со следующими характеристиками при входном давлении 3 - 3,5 кгс/см.кв.

Минимально допустимый расход — 58,5 нм.куб/ч
Максимально допустимый расход — 1600 нм.куб/ч
Процент загрузки счетчика–51,0%

У турбинного счетчика TRZ G250 (1:20):
$Q_{раб.max}$ *= 400 м.куб./час*

$Q_{раб.min}$ = 20 м.куб/час

Вывод: измерительный комплекс на базе турбинного счетчика TRZ G250 (1:20), движение газа справа-налево, будет работать в паспортном диапазоне погрешностей.

Технологические счетчики газа

Согласно п.13.91 СП 89.13330.2016 установить технологический учет газа. На момент монтажа, испытания на герметичность, поверки или ремонта счетчика газа необходимо предусмотреть установку катушки на газопроводе.

В процессе эксплуатации, после срабатывания клапана-отсекателя, для повторного запуска счетчиков необходимо соблюдать последовательность действий описанных в разделе "Пуск и останов счетчика" в руководстве по эксплуатации.

Согласно максимальным и минимальным расходам природного газа, при рабочих условиях, на газопроводах подвода газа к горелкам котлов котельной, установить технологические ротационные счетчики газа RVG G160 Ду 80 (1:20).

У ротационного счетчика RVG G160 (1:20), Ду80:

$Q_{раб.max}$ = 250 м.куб./час

$Q_{раб.min}$ = 13 м.куб./час

Счётчик газа ротационный RVG :

Назначение:

Счетчик газа ротационный RVG предназначен для коммерческого либо технологического измерения объемов очищенных неагрессивных одно- и многокомпонентных газов (природный газ, воздух, азот, аргон и др.) при использовании их в установках промышленных и коммунальных предприятий.

Счетчик предназначен для размещения и эксплуатации во взрывоопасных зонах согласно ПУЭ ("Правила устройства электроустановок"), в которых возможно образование смесей газов и паров с воздухом, отнесенных к категориям IIA и IIB групп Т1-Т4 по ГОСТ Р ГОСТ 31610.10-2012.

Счетчики газа RVG имеют два исполнения. Основное исполнение с пределами допускаемой относительной погрешности ±1 % в диапазоне расходов от 0,1 Qmax до Qmax.

Вид климатического исполнения счётчика – С2 по ГОСТ Р 52931-2008.

Счетчик устойчив к электромагнитным полям с вертикальной / горизонтальной поляризацией с частотой 80 – 3000 МГц напряженность 10 В/м.

Счетчик устойчив к полям индустриальных радиопомех частотой 32 – 200 МГц с величиной напряженности поля 30 дБ (мкВ/м) и частотой 245 – 1000 МГц с величиной напряженности поля 37 дБ (мкВ/м).

Счетчик является неремонтируемым в условиях эксплуатации изделием. Ремонт осуществляется в условиях предприятия -изготовителя, или организацией, имеющей на это разрешение предприятия – изготовителя и соответствующие лицензии.

Технические характеристики:

- рабочее давление не более 1,6 МПа;
- относительная влажность воздуха до 95 %;
- диапазон температур окружающей среды от минус 40 до плюс 70 °С;
- диапазон температур измеряемой среды от минус 30 до плюс 70 °С;

Примечание – допускаемая относительная погрешность для всех допустимых условий эксплуатации.

- меж поверочный интервал 5 лет. Методы и средства поверки по ГОСТ8.324-2002;
- средний срок службы не менее 12 лет;
- степень защиты счётчика от проникновения пыли и воды – IP54 по ГОСТ14254-2015;
- материал корпуса счётчика – алюминиевый сплав.

В Таблице 1 указаны основные технические характеристики ротационных счетчиков газа RVG примененных в проекте.

Таблица 1

Типо-размер	Условный проход Ду, мм	Qmax, м.куб/ч	Диапазон измерения расхода Qmin / Qmax			Порог чувствит. м.куб/ч
			1:100	1:50	1:20	
			Qmin, м3/ч			
G160	80	250	0,5	5	13	0,25

Меры безопасности:
Монтаж, ввод в эксплуатацию, техническое обслуживание и поверка счетчика должны производиться организациями, имеющими на это официальное право.
Технический персонал, обслуживающий счетчик, перед началом работ должен внимательно изучить настоящее Руководство по эксплуатации.
При работе со счетчиком должны соблюдаться общие правила безопасности и «Правила безопасности в газовом хозяйстве».

Мероприятия по охране труда и технике безопасности.

Не допускается эксплуатация систем газораспределения и газопотребления, а также выполнения всякого рода работ, если дальнейшее производство работ сопряжено с опасностью для жизни работающих.

Рабочие, связанные с обслуживанием и ремонтом газового хозяйства и выполнением газоопасных работ, должны быть обучены безопасным методам работы в газовом хозяйстве.

Не допускаются работники, не имеющие удостоверения, к обслуживанию газового хозяйства.

Снятие заглушки и пуск газа разрешается только при наличии документов, подтверждающих выполнение указанных работ.

Обслуживающим персоналом подача газа должна быть немедленно прекращена при:

- прекращении подачи электроэнергии или исчезновении напряжения на устройствах дистанционного и автоматического управления и средствах измерения;

- неисправности КИП, средств автоматизации и сигнализации;

- выходе из строя предохранительных блокировочных устройств и потере герметичности затвора запорной арматуры перед горелкой;

- появления загазованности, обнаружении утечек газа на газовом оборудовании и внутренних газопроводах.

Рабочие, связанные с обслуживанием и ремонтом электрохозяйства и выполнением опасных работ, должны быть обучены безопасным методам работы в электрохозяйстве.

Правила пожарной безопасности

Газоопасные работы проводить только по наряду в соответствии с правилами техники безопасности. С персоналом проводить инструктажи, в том числе о мерах пожарной безопасности, после которых членов бригады допускать к работе.

Перед началом огнеопасных, работ (сварка, резка и т.п.) выполнить организационные и технические мероприятия для начала производства работ, при этом особое внимание обратить на исключение скопления остатков газа и поступления его к месту работы, проведение анализа воздуха на отсутствие взрывоопасных концентраций (особенно в застойных зонах).

Запрещается производить монтаж или ремонт оборудования и газопроводов в помещении при неработающей вентиляции.

При образовании утечки газа из газопровода аварийный участок (зону) немедленно оградить, вывесить соответствующие предупреждающие и запрещающие знаки, а также принять меры по скорейшему отключению поврежденного газопровода или оборудования.

Запрещается применение открытого огня для отыскания мест утечки газа.

Запрещается использовать действующие газопроводы для устройства подвески (опоры) приспособлений и настила строительных лесов.

При вынужденном пересечении сварочным электрокабелем действующих газопроводов выполнить дополнительную его изоляцию или воздушную подвеску.

Расчет внутренних диаметров газопроводов котельной, выбор труб для внутренних газопроводов

Расчет произведен по методике СП 42-101-2003

$$d_{\text{р}} = \sqrt[m^1]{\frac{ABr_0 Q_0^m}{\Delta P_{\text{уд}}}},$$

где d_p - расчетный диаметр, см;

A, B, m, m^1 - коэффициенты, определяемые по таблицам 6 и 7 в зависимости от категории сети (по давлению) и материала газопровода;

Q_0 - расчетный расход газа, $м^3/ч$, при нормальных условиях;

ρ_0 - плотность газа при нормальных условиях, $кг/м^3$

$\Delta P_{уд}$ - удельные потери давления (Па/м - для сетей низкого давления, МПа/м - для сетей среднего и высокого давления), определяемые по формуле:

$$\Delta P_{\text{уд}} = \frac{\Delta P_{\text{доп}}}{1{,}1L},$$

$\Delta P_{доп}$ - допустимые потери давления (Па - для сетей низкого давления, МПа/м - для сетей среднего и высокого давления);

L - расстояние до самой удаленной точки, м.

Выбор труб производим с учетом допустимых скоростей газа в трубах:

- для высокого давления не более 25 м/сек;

- для среднего давления не более 15 м/сек.

1. *Газопровод среднего давления от ГРУ – распределительный коллектор на горелки котлов ДКВР 4-13:*

Q_0 = 816 м.куб/ч
L = 22 м
B = 0,022
m = 2
m^1 = 5
P_0 = 0,101325 МПа,
$P_т$ = 0,151325 МПа
$\Delta P_{доп}$ = 0,01 МПа (задаемся)
ρ_0 = 0,683 кг/м^3
A= $P_0/(P_т 162 р^2)$,
$P_т$ - усредненное давление газа (абсолютное) в сети, МПа
$A=0{,}101325/(0{,}151325 \times 162 \times 3{,}14^2)=0{,}00042$

$$\Delta P_{\text{уд}} = \frac{0{,}01}{1{,}1x22} = 0{,}0004 \quad \text{МПа/м}$$

$$d_p = \sqrt[5]{\frac{0{,}00042x0{,}022x0{,}683x816^2}{0{,}0004}} = 10{,}25см = 102{,}5мм$$

Выбираем стальную электросварную прямошовную трубу-коллектор, для стабильной работы горелок во время пуска и обеспечения требуемой скорости движения газа для газопроводов среднего давления, Ø 159х4,0 ГОСТ 10704-91

2. Газопровод среднего давления от распределительного коллектора на горелки котлов ДКВР 4-13:

Q0 = 272 м.куб/ч
L = 12 м
B = 0,022
m = 2
m1 = 5
P0 = 0,101325 МПа,
Pm = 0,151325 МПа
DPдоп = 0,01 МПа (задаемся)
ρ0 = 0,683 кг/м.куб
A= $P_0/(P_m 162 p^2)$,
Pm - усредненное давление газа (абсолютное) в сети, МПа
A=0,101325/(0,151325х162х3,14²)=0,00042

$$DP_{уд} = \frac{0{,}01}{1{,}1x12} = 0{,}00076 \quad МПа/м$$

$$d_p = \sqrt[5]{\frac{0{,}00042x0{,}022x0{,}683x272^2}{0{,}00076}} = 6{,}553см = 65{,}5мм$$

Выбираем стальную электросварную прямошовную трубу-коллектор, для стабильной работы горелок во время пуска и обеспечения требуемой скорости движения газа для газопроводов среднего давления, Ø 89х3,5 ГОСТ 10704-91

Ведомости объемов демонтажных работ для составления сводного сметного расчета

Поз.	Наименование	Кол.	Ед.изм.
	Демонтаж газопроводов котлов		
1	Демонтаж горелки газовой ГМГ-2М (по 2 шт на котел) – 6шт.	0,420	т
2	Демонтаж запального устройства горелок - 6 шт.	0,03	т
3	Демонтаж задвижек фланцевых Ду 100	9	шт.
4	Демонтаж фильтра газового Ду 100	3	шт.
5	Демонтаж клапана предохранительно-запорного ПКН-100 Ду100	3	шт.
6	Демонтаж вентиля регулирующего проходного фланц. Ду 100	3	шт.
7	Демонтаж крана шарового фланцевого Ду 100	6	шт.
8	Демонтаж крана шарового муфт. Ду 15 (с учетом приборов КИП)	6	шт.
9	Демонтаж крана шарового муфт. Ду 20	12	шт.
10	Демонтаж (разборка) газопровода Dy=100мм, с помощью болгарки	50	м
11	Демонтаж (разборка) газопровода Dy=20мм, с помощью болгарки	70	м
	Демонтаж оборудования ГРУ		
1	Демонтаж задвижки фланцевой Ду 80	1	шт.
2	Демонтаж фильтра газового ФГ-100	1	шт.

3	Демонтаж задвижек фланц. Ду50	4	шт.
4	Демонтаж клапана предохранительно-запорного ПКН-50 Ду50	1	шт.
5	Демонтаж регулятора давления РДБК-50 Ду50	1	шт.
6	Демонтаж крана шарового муфт. Ду 15 (с учетом приборов КИП)	3	шт.
7	Демонтаж крана шарового муфт. Ду 20	1	шт.
8	Демонтаж крана шарового муфт. Ду 25	1	шт.
9	Демонтаж (разборка) газопровода Dy=50мм, с помощью болгарки	8	м
10	Демонтаж (разборка) газопровода Dy=25мм, с помощью болгарки	6	м
11	Демонтаж (разборка) газопровода Dy=20мм, с помощью болгарки	6	м
12	Погрузка демонтированного оборудования в автосамосвал, с последующим вывозом на специализированное предприятие	0,915	т

Эксплуатационной организации необходимо обеспечить страховую ответственность за причинение вреда жизни, здоровью или имуществу других лиц и окружающей природной среде (ст.6 и 15 Федерального закона о «Промышленной безопасности опасных производственных объектов»), в соответствии с «Методическими рекомендациями по внедрению обязательного страхования ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта», утверждёнными Министерством финансов России от 25.04.98 за №01-17/116.

Приложение №1

Оценка энергетического уровня риска в технологических блоках с расчетом взрывоопасности в соответствии с «Постановлением Правительства РФ от 29 октября 2010 г. N 870 "Об утверждении технического регламента о безопасности сетей газораспределения и газопотребления"

Система газопотребления существующей котельной разделено на 2-а технологических блока:
1. Газопровод-ввод с входным рабочим давлением 3,2 bar, с ГРУ (линия редуцирования – с понижением до 500 mbar).
2. Распределительный газопровод газопотребления от ГРУ до газогорелочных устройств с рабочим давлением 500 mbar.

Опасное вещество, обращающееся на объекте – природный газ. Свойства природного газа приведены в таблице:

Свойство	**Обозначение**	CH4
Молекулярная масса	M	16,04
Объем 1 кг газа, м.куб	V	1,40
Плотность по воздуху		0,554
Масса 1м3 газа, кг	m	0,71
Критическое давление, МПа	ркр	4,58
Критическая температура, К	Ткр	191

Физические свойства
Ориентировочные физические характеристики (зависят от состава; при нормальных условиях):
Плотность: от 0,68 до 0,85 кг/м³ (сухой газообразный); 400 кг/м³ (жидкий).
Температура кипения при атмосферном давлении: - 162°C
Температура самовозгорания: 650 °C;
Взрывоопасные концентрации смеси газа с воздухом от 5 % до 15 % объёмных;
Удельная теплота сгорания: 28-46 МДж/м.куб (6,7-11,0 ккал/м.куб) (то есть 8-12 квт·ч/м.куб);
Октановое число при использовании в двигателях внутреннего сгорания: 120-130.

Взам.инв.№

Подп. и дата

Инв.№ подл.

						ВБ.КОР-08/02-2019-ГСВ-ТЧ.П		
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата			
					2019		Стадия	Лист	Листов
ГИП		Макарова		П-049204			ПД	1	20
Проверил		Яковлев				Приложение №1	ООО «ПСКОВИНЖСТРОЙ»		

Мероприятия и меры предосторожности при эксплуатации оборудования, работающего на природном газе:

Меры предосторожности	*Герметизация оборудования и коммуникаций. Постоянно действующая приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением. Оборудование должно быть оснащено контрольно-измерительными приборами, средствами сигнализации, предохранительными устройствами, контролем загазованности.*
Средства защиты	*При высоких концентрациях природного газа необходимо немедленно покинуть помещение.* *Обязательное наличие газоанализаторов в помещении. Требуемое регламентируемое наличие отсечных клапанов на технологическом оборудовании и газопроводе-вводе. Автоматический контроль входного рабочего давления газа.* *Организационные мероприятия:* *- обеспечение средствами коллективной и индивидуальной защиты;* *- соблюдение режима труда и отдыха.* *Средствами коллективной защиты (СКЗ) являются:* *1) механизация и автоматизация производственных процессов, дистанционное управление ими, что позволяет вывести работающего из опасной зоны;* *2) хорошая герметизация оборудования, трубопроводов, своевременное и качественное обслуживание и ремонт оборудования, способствующие снижению поступления в воздух различных вредных веществ;* *3) устройство правильно организованной рациональной вентиляции и кондиционирования воздуха с целью его очистки, удаления или разбавления до допустимых концентраций вредных выделений.* *При недостаточной эффективности коллективных средств защиты применяют средства индивидуальной защиты (СИЗ): респираторы противогазного типа и противогазы со специальными нейтрализующими данный газ насадками, очки закрытого типа, перчатки, рукавицы, спецобувь, изолирующие костюмы, мази и пасты.* *Лечебно-профилактические мероприятия:* *- предварительные медицинские осмотры, которые ставят своей целью выявить противопоказания при работе с загазованностью. Такими противопоказаниями являются, например, заболевания сердца, органов дыхания, аллергические заболевания, заболевания почек, печени;* *- периодические медицинские осмотры, которые ставят своей целью выявить отклонения в состоянии здоровья и предупредить развитие*

	профессиональной патологии.
Меры первой помощи пострадавшим от воздействия вещества	При обнаружении первых признаков отравления природным газом пострадавший должен быть немедленно удален из опасной зоны на свежий воздух или в проветриваемое помещение, вызвать медработника. Пострадавшему необходимо обеспечить удобную позу (лежа) и свободу дыхания.При легких ингаляционных отравлениях - свежий воздух, покой, тепло, крепкий чай или кофе. При потере сознания обеспечить вдыхание нашатырного спирта (на ватке). При раздражении слизистой глаз, полости рта и носа – обильно промыть 2-х % раствором соды, закапать в глаз 0,5 % раствор дикаина, в нос несколько капель 0,05 % нафтизина.При попадании на кожу снять загрязненную одежду, пораженный участок кожи тщательно обмыть теплой водой с мылом, смазать дерматоловой мазью. Рвоту не вызывать, но если была самопроизвольная рвота, дать выпить воду.
Методы перевода вещества в безвредное состояние	Вентиляция помещения, с целью уменьшения концентрации природного газа в воздухе.

Опасные производственные участки объекта с указанием давления природного газа приведены в таблице:

Наименование участка	Рабочее давление, bar
Газопровод-ввод с ГРУ (технологический блок №1)	3,2
Система газопотребления котельной от ГРУ до газогорелочных устройств (технологический блок №2)	500 mbar

Количественная оценка взрывоопасности технологических блоков и расчет радиусов зон разрушения выполнялись по методике приказа Ростехнадзора №96 от 11.03.2013г.

Энергетический потенциал взрывоопасности Е (кДж) блока определяется полной энергией сгорания парогазовой фазы, находящейся в блоке, с учетом величины работы ее адиабатического расширения, а также величины энергии полного сгорания испарившейся жидкости с максимально возможной площади ее утечки, при этом считается:

1) при аварийной разгерметизации аппарата происходит его полное раскрытие (разрушение);

2) объем утечки газа определяется исходя из конструктивных решений зданий или площадки наружной установки;

3) время испарения принимается не более 1 ч:

$$E = E_1^{'} + E_2^{'} + E_1^{''} + E_2^{''} + E_3^{''} + E_4^{''}$$

$E_1^{'}$ - энергия сгорания при аварийной разгерметизации блока ПГФ, непосредственно имеющейся в блоке и поступающей в него от смежных аппаратов и трубопроводов. Для всех блоков эта энергия равна 0, т.к. энергия адиабатического расширения составит А = 0 кДж и выделиться ПГФ массой G1□= 0 кг.

$E_2^{'}$ - энергия сгорания ПГФ, поступившей к разгерметизированному участку от смежных объектов (блоков), кДж. Энергия сгорания ПГФ, поступившей к разгерметизированному участку от смежных объектов (блоков) не рассчитывается - E2'=0.

$E_1^{'.'}$ - энергия сгорания ПГФ, образующейся при аварийной разгерметизации блока из ЖФ, имеющейся в блоке и поступающей в него от смежных аппаратов и трубопроводов. Энергия сгорания ПГФ, образующейся за счет энергии перегретой ЖФ поступившей от смежных объектов (блоков) не рассчитывается, т.к.температура продукта ниже температуры кипения.

$E_2^{'.'}$ - энергия сгорания ПГФ, образующейся из ЖФ за счет тепла экзотермических реакций, не прекращающихся при разгерметизации, кДж. Экзотермические реакции отсутствуют, энергия не рассчитывается.

$E_3^{'.'}$ - энергия сгорания ПГФ, образующейся из ЖФ за счет теплопритока от внешних теплоносителей, кДж. Внешних теплоносителей нет, энергия не рассчитывается.

Результаты расчета показателей категорий взрывоопасности технологических блоков приведены в таблице:

Наименование блока	Потенциальный риск	Избыточное давление при возгораниц, Па	Интенсивность теплового излучения, кДЖ/м.кв	Общая масса горючих паров (газов) взрывоопасного парогазового облака при испарении, кг	Категория взрывоопасности
Газопровод-ввод	8,95713E-5	63227,95	49,997	3,248	В4
Трубопровод газопотребления	10*-5	19612,323	10,884	0,781	В4

В связи с расчетными значениями относительного энергетического потенциала и общей массы горючих паров, радиусы зон поражения наиболее опасной аварии с полной степенью разрушения составляет менее 2 м, с нижним порогом повреждения человека волной давления -12 м.

Оценка энергетического уровня риска в технологическом блоке (Газопровод-ввод в помещение котельной - технологический блок №1) с расчетом взрывоопасности в соответствии с «Постановлением Правительства РФ от 29 октября 2010 г. N 870 "Об утверждении технического регламента о безопасности сетей газораспределения и газопотребления"

Исходные данные

Вещество	Метан
Общая масса	3,248 кг
Агрегатное состояние вещества	Газ
Расстояние до объекта	2 м
Вероятность аварии	0,01
Вероятность воспламенения	0,05

Расчет параметров факела

Результаты

Длина факела	19,957 м
Ширина факела	2,994 м

Зоны поражения

Название зоны	Значение, кВт/м.кв	Размер зоны, м
Зона контакта с открытым пламенем	100	19,96
Зона воздействия теплового излучения	10	29,94

Расчет параметров огненного шара

Исходные данные

Коэффициент участия для огненного шара	0,1

Результаты

Время существования огненного шара	0,654 с
Доза теплового излучения	49,997 кДж/м^{кв}

Зоны поражения

Название зоны	Значение, кДж/м.кв
Зона ожога третьей степени	320
Зона ожога второй степени	220
Зона ожога первой степени	120

Расчет избыточного давления

Исходные данные

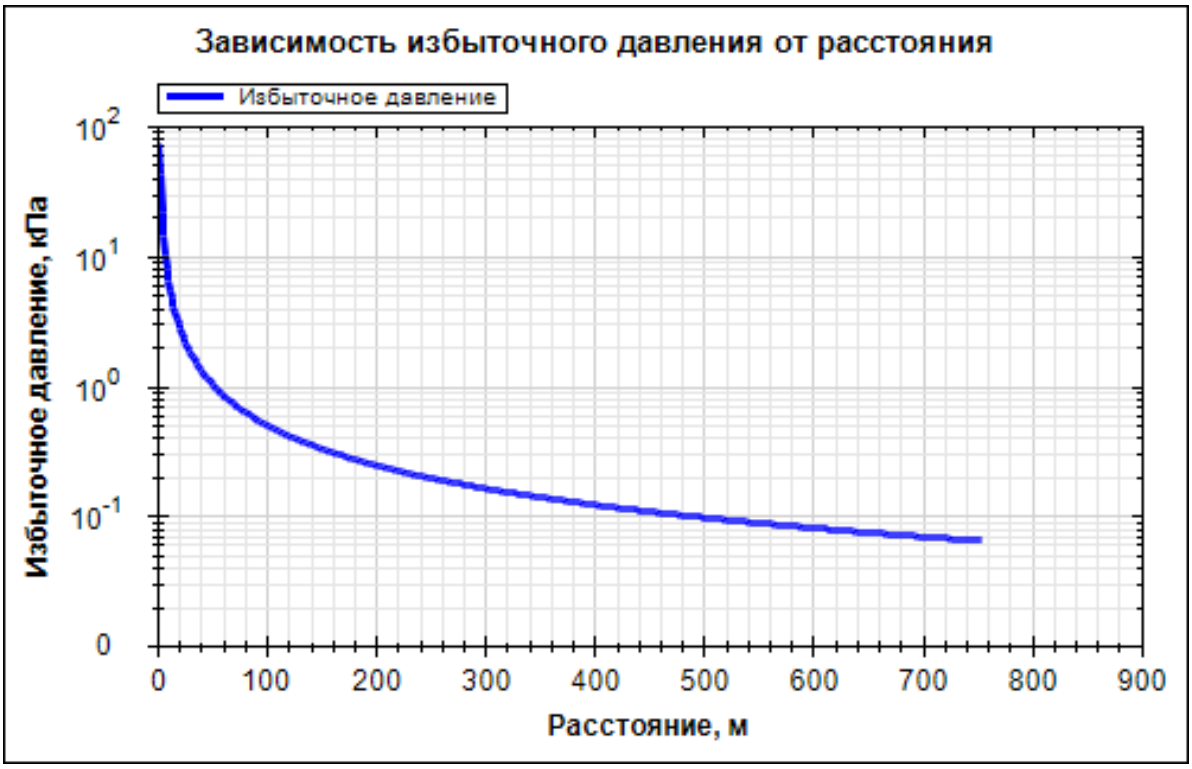
Класс вещества	4
Тип смеси	Гетерогенная смесь
Окружающее пространство	Наличие труб, полостей, каверн, заполненных ТВС
Диапазон скоростей	200-300 м/с
Скорость фронта волны	300 м/с
Концентрация ТВС в облаке	0,14 кг/м
Положение облака	Над землей

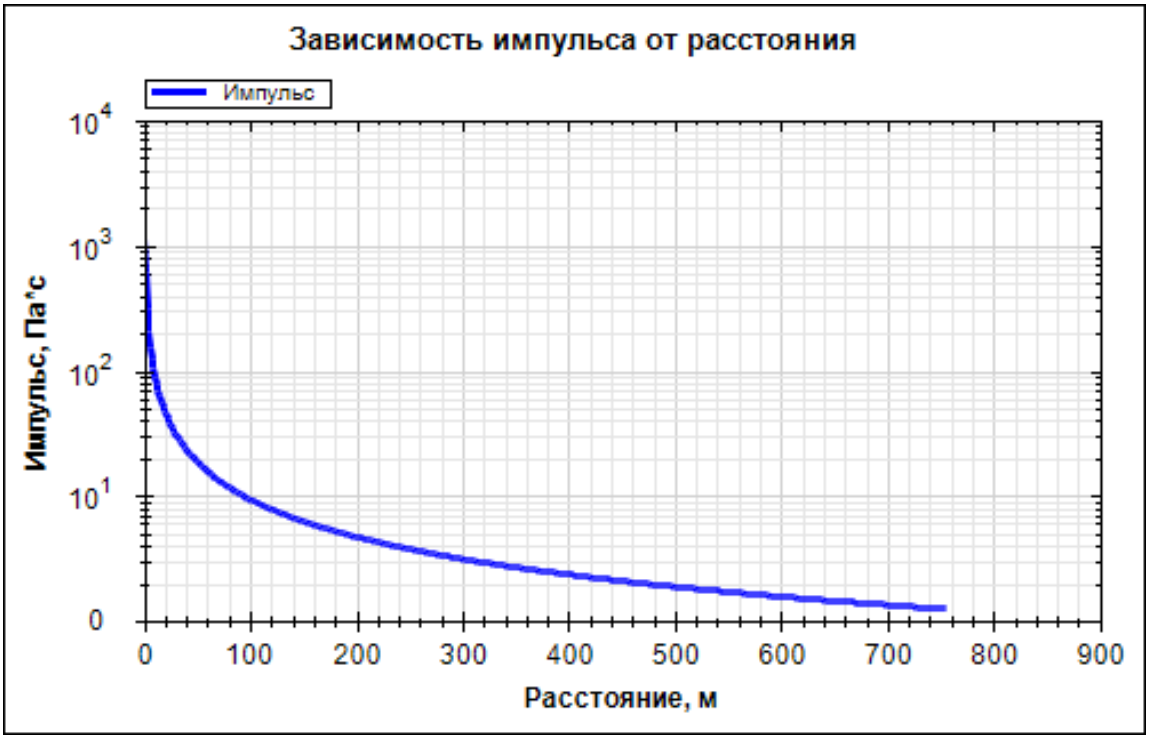
Результаты

Избыточное давление	63 277,953 Па
Импульс	469,923 Па·с

Зоны поражения

Название зоны	Значение, кПа	Размер зоны, м
Полное разрушение зданий	100	0
50%-ное разрушение зданий	53	2
Средние повреждения зданий	28	3
Умеренные повреждения зданий	12	6
Нижний порог повреждений человека волной давления	5	12
Разбита часть остекления	3	19





Расчет параметров пожара вспышки

Результаты

Радиус зоны, где концентрация превышает нижний концентрационный предел распространения пламени	3,512 м
Высота зоны, где концентрация превышает нижний концентрационный предел распространения пламени	0,117 м
Радиус воздействия высокотемпературных продуктов	4,215 м

Расчет параметров риска

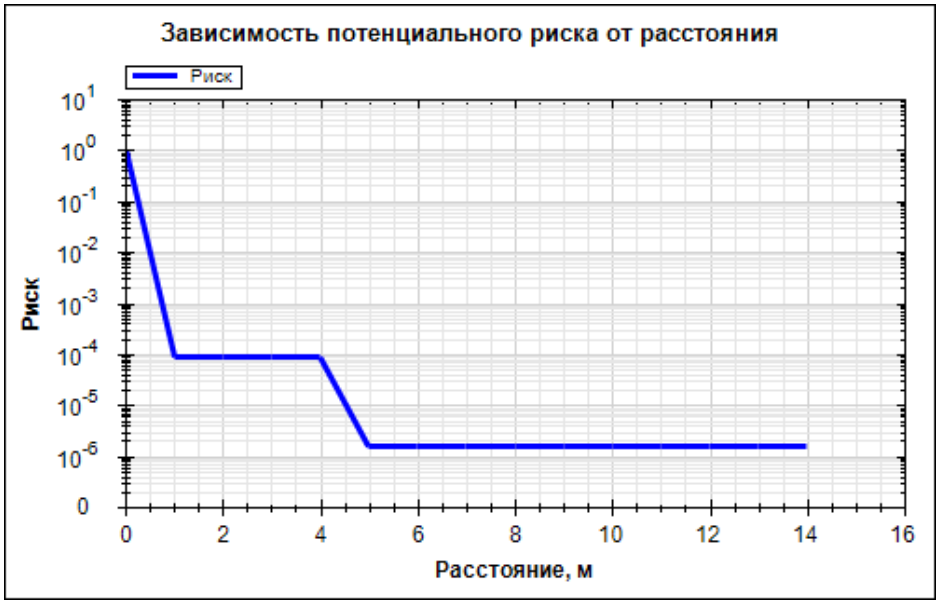
Результаты

Условная вероятность поражения «огненным шаром»	0,01
Условная вероятность поражения пожаром-вспышкой	1
Условная вероятность поражения факельным горением	1
Потенциальный риск	8,95713E-5

Зоны риска

Название зоны	Размер зоны, м
Риск 10^-5	4
Риск 10^-6	14





Оценка энергетического уровня риска в технологическом блоке (<u>трубопровод газопотребления от ГРУ до газогорелочных устройств -</u> технологический блок №2) с расчетом взрывоопасности в соответствии с «Постановлением Правительства РФ от 29 октября 2010 г. N 870 "Об утверждении технического регламента о безопасности сетей газораспределения и газопотребления"

Исходные данные

Вещество	*Метан*
Общая масса	*0,781 кг*
Агрегатное состояние вещества	*Газ*
Расстояние до объекта	*3 м*
Вероятность аварии	*0,01*
Вероятность воспламенения	*0,05*

Расчет параметров истечения

Исходные данные

Тип оборудования	*Трубопровод*
Площадь отверстия (разрыв на полное сечение)	*0,006221 м²*
Расчетное время отключения трубопровода	*1 с*
Диаметр трубопровода	*0,089 м*
Длина трубопровода	*21 м*

Результаты

Масса вещества, поступившего в окр. среду	*0,781 кг*

Расчет

Расчет плотности газа:

$$PG = \frac{M \cdot P}{R \cdot (T+273{,}15)} = 16{,}04 \cdot 50/8.31 \cdot (5 + 273{,}15) = 0{,}347 \text{ кг/м}^3$$

где

M - Молярная масса, г/моль;

P - Давление газа, кПа.

*R - Универсальная газовая постоянная, Дж/(моль*К);*

T - Температура газа, С.

Условие докритического истечения:

$$\frac{Pa}{Pv} >= \left(\frac{2}{Gamma+1}\right)^{\frac{Gamma}{Gamma-1}}$$

$$\frac{101{,}324}{151{,}324} >= \left(\frac{2}{1{,}31+1}\right)^{\frac{1{,}31}{1{,}31-1}}$$

$$0{,}667 >= 0{,}544$$

Условие выполняется, значит, истечение докритическое.

Расчет массового расхода при докритическом истечении (ГАЗ):

$$G = Ahol \cdot Mu \cdot \left(Pv \cdot 1000 \cdot pV \cdot 2 \cdot \frac{Gamma}{Gamma-1} \cdot \left(\frac{Pa}{Pv}\right)^{\frac{2}{Gamma}} \cdot \left(1 - \left(\frac{Pa}{Pv}\right)^{\frac{Gamma-1}{Gamma}}\right)\right)^{0.5} = 0{,}006221 \cdot$$

$$0.8 \cdot \left(151{,}324 \cdot 1000 \cdot 0{,}347 \cdot 2 \cdot \frac{1{,}31}{1{,}31-1} \cdot \left(\frac{101.324}{151{,}324}\right)^{\frac{2}{1{,}31}} \cdot \left(1 - \left(\frac{101.324}{151{,}324}\right)^{\frac{1{,}31-1}{1{,}31}}\right)\right)^{0.5} = 0{,}736 \text{ кг/с}$$

где

Ahol - Площадь отверстия, м²;

Mu - Коэффициент истечения;

Pv - Давление газа, кПа;

pV - Плотность газа, кг/м³;

Gamma - Показатель адиабаты газа;

Pa -Атмосферное давление, кПа.

Расчет массы газа из трубопровода:

$Ma = GG \cdot tau + Ahol \cdot Lt \cdot PG = 0{,}736 \cdot 1 + 0{,}006221 \cdot 21 \cdot 0{,}347 = 0{,}781$ кг

где

GG -Начальный расход газа, кг/с;

tau -Время выхода вещества, с;

$Ahol$ -Площадь сечения трубопровода, $м^2$;

Lt -Длина трубопровода от поврежденого участка до задвижки, м;

PG -Плотность газа, $кг/м^3$.

Расчет параметров огненного шара

Коэффициент участия для огненного шара 0,1

Результаты

Время существования огненного шара	0,425 с
Доза теплового излучения	10,884 $кДж/м^2$

Зоны поражения

Название зоны	Значение, кДж/м.кв
Зона ожога третьей степени	320
Зона ожога второй степени	220
Зона ожога первой степени	120

Расчет

Получение массы которая учавствует в данном сценарии

$Mîø = Mass \cdot Pz = 0{,}781 \cdot 0{,}1 = 0{,}078$ êã

где

$Mass$ – Масса вещества в проливе, кг;

Pz -Коэффициент участия.

Расчёт эффективного диаметра огненного шара

$Ds = 5.33 \cdot M^{0.327} = 5.33 \cdot 0{,}078^{0.327} = 2{,}315$ м

Расчёт времени существования огненного шара

$Ts = 0.92 \cdot M^{0.303} = 0.92 \cdot 0{,}078^{0.303} = 0{,}425$ с

Расчёт высоты центра огненного шара

$$H = \frac{Ds}{2} = \frac{2{,}315}{2} = 1{,}158 \text{ м}$$

Расчёт углового коэффициента облученности

$$Fq = \frac{\frac{H}{Ds} + 0.5}{4 \cdot \left(\left(\frac{H}{Ds} + 0.5\right)^2 + \left(\frac{R}{Ds}\right)^2\right)^{1.5}} = \frac{\frac{1{,}158}{2{,}315} + 0.5}{4 \cdot \left(\left(\frac{1{,}158}{2{,}315} + 0.5\right)^2 + \left(\frac{3}{2{,}315}\right)^2\right)^{1.5}} = 0{,}057$$

где

H - *высота пламени, м;*

Ds - *эффективный диаметр огненного шара, м;*

R - *расстояние от облучаемого объект, м.*

Расчёт коэффициента пропускания атмосферы

$$Tau = e^{-7 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\sqrt{R^2 + H^2} - \frac{Ds}{2}\right)} = e^{-7 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\sqrt{3^2 + 1{,}158^2} - \frac{2{,}315}{2}\right)} = 0{,}999$$

Расчёт интенсивность теплового излучения Q*:*

$$Q = Ef \cdot Fq \cdot Tau = 450 \cdot 0{,}057 \cdot 0{,}999 = 25{,}619 \ кВт/м^2$$

где

Ef - *среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени,* $кВт/м^2$*;*

Fq - *угловой коэффициент облученности;*

Tau - *Коэффициент пропускания атмосферы.*

Расчёт дозы теплового излучения

$$Doze = Q \cdot Ts = 25{,}619 \cdot 0{,}425 = 10{,}884 \ кДж/м^2$$

Графики



Расчет избыточного давления

Исходные данные

Класс вещества	*4*
Тип смеси	*Гетерогенная смесь*
Окружающее пространство	*Наличие труб, полостей, каверн, заполненных ТВС*
Диапазон скоростей	*200-300 м/с*
Скорость фронта волны	*300 м/с*
Концентрация ТВС в облаке	*0,14 кг/м*
Положение облака	*Над землей*

Результаты

Избыточное давление	*19 612,323 Па*
Импульс	*121,112 Па·с*

Зоны поражения

Название зоны	*Значение, кПа*	*Размер зоны, м*
Полное разрушение зданий	*100*	*0*
50%-ное разрушение зданий	*53*	*1*
Средние повреждения зданий	*28*	*2*
Умеренные повреждения зданий	*12*	*4*
Нижний порог повреждений человека волной давления	*5*	*7*
Разбита часть остекления	*3*	*12*

Расчет

Получение массы которая учавствует в данном сценарии

$Mèçá = Mass \cdot Pz = 0{,}781 \cdot 0{,}1 = 0{,}078$ *кг*

где

$Mass$ – *Масса паров, кг;*

Pz *-Коэффициент участия.*

Расчет теплоты сгорания горючего газа в ТВС

$Eud = Eud_0 \cdot 10^6 \cdot Beta = 44 \cdot 10^6 \cdot 1{,}14 = 50\,160\,000$ *Дж/кг*

где

Eud_0 - *Удельная теплота сгорания. МДж/кг;*

$Beta$ - *Корректировочный параметр.*

Расчет эффективного энергозапаса горючей смеси

$E = Mèçá \cdot Eud \cdot \frac{Cct}{Cg} = 0{,}078 \cdot 50\,160\,000 \cdot \frac{0{,}063}{0{,}14} = 1\,762\,512{,}631$ *Дж*

Умножаем эффективный энергозапас на $\frac{(\sigma-1)}{\sigma} = \frac{(4-1)}{4} = 0{,}75$ *Дж.*

Эффективный энергозапас:

$E = 1\,321\,884{,}473$ *Дж*

Расчет безразмерного расстояния

$$Rx = \frac{R}{\left(\frac{E}{P0}\right)^{\frac{1}{3}}} = \frac{3}{\left(\frac{1\,321\,884{,}473}{101324}\right)^{\frac{1}{3}}} = 1{,}274$$

где

R - *Расстояние от центра облака до объекта, м;*

E – *Эффективный энергозапас, Дж;*

$P0$ - *Атмосферное давление, Па.*

Скорость фронта пламени в соотвествии с выбранным диапазоном равна 300.

Расчет безразмерного давления 1

$$Px1 = \left(\frac{Vr}{C0}\right)^2 \cdot \frac{Sigma - 1}{Sigma} \cdot \left(\frac{0.83}{Rx} - \frac{0.14}{Rx^2}\right) = \left(\frac{300}{340}\right)^2 \cdot \frac{4-1}{4} \cdot \left(\frac{0.83}{1{,}274} - \frac{0.14}{1{,}274^2}\right) = 0{,}33$$

где

Vr -*Скорость фронта пламени, м/с;*

$C0$ -*Скорость звука, м/с.*

Расчет безразмерного давления 2

$$Px2 = \frac{0.125}{Rx} + \frac{0.137}{Rx^2} + \frac{0.023}{Rx^3} = \frac{0.125}{1{,}274} + \frac{0.137}{1{,}274^2} + \frac{0.023}{1{,}274^3} = 0{,}194$$

Так как диапазон скоростей больше 1 и Px1>Px2

$$Px = Px2 = 0{,}194$$

Расчет импульса 1 фазы сжатия

$$Ix1 = \frac{Vr}{C0} \cdot \frac{Sigma - 1}{Sigma} \cdot \left(1 - 0.4 \cdot (Sigma - 1) \cdot \frac{Vr}{C0 \cdot Sigma}\right) \cdot \left(\frac{0.06}{Rx} + \frac{0.01}{Rx^2} - \frac{0.0025}{Rx^3}\right)$$
$$= \frac{300}{340} \cdot \frac{4-1}{4} \cdot \left(1 - 0.4 \cdot (4-1) \cdot \frac{300}{340 \cdot 4}\right) \cdot \left(\frac{0.06}{1{,}274} + \frac{0.01}{1{,}274^2} - \frac{0.0025}{1{,}274^3}\right) = 0{,}025$$

где

Vr - *Скорость фронта пламени, м/с;*

Rx - *Безразмерное расстояние;*

$C0$ -*Скорость звука, м/с.*

Расчет импульса 2 фазы сжатия

$$Ix2 = \frac{0.022}{1{,}274} = 0{,}017$$

Так как диапазон скоростей больше 1 и Ix1>Ix2

$$Ix = Ix2 = 0{,}017$$

Расчет давления

$$dP = Px \cdot P0 = 0{,}194 \cdot 101324 = 19\,612{,}323 \text{ Па}$$

где

Px – *Безразмерное давление;*

$P0$ - *Атмосферное давление, Па.*

Расчет импульса фазы сжатия

$$I = 10 \cdot Ix \cdot P0^{\frac{2}{3}} \cdot \frac{E^{\frac{1}{3}}}{C0} = 10 \cdot 0{,}017 \cdot 101324^{\frac{2}{3}} \cdot \frac{1\,321\,884{,}473^{\frac{1}{3}}}{340} = 121{,}112 \text{ Па·с}$$

где

Ix –*Безразмерный импульс фазы сжатия;*

E -*Эффективный энергозапас, Дж;*

$P0$ - *Атмосферное давление, Па;*
$C0$ - *Скорость звука, м/с.*

Расчет параметрического расстояния

$$\lambda = 100 \cdot \frac{R}{E^{\frac{1}{3}}} = 100 \cdot \frac{3}{1\,321\,884{,}473^{\frac{1}{3}}} = 2{,}734$$

где
R - *Расстояние до газового облака, м;*
E - *Эффективный энергозапа, Дж.*

Расчет амплитуды фазы сжатия

$$A_{\text{фазы сжатия}} = e^{0.299 - 2.058 \cdot ln(2{,}734) + 0.26 \cdot (ln(2{,}734))^2} \cdot 101324 = 22\,437{,}41 \ Па$$

Расчет амплитуды фазы разрежения

$$A_{\text{фазы разряжения}} = e^{-1.46 - 1.402 \cdot ln(2{,}734) + 0.079 \cdot (ln(2{,}734))^2} \cdot 101324 = 6\,223{,}723 \ Па$$

Расчет длительности фазы сжатия

$$\Delta T_{\text{фазы сжатия}} = e^{0.106 + 0.448 \cdot ln(2{,}734) - 0.026 \cdot (ln(2{,}734))^2} \cdot \frac{1\,321\,884{,}473^{\frac{1}{3}}}{10^5} = 0{,}002 \ с$$

Расчет длительности фазы разрежения

$$\Delta T_{\text{фазы разряжения}} = e^{1.299 + 0.412 \cdot ln(2{,}734) - 0.079 \cdot (ln(2{,}734))^2} \cdot \frac{1\,321\,884{,}473^{\frac{1}{3}}}{10^5} = 0{,}006 \ с$$

Расчет импульса фазы сжатия

$$I_{\text{фазы сжатия}} = e^{-0.843 - 0.932 \cdot ln(2{,}734) - 0.037 \cdot (ln(2{,}734))^2} \cdot 1\,321\,884{,}473^{\frac{1}{3}} = 17{,}824 \ Па \cdot с$$

Расчет импульса фазы разрежения

$$I_{\text{фазы разряжения}} = e^{-0.873 - 1.25 \cdot ln(2{,}734) + 0.132 \cdot (ln(2{,}734))^2} \cdot 1\,321\,884{,}473^{\frac{1}{3}} = 14{,}905 \ Па \cdot с$$

Расчет амплитуды отраженной волны давления

$$A_{\text{отр.волны давления}} = e^{1.264 - 2.056 \cdot ln(2{,}734) + 0.211 \cdot (ln(2{,}734))^2} \cdot 101324 = 56\,159{,}239 \ Па$$

Расчет амплитуды отраженной волны разрежения

$$A_{\text{отр.волны разряжения}} = e^{-0.673 - 1.043 \cdot ln(2{,}734) + 0.252 \cdot (ln(2{,}734))^2} \cdot 101324 = 23\,366{,}81 \ Па$$

Расчет длительности отраженной волны давления

$$\Delta T_{\text{отр.волны давления}} = e^{-0.109 + 0.983 \cdot ln(2{,}734) - 0.23 \cdot (ln(2{,}734))^2} \cdot \frac{1\,321\,884{,}473^{\frac{1}{3}}}{10^5} = 0{,}002 \ с$$

Расчет длительности отраженной волны разрежения

$$\Delta T_{\text{отр.волны разряжения}} = e^{1.265 + 0.857 \cdot ln(2{,}734) - 0.192 \cdot (ln(2{,}734))^2} \cdot \frac{1\,321\,884{,}473^{\frac{1}{3}}}{10^5} = 0{,}008 \ с$$

Расчет импульса отраженной волны давления

$$I_{\text{отр.волны давления}} = e^{-0.07 - 1.033 \cdot ln(2{,}734) + 0.045 \cdot (ln(2{,}734))^2} \cdot 1\,321\,884{,}473^{\frac{1}{3}} = 37{,}899 \ Па \cdot с$$

Общее время действия отраженных волн на мишень

$$\Delta T_{\text{общее}} = e^{1.497 + 0.908 \cdot ln(2{,}734) - 0.404 \cdot (ln(2{,}734))^2} \cdot \frac{1\,321\,884{,}473^{\frac{1}{3}}}{10^5} = 0{,}008 \ с$$

Найдем вероятности различных повреждений с помощью соответсвующих пробит - функций.

Вероятность средних повреждений здания

$P1 = f(Pr1) = 0{,}02$

где

$f(Pr1)$ - *Связь вероятности поражения с пробит-функцией*

Вероятность тяжелых повреждений (под снос)

$P2 = f(Pr2) = 0{,}01$

где

$f(Pr2)$ - *Связь вероятности поражения с пробит-функцией*

Вероятность нокдауна у персонала

$P3 = f(Pr3) = 0$

где

$f(Pr3)$ - *Связь вероятности поражения с пробит-функцией*

Вероятность разрыва барабанных перепонок

$P4 = f(Pr4) = 0{,}01$

где

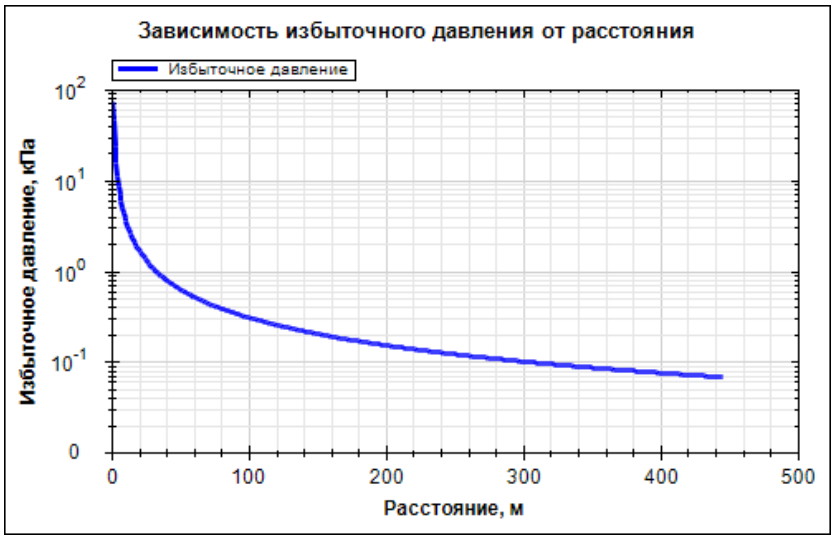
$f(Pr4)$ - *Связь вероятности поражения с пробит-функцией*

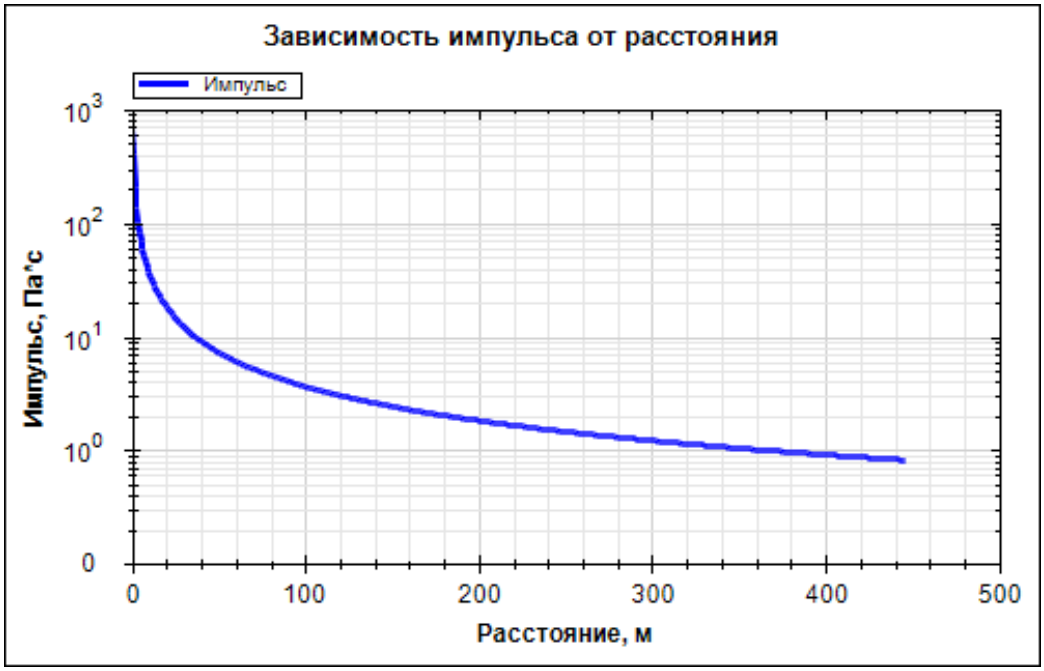
Вероятность отброса людей взрывной волной

$P5 = f(Pr5) = 0$

где

$f(Pr5)$ - *Связь вероятности поражения с пробит-функцией*





Расчет параметров пожара вспышки

Результаты

Радиус зоны, где концентрация превышает нижний концентрационный предел распространения пламени	*2,207 м*
Высота зоны, где концентрация превышает нижний концентрационный предел распространения пламени	*0,074 м*
Радиус воздействия высокотемпературных продуктов	*2,648 м*

Расчет

Получение массы которая учавствует в данном сценарии

$Mпв = Mass \cdot Pz = 0{,}781 \cdot 0{,}1 = 0{,}078$ *кг*

где

$Mass$ – *Масса паров, кг;*

Pz - *Коэффициент участия.*

Получение плотности паров ЛВЖ

$$PV = \frac{M}{V_0 \cdot (1+0{,}00367 \cdot t_0)} = \frac{16{,}04}{22{,}413 \cdot (1+0{,}00367 \cdot 15)} = 0{,}678 \text{ кг}$$

где

M – *Молярная масса, г/моль;*

V_0 – *Молярный объем, м³/Кмоль;*

t_0 – *Температура, С.*

Рачет радиуса зоны, где концентрация превышает нижний концентрационный предел распространения пламени для ГГ:

$$Rnkpr = 7.8 \cdot \left(\frac{M}{P \cdot Cnkpr}\right)^{0.33} = 7.8 \cdot \left(\frac{0{,}078}{0{,}678 \cdot 5{,}28}\right)^{0.33} = 2{,}207 \text{ м}$$

где

M - Масса ГГ, кг;

Cnkpr - Нижний концентрационный предел распространения пламени ГГ, % об;

P - Плотность ГГ, кг/м³.

Рачет высоты зоны, где концентрация превышает нижний концентрационный предел распространения пламени для ГГ:

$$Znkpr = 0.26 \cdot \left(\frac{M}{P \cdot Cnkpr}\right)^{0.33} = 0.26 \cdot \left(\frac{0{,}078}{0{,}678 \cdot 5{,}28}\right)^{0.33} = 0{,}074 \text{ м}$$

где

M - Масса ГГ, кг;

Cnkpr - Нижний концентрационный предел распространения пламени ГГ, % об;

P - Плотность ГГ, кг/м³.

Рачет радиуса воздействия высокотемпературных продуктов:

$$RF = 1.2 \cdot Rnkpr = 1.2 \cdot 2{,}207 = 2{,}648 \text{ м}$$

где

Rnkpr - Радиус взрывоопасной зоны, м.

Расчет параметров риска

Зоны риска

Название зоны	*Размер зоны, м*
***Риск** 10^-5*	*2*

Расчёт эффективного времени экспозиции для огненного шара

$$t = 0.92 \cdot M^{0.303} = 0.92 \cdot 0{,}078^{0.303} = 0{,}425 \text{ с}$$

где

M - Масса вещества учавствующия в образовнаии ОШ, кг.

Расчёт пробит-функции для огненного шара

$$Pr_{\text{ош}} = -12.8 + 2.56 \cdot ln\,(t \cdot Q^{1.33}) = -12.8 + 2.56 \cdot ln\,(0{,}425 \cdot 25{,}619^{1.33}) = -3{,}948$$

где

Q - Интенсивность теплового излучения при горении огненного шара, кВт/м²;

t - Эффективный диаметр, м.

Условная вероятность поражения огненным шаром равна

$$Q_{\text{ош}} = f(-3{,}948) = 0$$

где

f - функция зависимости условной вероятности поражения от значения пробит функции.

Расчет коэффициента для пробит функции избыточного давления

$$V = 4.2 \cdot \frac{101324}{dP} + 1.3 \cdot \frac{101324^{1/2} \cdot M_{\text{чел}}{}^{1/3}}{I} = 4.2 \cdot \frac{101324}{19\,612{,}323} + 1.3 \cdot \frac{101324^{1/2} \cdot 70^{1/3}}{121{,}112}$$
$$= 35{,}7799592934$$

где

dP – *Давление, Па;*

I – *Импульс, Па·с;*

$M_{\text{чел}}$ - *Средняя масса человека, кг.*

Расчёт пробит-функции для избыточного давления

$$Pr_{\text{изб}} = 5 - 5.74 \cdot ln(V) = 5 - 5.74 \cdot ln(35{,}7799592934) = -15{,}534$$

где

V –*Коэффициент поражающего воздействия.*

Условная вероятность поражения избыточным давлением равна

$$Q_{\text{изб}} = f(-15{,}534) = 0$$

где

f-*функция зависимости условной вероятности поражения от значения пробит функции.*

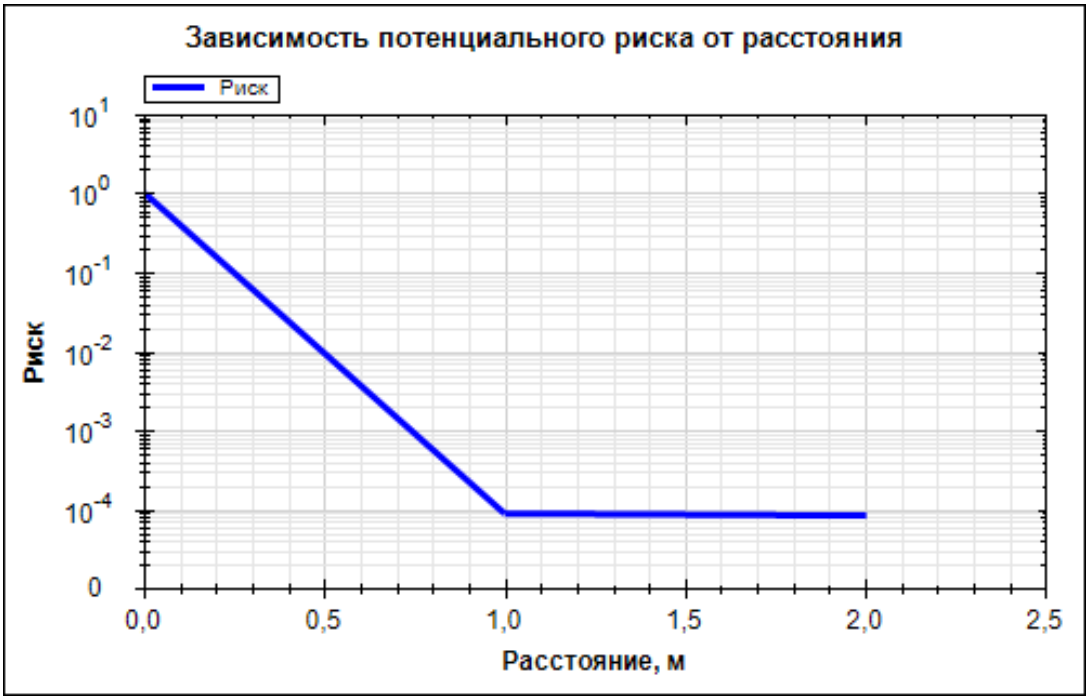
Расчет потенциального риска

(В формуле приведены все возможные сценарии. Расчет осуществляется только по выбранным сценариям.)

$$Risk = Q_{\text{аварии}} \cdot Q_{\text{возгорания}} \cdot [Q_{\text{пролива}} \cdot P_{\text{возникновения пролива}} + Q_{\text{ош}} \cdot P_{\text{возникновения ош}} + Q_{\text{изб}} \cdot P_{\text{возникновения изб}} + Q_{\text{вспышки}} \cdot P_{\text{возникновения вспышки}} + Q_{\text{факела}} \cdot P_{\text{возникновения факела}} \cdot F_{\text{гориз}} \cdot F_{\text{сектор}}]$$

$$= 0{,}01 \cdot 0{,}05 \cdot [0 \cdot 0{,}0287 + 0 \cdot 0{,}7039 + 0 \cdot 0{,}0119 + 0 \cdot 0{,}1689 + 0 \cdot 0{,}0574 \cdot 0{,}67 \cdot 0{,}0833] = 0$$





Технические решения по обеспечению безопасной эксплуатации

Согласно приказу РТН №96 от 11.03.13г. для технологической системы газопотребления предусматриваются меры по максимальному снижению взрывоопасности технологических блоков, входящих в нее, направленные на:

- предотвращение взрывов и пожаров внутри технологического оборудования;

- защиту тепломеханического оборудования от разрушения и максимальное ограничение выбросов из него горючих веществ в атмосферу при аварийной разгерметизации;

- исключение возможности взрывов и пожаров в объеме производственных зданий, сооружений и наружных установок;

- снижение тяжести последствий взрывов и пожаров в объеме производственных зданий, сооружений и наружных установок.

Энергетическая устойчивость технологической системы с учетом категории взрывоопасности входящих в нее блоков (III) исключает возможность:

- нарушения герметичности системы;

- образования в системе взрывоопасной среды

Параметры, характеризующие энергоустойчивость технологического процесса, средства и методы обеспечения этой устойчивости, для данного процесса это:

- безопасная работа линии редуцирования в ГРУ,

- заземление ж.д. и автомобильной цистерны при операциях слива/ налива,

- наличие в воздухе рабочей зоны помещения котельной опасных веществ.

Для обеспечения энергоустойчивости технологической системы рабочей документацией предусмотрена система ПАЗ.

Для безопасного ведения процесса в документации определены ряд регламентированных значений параметров. Регламентированные значения параметров представлены в таблице:

№	Наименование стадий, аппарата, показатели режима	Ед. изм.	Доп.пределы технологических параметров
	Давление перед линией редуцирования	кгс/см.кв	3,2

№	Наименование стадий, аппарата, показатели режима	Ед. изм.	Доп.пределы технологических параметров
	Давление для газогорелочных устройств после ГРУ	кгс/см.кв	0,5

Критические значения параметров представлены в таблице:

Оборудование	Параметр	Критическое значение	Противоаварийная защита
Электроконтактный манометр ЭКМ 2005	Давление газа на входе в котельную «Высоко»	2,88 bar	Срабатывание клапана-отсекателя
Электроконтактный манометр ЭКМ 2005	Давление газа на входе в котельную «Низко»	3,52 bar	Срабатывание клапана-отсекателя
ПСК (сбросной клапан)	Давление газа на выходе ГРУ	575 mbar	Сброс высокого давления в случае кратковременного повышения
Регулятр давления RG/2MBZ (MADAS)	Максимальное-минимальное закрытие регулятора давления	72-550 mbar	Прекращение подачи газа в коллектор газопотребления
Горелка BLU 3000.1 PRE TC S4	Максимальное-минимальное давление аварийной остановки горелки	54-650 mbar	Прекращение подачи газа на газогорелочное устройство

Для защиты оборудования от разрушения выбрано оборудование с соответствующим климатическим исполнением и степенью взрывозащиты.

Документацией предусматриваются системы ПАЗ, предупреждающие возникновение аварии при отклонении от предусмотренных технологическим регламентом на производство продукции предельно допустимых значений параметров процесса во всех режимах работы и обеспечивающие безопасную остановку или перевод процесса в безопасное состояние по заданной программе.

Для контроля загазованности по предельно допустимой концентрации и нижнему концентрационному пределу распространения пламени (НКПР) в помещении существующей котельной предусмотрены газоанализаторы. При срабатывании 20% обьемных от НКПР осуществляется свето-звуковой сигнал в операторную и по месту. Происходит останов подачи газа в котельную с отключением-закрытием (срабатыванием) клапана–отсекателя.