

Согласованы:

Постоянной комиссией Совета ВКП СССР  
по охране труда и окружающей среды  
12 марта 1991 г.

Минхимнефтепромом СССР  
22 марта 1991 г. (письмо № 12-5-2/172)

Государственной агрохимической  
ассоциацией «Агрохим»  
21 марта 1991 г. (письмо № 01-3161)

Утверждены:

Госпроматомнадзором СССР

## ПРАВИЛА

### УСТРОЙСТВА И БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ФАКЕЛЬНЫХ СИСТЕМ (ПУ И БЭФ—91)

#### Введение

Правила устройства и безопасной эксплуатации факельных систем разработаны специалистами ВНИПИНефть, ГИАП. Гипрсаучук, Госпроматомнадзора СССР, Госгортехнадзора России, других организаций.

В новой редакции Правил учтены передовой опыт работы в области технической безопасности зарубежных фирм, а также отечественных предприятий, причины аварий, происшедших в химической промышленности.

Указанные Правила распространяются на химические, нефтехимические и нефтеперерабатывающие отрасли промышленности. С введением их в действие считать утратившими силу Правила устройства и безопасной эксплуатации факельных систем (ПУ и БЭФ—84).

#### 1. Общие положения

1.1. Факельная система предназначена для сброса и последующего сжигания горючих газов и паров:

от устройств аварийного сброса при срабатывании предохранительных клапанов, гидро- затворов. при ручном стравливании, а также при освобождении технологических блоков от газов и паров в аварийных ситуациях автоматически или с применением дистанционно управляемой запорной арматуры и др.;

при постоянных, предусмотренных технологическим регламентом сдвухах;

при периодических стравливаниях газов и паров. пуске, наладке и остановке технологических объектов.

Термины, употребляемые в настоящих Правилах. и их определения приведены в Приложении 1

1.2. Проектирование, строительство, реконструкция и эксплуатация факельных систем взрывопожароопасных и взрывоопасных производств. подконтрольных Госгортехнадзору России. должны производиться в соответствии с требованиями Строительных норм и правил. Общих правил взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств. Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов для горючих. токсичных и сжиженных газов. Инструкции по устройству молниезащиты зданий и сооружений и настоящих Правил.

Порядок и сроки приведения действующих факельных систем в соответствие с настоящими Правилами определяются руководителями предприятий по согласованию с местными органами Госгортехнадзора России.

**1.3.** До приведения факельных систем в соответствие с настоящими Правилами предприятием совместно с проектной организацией должны быть разработаны и утверждены в установленном порядке мероприятия по повышению безопасности действующих факельных систем, согласованные с местными органами Госгортехнадзора России.

**1.4.** На предприятиях, эксплуатирующих факельные системы, должны быть составлены и утверждены в установленном порядке инструкции по их безопасной эксплуатации.

Инструкции по безопасной эксплуатации факельных систем пересматриваются раз в 5 лет. В случае возникновения аварийной ситуации или травмирования работающих из-за несовершенства инструкций, а также при внесении изменений в схему или режим работы факельной системы, инструкции должны быть пересмотрены до истечения срока их действия.

**1.5.** Ввод в действие вновь сооружаемых факельных систем с отступлением от настоящих Правил, а также без инструкций по эксплуатации не разрешается.

В обоснованных случаях отступления от Правил согласовываются Госгортехнадзором России в установленном порядке.

**1.6.** Для контроля за работой факельных систем приказом (распоряжением) по предприятию, производству, цеху назначаются ответственные лица из числа инженерно-технических работников предприятия, производства, цеха (в состав которого входят эти системы), прошедшие проверку знаний настоящих правил.

**1.7.** Электроприемники факельных систем (устройства контроля пламени, запальные устройства и средства КИП) по надежности электроснабжения относятся к потребителям первой категории.

## **2. Виды сбросов и требования к ним**

**2.1.** При проектировании технологического процесса должно предусматриваться, как правило, поблочное освобождение аппаратуры и трубопроводов от взрывоопасных газов и паров с соответствующим автоматическим (по заданной программе) или дистанционным управлением отсекающими устройствами, прекращающими поступление газов и паров в аварийный блок.

**2.2.** Сбросы (постоянные, периодические и аварийные) горючих газов и паров для сжигания или сбора и последующего использования следует направлять в факельные системы:

общую (при условии совместимости сбросов);  
отдельную;  
специальную.

Принципиальные схемы сброса газов и паров приведены на рисунках 1 и 2.

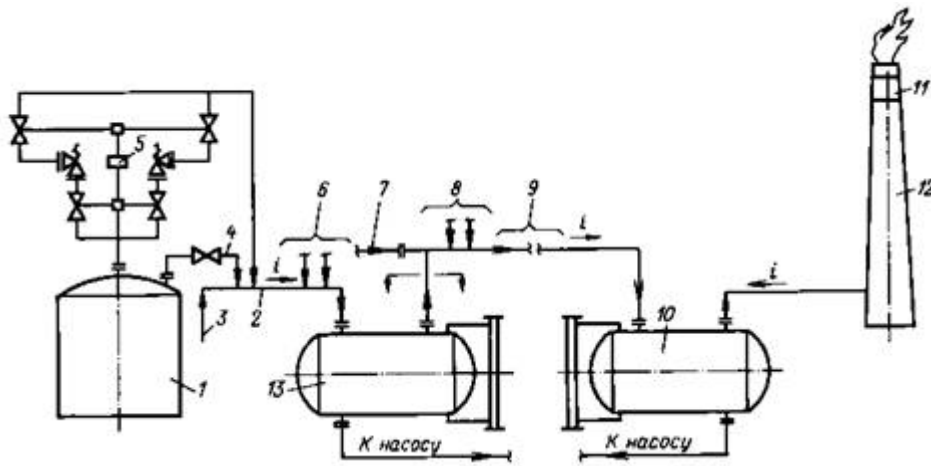
**2.3.** Для газов и паров, направляемых в факельные системы, должны быть определены по каждому источнику сброса возможные составы и параметры газов и паров (температура, давление, плотность, расход, продолжительность

сброса, а также объемы возможного максимального, среднего и минимального суммарного сброса с объекта).

**2.4.** Для предупреждения образования в факельной системе взрывоопасной смеси следует использовать продувочные газы: топливный или природный, инертные, в том числе газы, получаемые на технологических установках и используемые в качестве инертных.

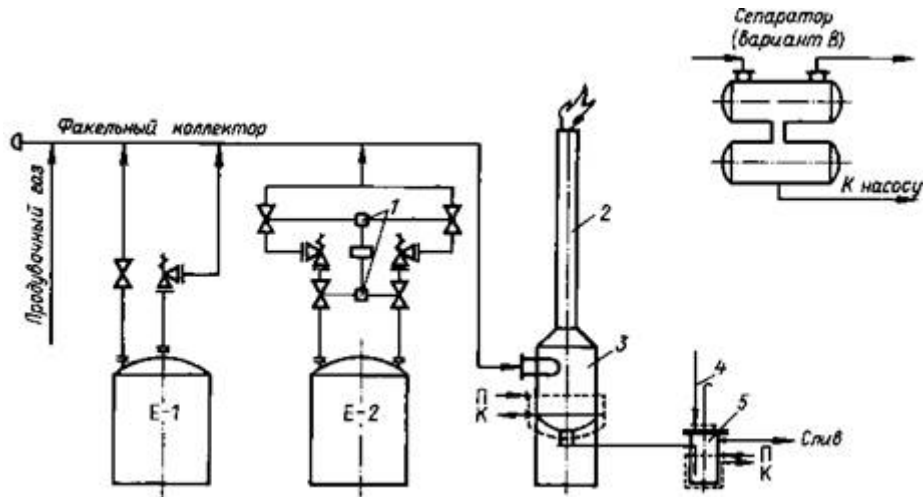
Принципиальная схема подачи продувочного газа приведена на рис. 3.

**2.5.** Объемная доля кислорода в продувочных и сбрасываемых газах и парах, в том числе и газах сложного состава, не должна превышать 50 % минимальной объемной доли кислорода в возможной смеси с горючим, за исключением случаев, когда этот параметр ограничивается другими причинами.



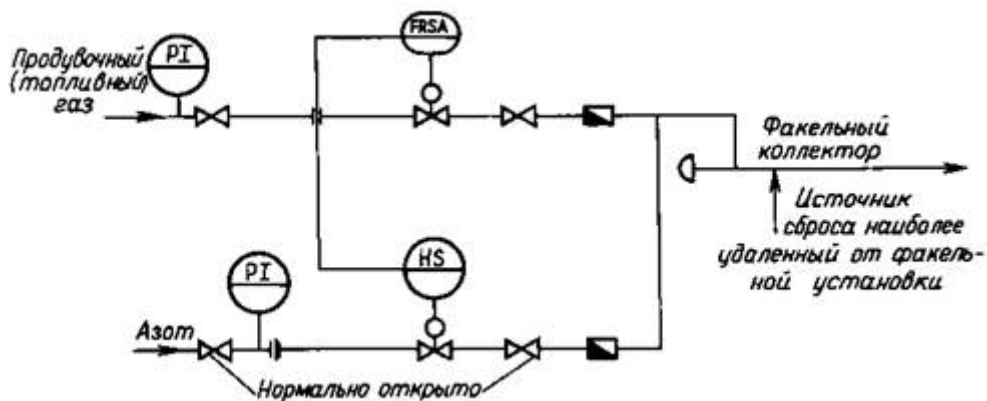
**Рис. 1.** Принципиальная схема сброса газов (паров) в факельную систему от предохранительных клапанов:

1 — защищаемый аппарат; 2, 9 — цеховой и факельный коллекторы; 3, 7 — продувочный газ; 4 — линия ручного сброса; 5 — блокировочное устройство; 6 — сброс газов от ПК на других аппаратах цеха; 8 — сброс газов от других цехов производства; 10 — факельный сепаратор; 11 — газовый затвор; 12 — факельный ствол; 13 — цеховой сепаратор



**Рис. 2.** Принципиальная схема сброса газов (паров) в факельную систему с постоянным отводом конденсата из сепаратора через гидрозатвор:

1 — блокировочное устройство; 2 — факельный ствол; 3 — сепаратор (вариант А); 4 — затворная жидкость; 5 — гидрозатвор



**Рис. 3.** Принципиальная схема подачи продувочного газа в факельный коллектор

**2.6.** При сбросах водорода, ацетилена, этилена и окиси углерода и смесей этих быстро- горящих газов объемная доля кислорода должна быть не более 2 %.

**2.7.** Запрещается направлять в факельную систему вещества, взаимодействие которых (например, окислитель и восстановитель) может привести к взрыву.

**2.8.** Для того, чтобы газы и пары, сбрасываемые в общую и отдельные факельные системы, не содержали капельную жидкость и твердые частицы, в границах технологической установки необходимо устанавливать сепараторы.

В факельном коллекторе и подводящих трубопроводах температура газов и паров должна быть такой, при которой исключена возможность кристаллизации продуктов сброса.

**2.9.** Температура сбрасываемых газов и паров на выходе из технологической системы в факельную с установкой сбора углеводородных газов и паров должна быть не выше 200 и не ниже —30 °С, а на расстоянии 150—200 м от газгольдера — не более 60 °С.

**2.10.** Запрещается направлять на установки сбора углеводородные газы и пары с целью использования их в качестве топлива при объемной доле в них инертных газов более 5 %, веществ I и II классов опасности (кроме бензола) более 1 %, сероводорода более 8 %.

Продукты, в том числе I и II классов опасности, при сжигании которых образуются вредные вещества тех же классов опасности, следует, как правило, направлять в специальные емкости для дальнейшей утилизации и переработки.

**2.11.** Не допускаются постоянные и периодические сбросы газов и паров в общие факельные системы, в которые направляются аварийные сбросы, если такое совмещение может привести к превышению давления для рабочих предохранительных клапанов и других противоаварийных устройств.

**2.12.** Потери давления в факельных системах при максимальном сбросе не должны превышать:

а) 0,02 МПа на технологической установке и 0,08 МПа на участке от технологической установки до выхода из оголовка факельного

ствола (для систем, в которые направляются аварийные сбросы газов и паров);

б) 0,05 МПа от технологической установки до выхода из оголовка факельного ствола (для систем с установкой сбора углеводородных газов и паров).

Для отдельных и специальных факельных систем потери давления не ограничиваются и определяются условием безопасной работы подключенных к ним аппаратов.

**2.13.** Сброс горючих газов и паров после гидрозатворов, связанных с технологическими аппаратами, должен осуществляться в специальную факельную систему или по специальному факельному трубопроводу, не связанному с общим факельным коллектором, если гидрозатвор рассчитан на давление меньшее, чем давление в факельном коллекторе.

Этот специальный трубопровод через отдельный сепаратор следует подключать непосредственно к стволу факельной установки.

В обоснованных случаях допускается установка запорной арматуры после гидрозатворов при врезке в общую факельную систему с учетом исключения возможности случайного ее закрытия. При этом предусматриваются дополнительные меры безопасности, в том числе снятие штурвала с арматуры, опломбирование ее в открытом состоянии, установка специальных кожухов на запорной арматуре с выводом сигнала о положении ее на пульт управления.

Тип запорной арматуры определяется проектной организацией.

### **3. Направление сбросов от предохранительных клапанов**

**3.1.** Для защиты аппаратуры от превышения давления путем сброса газов и паров должна предусматриваться, как правило, одна система (рабочих) предохранительных клапанов со сбросом в общую, отдельную или специальную факельные системы.

**3.2.** Сбросы газов и паров через предохранительные клапаны, установленные на сосудах и аппаратах с невзрывоопасными средами и не относящиеся к вредным веществам, а также легких газов допускается направлять через сбросную трубу в атмосферу.

Устройство сбросных труб и условия сброса должны обеспечивать эффективное рассеивание сбрасываемых газов и паров, исключая образование взрывоопасных концентраций в зоне размещения технологического оборудования, зданий и сооружений. При этом необходимо предусматривать устройства, исключаящие попадание и скопление жидкости в сбросных трубах.

**Примечания.**

1. К легким газам относятся метан, природный газ и водородсодержащий газ плотностью не более 0,8 по отношению к воздуху.

2. В случае возможности изменения состава и увеличения плотности сбрасываемого газа более 0,8 по отношению к воздуху (вызвано отклонениями от нормального технологического режима), сброс газа в атмосферу не допускается.

3. При организации сбросов в атмосферу следует руководствоваться Методикой расчета концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий.

**3.3.** Сброс от предохранительных клапанов в атмосферу вредных веществ III и IV классов опасности, а также вредных веществ I и II классов опасности, которые невозможно сжечь на факельной установке, допускается только в обоснованных случаях через трубу рассеивания.

#### **Примечания.**

1. Место размещения сбросной трубы следует определять по расчету рассеивания, при условии, что объемная доля газов и паров в местах расположения оборудования с открытым огнем не будет превышать 20 % нижнего концентрационного предела распространения пламени (воспламенения). Рекомендуемая методика расчета приведена в Приложении 2.

2. Через сбросную трубу должен быть полностью исключен сброс жидких продуктов или конденсата.

**3.4.** Сбросы от предохранительных клапанов газов и паров, содержащих в своем составе не более 1 % веществ I и II классов опасности, до 8 % сероводорода, направляются в общую факельную систему.

**3.5.** Сбросы от предохранительных клапанов газов и паров при объемной доле в них более 1 % веществ I и II классов опасности следует выводить в отдельную или специальную факельную систему.

**3.6.** Сброс горючих газов и паров от предохранительных клапанов, установленных на складских емкостях, предназначенных для хранения сжиженных углеводородных газов и легковоспламеняющихся жидкостей, как правило, должен осуществляться в отдельную или специальную факельную систему.

**3.7.** Сбросы взрывопожароопасных и вредных жидких продуктов от предохранительных клапанов должны производиться в специальные емкости с соблюдением мер, исключающих их переполнение или повышение давления сверх разрешенного. Сброс в канализацию запрещается.

#### **4. Коллекторы, трубопроводы, насосы**

**4.1.** Для отдельных и специальных факельных систем следует предусматривать один факельный коллектор и одну факельную установку, для общих факельных систем — два факельных коллектора и две факельные установки для обеспечения безостановочной работы.

При сбросах в общую факельную систему газов и паров, не вызывающих коррозии, а также при скорости ее не более 0,1 мм/год допускается один факельный коллектор.

**4.2.** На общих факельных системах в местах разветвления трубопроводов с целью отключения от факельных систем технологических установок, складов, переключения сепараторов, коллекторов и факельных стволов допускается установка в горизонтальном положении запорных устройств, опломбированных в открытом состоянии.

**4.3.** Факельные коллекторы и трубопроводы должны иметь минимальные длину и число поворотов, и их необходимо прокладывать на опорах и эстакадах.

**4.4.** Запрещается устанавливать сальниковые компенсаторы на факельных коллекторах и трубопроводах.

**4.5.** Тепловая компенсация факельных коллекторов и трубопроводов должна рассчитываться с учетом максимальной и минимальной температур сбрасываемых газов и паров, а также максимальной температуры пара для пропарки или температуры обогревающей среды для обогреваемых коллекторов и средней температуры наиболее холодной пятидневки.

**4.6.** Коллекторы и трубопроводы факельных систем должны иметь, при необходимости, тепловую изоляцию и обогревающие спутники для предотвращения конденсации и кристаллизации веществ в факельных системах, а также деформации при сбросе горячих газов и паров.

**4.7.** На факельных установках, предназначенных для сжигания горячих газов и паров, следует применять, как правило, сепаратор с постоянным отводом жидкости.

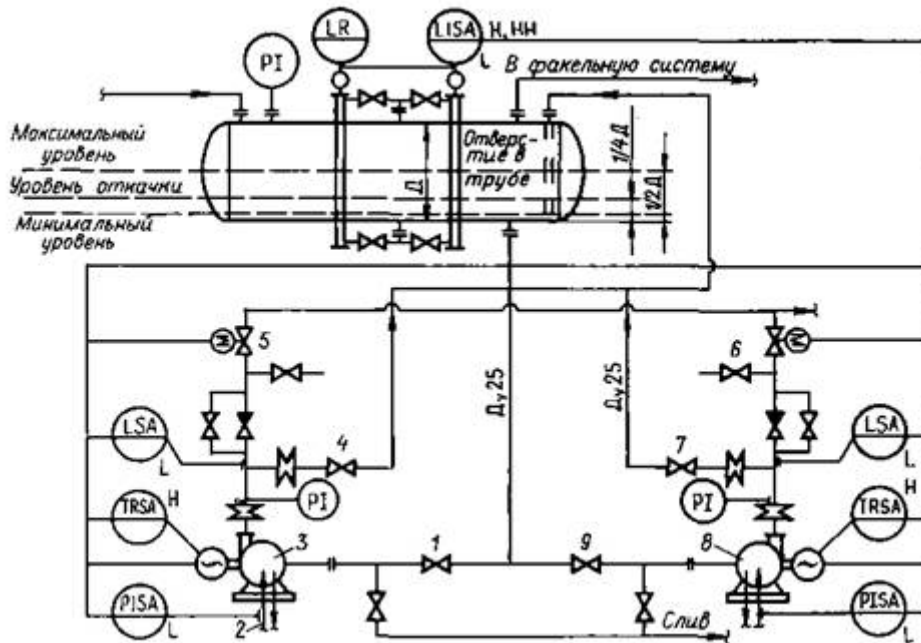
**4.8.** Факельные коллекторы и трубопроводы должны прокладываться с уклоном в сторону сепараторов, как правило, не менее 0,003. При невозможности выдерживать указанный уклон в низших точках факельных коллекторов и трубопроводов необходимо предусматривать устройства для отвода конденсата. Сборники конденсата должны иметь конструкцию, исключающую унос жидкости, а также тепловую изоляцию и наружный обогрев. Опорожнение сборников конденсата должно быть автоматическим или дистанционным из операторной.

**4.9.** Цеховой коллектор (трубопровод) должен прокладываться, как правило, с уклоном к цеховому сепаратору. Врезка цеховых трубопроводов в факельный коллектор должна производиться сверху для

исключения случаев заполнения их жидкостью.

**4.10.** При незначительном содержании конденсата в сепараторах на факельных установках, предназначенных для сжигания паров низко-кипящих жидкостей, включая пропан, пропилен, аммиак и аммиаксодержащие газы, жидкость из сепаратора допускается удалять путем подачи пара или горячей воды в наружный змеевик, обогревающий сепаратор; при этом должны быть обеспечены условия, исключающие возможное повышение давления в емкости выше расчетного (отсутствие запорных устройств на входе и выходе и др.).

**4.11.** При наличии в сбросных газах твердых или смолистых осадков следует устанавливать два параллельных сепаратора или при малом содержании примесей сепаратор с байпасной линией с системой заблокированных задвижек «закрыто-открыто» и быстросъемными заглушками, обеспечивающими постоянный проток газа и возможность чистки сепаратора



**Рис. 4.** Схема оснащения насосов для откачки углеводородов трубопроводами и приборами КИПиА:

1,9- задвижки на всасывающих линиях насосов; 2— вход уплотнительной жидкости; 3 — рабочий насос; 4,7 вентили на байпасной линии насосов; 5,6 — задвижки на нагнетательных линиях насосов с дистанционным управлением

**4.12.** Для перекачки конденсата, образующегося в факельной системе, следует применять центробежные насосы.

**4.13.** В зависимости от места установки надо использовать насосы, изготовленные по I и II категории размещения по ГОСТ 15150—69.

**4.14.** Электродвигатели насосов должны быть в исполнении, соответствующем категории и группе взрывоопасной смеси.

**4.15.** Факельный сепаратор необходимо устанавливать по отношению к насосу на высоте, обеспечивающей надежную откачку конденсата и исключающей возникновение кавитации.

**4.16.** Всасывающий трубопровод должен иметь минимальную длину, уклон в сторону насоса и не иметь застойных зон.

Горизонтальные участки всасывающих трубопроводов должны располагаться внизу (у насосов). Нужно избегать горизонтальных участков непосредственно после сепаратора, для чего выход всасывающего трубопровода из нижнего штуцера сепаратора к насосу следует располагать вертикально вниз.

**4.17.** Диаметр всасывающего трубопровода насоса должен определяться по максимальной производительности, принимаемой по графической характеристике.

**4.18.** Все трубопроводы и арматура обвязки насосов во избежание замерзания в зимнее время должны обогреваться и иметь тепловую изоляцию.

**4.19.** Включение и выключение насосов для откачки конденсата из сборников и сепараторов должно быть как автоматическим, так и с места их установки и выполняться в соответствии с рис. 4.

Описание работы насосов приведено в приложении 3.

**4.20.** Пропускная способность общих факельных систем должна рассчитываться:

а) при постоянных и периодических сбросах — на сумму периодических (с коэффициентом 0,2) и постоянных сбросов от всех подключенных технологических установок, но не менее чем на сумму постоянных сбросов и максимального периодического сброса (с коэффициентом 1,2) от установки с наибольшей величиной этого сброса;

б) при аварийных сбросах — на сумму аварийных сбросов (с коэффициентом 0,25) от всех подключенных установок, но не менее чем на величину аварийного сброса (с коэффициентом 1,5) от установки с наибольшей величиной этого сброса.

**Примечание.** Допускается рассчитывать пропускную способность системы на сумму аварийных сбросов от всех подключенных технологических установок;

в) при аварийных, постоянных и периодических сбросах — на сумму всех видов сбросов, предусмотренных подпунктами (а) и (б).

**4.21.** Пропускную способность отдельных и специальных факельных систем следует рассчитывать на сумму постоянных сбросов от всех подключенных технологических блоков и наибольшего аварийного сброса от одного блока.

**4.22.** Площадь проходного сечения задвижек с ручным или дистанционным приводом для аварийного сброса должна соответствовать пропускной способности факельного коллектора на выходе с установки.

**4.23.** На трубопроводах сбрасываемых газов и паров фланцевые соединения допускаются только в местах присоединения арматуры, контрольно-измерительных приборов и монтажных соединений, где сварка невыполнима.

Каждый сварной шов факельного коллектора (трубопровода) и факельного ствола должен быть проверен неразрушающим методом, обеспечивающим эффективный контроль качества сварного шва.

**4.24.** На коллекторе перед факельным стволом или на факельном стволе следует предусматривать фланцевое соединение для установки заглушки при проведении испытаний на прочность.

**4.25.** Для продувки технологических установок и цеховых факельных трубопроводов азотом или воздухом при пуске или остановке на ремонт в случае необходимости на выходе с технологической установки следует устанавливать свечу с отключающей арматурой.

**4.26.** Во избежание образования взрывоопасной смеси продувочный газ (топливный или инертный) следует подавать в начало факельного коллектора. В случае прекращения подачи топливного газа должна быть предусмотрена автоматическая подача инертного газа. Количество продувочного газа определяется в соответствии с п. 10.2. настоящих Правил.

## **5. Факельная установка**

**5.1.** Факельная установка должна обеспечивать стабильное горение в широком интервале расходов газов и паров и бездымное сжигание постоянных и периодических сбросов, а также безопасную плотность теплового потока и предотвращение попадания воздуха через верхний срез факельного ствола.

**5.2.** Факельная установка должна состоять из факельного ствола, оснащенного оголовком и газовым затвором, средств контроля и автоматизации, дистанционного электрозапального устройства, подводящих трубопроводов топливного газа и горючей смеси, дежурных горелок с запальниками.

При необходимости факельную установку оснащают сепаратором, гидрозатвором, огнепреградителем (при сбросе ацетилена), насосами и устройствами для отвода конденсата.

### **Примечания.**

1. В обоснованных случаях при осуществлении соответствующих технических решений для сжигания газов и паров допускается применение наземных факельных установок, представляющих систему факельных горелок небольшой производительности, расположенных на поверхности земли.

2. При наличии в сбросных газах и парах твердых и смолистых веществ, способных в результате отложения уменьшить площадь проходного сечения газового затвора, последний не устанавливают.

**5.3.** Для обеспечения стабильного (без срыва) горения диаметр верхнего среза факельного оголовка следует рассчитывать по максимальной скорости газов и паров, которая не должна превышать 0,5 скорости звука в сбросном газе. При сжигании газов и паров плотностью более 0,8 относительно воздуха скорость сброса не должна превышать 120 м/с.

**5.4.** Для полноты сжигания сбрасываемых углеводородных газов и паров, за исключением природного и некопящих газов, необходимо предусматривать подачу водяного пара, воздуха или воды. Количество пара должно быть не менее расчетного, которое следует подавать для бездымного сжигания постоянных сбросов.

При отношении скорости сброса к скорости звука, составляющем более 0,2, полнота сгорания

обеспечивается без подачи пара благодаря высокой скорости истечения сбросного газа и подосу воздуха.

**5.5.** Дежурные горелки с запальниками следует располагать на факельном оголовке. Число горелок определяется в зависимости от диаметра факельного оголовка.

Диаметр факельного оголовка, мм	10-250	300-550	600-10 000	1100-1600	Более 1600
Число горелок	1 и более	Не менее 2	Не менее 3	Не менее 4	Не менее 5

**5.6.** К факельному стволу должен быть подведен топливный газ для дежурных горелок, а к устройству зажигания пламени — топливный газ и воздух для приготовления запальной смеси. Топливный газ должен иметь остаточную влажность, исключаящую конденсацию паров и замерзание воды в трубопроводах в холодное время года, или подаваться по обогреваемому трубопроводу и не должен содержать механических примесей.

**5.7.** Факельный ствол следует максимально приближать к технологической установке для уменьшения протяженности факельного коллектора.

Высоту факельного ствола надо рассчитывать по плотности теплового потока. Методика расчета приведена в Приложении 8.

**5.8.** При определении высоты факельного ствола следует также учитывать, кроме плотности теплового потока, возможное загрязнение окружающей территории вредными продуктами сгорания (см. Методику расчета концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД 86, Госкомгидромет, 1987).

**5.9.** Для предупреждения подсоса воздуха в факельный коллектор (трубопровод) за счет тяги в факельном стволе и уменьшения расхода продувочного газа в период остановки факельной системы при плотности продувочного газа, подаваемого в факельную систему, менее 0,8 от носителя воздуха, перед факельным стволом необходимо устанавливать гидрозатвор с постоянным протоком затворной жидкости.

В случае возможности замерзания затворной жидкости гидрозатворы следует оборудовать обогревающим устройством или размещать в отапливаемом помещении.

**Примечание.** Допускается гидрозатвор не устанавливать:

при температурах сбросных газов и паров, близких к температурам замерзания или кипения затворной жидкости;

при разрежении у основания факельного ствола не более 500 Па.

**5.10.** Для обеспечения безопасности при монтаже и ремонте факельного оголовка и другого оборудования, расположенного на разной высоте факельного ствола, следует предусматривать лестницы и площадки для обслуживания, максимальное расстояние между которыми не должно превышать 6 м.

**5.11.** Факельный оголовок, дежурные горелки, обвязочные трубопроводы, а также детали крепления на участке, равном 4 м от верха факельного ствола, следует выполнять из жаропрочной стали.

Температура, °С	До 700	700-800	Свыше 800
Сталь	10X14Г14НЧТ	12X18Н10Т	20X23Н18 (лист), 10X23Н18 (трубы)

В указанных диапазонах температур могут быть использованы другие марки сталей, жаропрочность которых не ниже, чем у приведенных.

Обвязочные трубопроводы на участке факельного оголовка надо выполнять из безшовных труб.

**5.12.** Следует предусматривать устройства для отбора проб газа с целью определения содержания кислорода (устанавливают перед входом в факельный ствол или на его нижней части), а также проб жидкости из сепараторов и гидрозатворов.

**5.13.** Сепаратор перед факельным стволом должен быть оборудован системой для непрерывного удаления конденсата, исключаящей возможность попадания сбросного газа в сборник конденсата. Сепаратор должен иметь наружный обогрев.

**5.14.** Световое ограждение факельных стволов обеспечивается дежурными горелками, выполняющими роль пилотных огней при работающей факельной системе; на случай остановки факельной системы следует предусматривать световое ограждение верха факельного ствола переносными



светильниками в соответствии с Правилами маркировки и свет ограждения высотных препятствий.

## **6. Установка сбора углеводородных газов и паров**

**6.1.** Для сбора, кратковременного хранения и возврата в целях дальнейшего использования сбрасываемых углеводородных газов и паров на предприятии, при соответствующем обосновании, в составе факельной системы следует предусматривать установку сбора углеводородных газов и паров.

**6.2.** При сборе углеводородных газов и паров должны учитываться следующие требования:

сепараторы-отбойники конденсата должны обеспечивать грубую сепарацию;

газгольдеры переменного или постоянного объема (не менее 3 тыс. м<sup>3</sup>) должны обеспечивать прием сбросных газов и паров в течение 5—10 мин. в количестве, определенном в п. 4.20;

скорость подъема колокола (газгольдера переменного объема) должна соответствовать требованиям «Руководства по безопасной эксплуатации, техническому надзору и ремонту мокрых газгольдеров, предназначенных для горючих газов»;

газовый конденсат, собирающийся в верхнем слое бассейна мокрых газгольдеров, должен сбрасываться в отстойники;

в отстойнике конденсата должны полностью отделяться углеводороды от воды;

воду из отстойников следует отводить в соответствующую систему промстоков предприятия для последующей очистки;

сепарационная аппаратура в нижней части должна иметь наружный обогрев и тепловую изоляцию;

установка сбора углеводородных газов и паров должна иметь резерв оборудования для обеспечения устойчивой и безаварийной работы.

**Примечание.** Допускаются схемы сбора и утилизации газов без газгольдеров с применением винтовых и других компрессоров с регулируемой откачкой газа.

## **7. Территория и сооружения**

**7.1.** Факельную установку следует размещать с учетом розы ветров, минимальной длины факельных коллекторов (трубопроводов) преимущественно в местах, граничащих с ограждением предприятия. Отдельную или специальную факельную установку допускается размещать на территории технологической установки с учетом требования п. 5.7.

**7.2.** Расстояние между факельным стволом и складами, зданиями, сооружениями, трансформаторными подстанциями и другими объектами технологической установки следует определять по допустимой плотности теплового потока, но оно должно быть не менее предусмотренного противопожарными нормами.

Расстояние между технологической установкой и факельным стволом, расположенным на территории данной установки, следует определять только по допустимой плотности теплового потока

**7.3.** Территория вокруг факельного ствола, а также вокруг зданий, сооружений, оборудования, относящаяся к факельной установке, должна быть спланирована и обеспечена дорогами для транспорта и пешеходными дорожками.

**7.4.** Территория вокруг факельного ствола, за исключением случаев расположения его непосредственно на территории технологической установки, должна быть ограждена и обозначена предупреждающими знаками. В ограждении следует предусматривать проходы для персонала и ворота для проезда транспортных средств.

**7.5.** Для безопасного ремонта или обслуживания факельных оголовков расстояние между факельными стволами должно быть таким, чтобы плотность теплового потока на ремонтируемом факельном оголовке не превышала допустимую.

**7.6.** Для уменьшения теплового воздействия на персонал, лестницы на факельных стволах следует располагать на противоположной стороне по отношению к соседним факельным стволам.

**7.7.** Число проходов в ограждении должно равняться числу факельных стволов, причем путь к каждому стволу должен быть кратчайшим.

**7.8.** Запрещается размещать насосы и отдельно стоящие сепараторы в зоне ограждения факельного ствола, кроме сепараторов, совмещенных с факельным стволом.

**7.9.** Материалы оборудования и сооружений, размещаемых в зоне теплового воздействия, должны быть стойкими к повышенной температуре.

## **8. Контрольно-измерительные приборы и средства автоматизации**

**8.1.** Контроль и дистанционное управление факельными системами должны вестись:

из собственного помещения управления (операторной, ЦПУ) или из помещения управления одной из технологических установок, сбрасывающих газ на факельную систему (для общей факельной системы);

из помещений управления одной из технологических установок, сбрасывающих газ (для отдельной и специальной факельных систем);

**8.2.** Факельные системы должны быть обеспечены средствами регистрации (или печатью на ЭВМ) с выводом показаний в помещение управления следующих параметров:

расхода продувочного газа в коллектор и газовый затвор;

уровня жидкости в сепараторах, сборниках конденсата;

уровня Жидкости в факельном гидрозатворе; количества сбросных газов и паров, а также конденсата, возвращаемых с установки сбора углеводородных газов и паров;

температуры газов и паров, поступающих в газгольдер;

температуры жидкости в факельном гидрозатворе.

**Примечание.** На факельных системах, расположенных непосредственно на территории технологической установки, допускается устанавливать приборы регистрации по месту.

**8.3.** Факельные системы должны быть оснащены средствами сигнализации с выводом сигналов в помещение управления следующих параметров:

минимального расхода продувочного газа в коллектор и в газовый затвор;

минимального давления или расхода топливного газа на дежурные горелки;

погасания пламени дежурных горелок; образования разрежения, равного или более 1000 Па, у основания факельного ствола;

минимального и максимального уровней жидкости в сепараторах, сборниках конденсата;

минимального уровня жидкости в факельных гидрозатворах;

максимальной температуры газов, поступающих в газгольдер;

максимальной температуры в факельных гидрозатворах;

включения насосов по откачке конденсата; включения компрессоров;

наличия горючих газов и паров в количестве 20 % нижнего концентрационного предела распространения пламени в помещениях компрессорной, гидрозатвора с дублированием звукового и светового сигналов и расположением указанных средств сигнализации над входной дверью, а также на наружных установках в местах размещения газгольдеров, сепараторов, насосов.

**Примечание.** Средства сигнализации разрежения не требуются, если произведение разности плотностей воздуха ( $\text{кг/м}^3$ ) и продувочного газа на высоту факельного ствола (м) не превышает 100.

**8.4.** Контроль давления топливного газа и воздуха в системе зажигания в линиях до регулирующих клапанов или вентилях, давления пара, уровня жидкости и температуры в сепараторах и сборниках конденсата должен осуществляться по месту.

**8.5.** Количество продувочного газа, подаваемого в начало факельного коллектора, должно регулироваться автоматически.

**8.6.** Давление топливного газа, подаваемого на дежурные горелки, должно регулироваться автоматически.

**8.7.** Факельные системы должны быть оснащены блокировками, смонтированными с учетом инерционности срабатывания средств КиПиА и времени открытия электроздвижки, обеспечивающими:

подачу инертного газа в газовый затвор при разрежении в факельном коллекторе, равном или более 1000 Па;

подачу инертного газа в начало факельного коллектора при прекращении подачи продувочного (топливного) газа (допускается вариант работы с постоянной подачей азота);

удаление конденсата из сепараторов и сборников конденсата, кроме имеющих постоянный слив через гидрозатвор, по достижении максимального уровня;

открытие электроздвижки на линии сброса газов на факельную установку при заполнении газгольдера на 85 % с одновременным закрытием электроздвижки на линии поступления газа в газгольдер;

открытие электроздвижки на линии поступления газа в газгольдер при заполнении его на 70 % с последующим закрытием электроздвижки на линии сброса газов и паров в факельный ствол;

остановку компрессоров при снижении объема газа в газгольдере до 10%;

пуск компрессоров, конструкция которых допускает проведение этой операции автоматически, или подачу сигнала, разрешающего ручной пуск при заполнении газгольдера не менее чем на 25 %;

**8.8.** Насосы для перекачки горючих жидкостей должны оснащаться:

блокировками для обеспечения надежной и безаварийной работы в соответствии с действующими нормативными документами и правилами;

средствами предупредительной сигнализации о нарушении параметров работы, влияющих на безопасность.

**8.9.** В обоснованных случаях на факельных системах складов жидкого аммиака для сельского хозяйства, находящихся в отдаленных от населения местах, в помещении управления должны быть предусмотрены сигнализация или дистанционный контроль:

минимального давления инертного или топливного газа, подаваемого в газовый затвор;  
максимального и минимального уровней жидкости в сепараторе при удалении ее насосом;  
минимального уровня жидкости в гидрозатворе и максимального уровня в сборниках конденсата;  
разрежения, равного или более 1000 Па, у основания факельного ствола, если оно может образоваться по расчету; давления по месту;

топливного газа и воздуха в системе зажигания и в линиях до регулирующих клапанов или вентилях;

продувочного газа, пара и воздуха в сетях, подходящих к факельной установке.

**8.10.** На факельных системах нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий в помещении управления следует предусматривать средства сигнализации и регистрации случаев сброса газа технологическими установками (секциями), а также приборы для регистрации хозрасчетных параметров.

## **9. Специфические требования к факельным системам**

### **А. Производство желтого фосфора**

**9.1.** Сепараторы, гидрозатворы и газовые затворы на факельных стволах не устанавливаются. Запрещается подача водяного пара (воды) на факельную установку.

**9.2.** Азот в факельный ствол при отсутствии сброса подается в соответствии со специальной инструкцией, утвержденной главным инженером предприятия.

**9.3.** Допускается эксплуатация факельных установок рудно-термических печей без запальных устройств и дежурных горелок.

### **Б. Производство ацетилена окислительным пиролизом природного газа**

**9.4.** Сбрасываемые смеси после реакторов окислительного пиролиза природного газа должны направляться в отдельную факельную систему; содержание кислорода в смеси в пусковой период должно быть определено технологическим регламентом данного производства и контролироваться автоматическими газоанализаторами.

**9.5.** При размещении факельного ствола на аппарате или на перекрытии производственного здания (этажерки) гидрозатвор не устанавливается.

**9.6.** Для предотвращения распространения взрывного распада ацетилена от факельного оголовка в факельную систему перед вводом в факельный ствол следует устанавливать огнепреградитель, оборудованный обогревающим устройством.

**9.7.** Допускается не подавать в зону пламени пар или распыленную воду при объемной доле углеводородов в сбросном горючем газе до 20 %.

## **10. Пуск и эксплуатация**

**10.1.** Перед каждым пуском факельная система должна быть продута азотом до объемной доли кислорода у основания факельного ствола не более 50 % минимального взрывоопасного.

При сбросах водорода, ацетилена, этилена и окиси углерода объемная доля кислорода не должна превышать 2 %.

Для предотвращения попадания воздуха в факельную систему при продувке технологических установок азотом продувочные газы должны сбрасываться через свечу в атмосферу.

При одновременной продувке азотом всех технологических аппаратов, подсоединенных к факельной системе, для удаления воздуха допускается сбрасывать продувочные газы в факельный ствол при погашенных горелках. Периодичность проведения анализов должна быть предусмотрена технологическим регламентом.

В общую факельную систему продувочные газы сбрасывать запрещается.

**10.2.** Для предотвращения попадания воздуха в факельную систему следует предусматривать подачу продувочного газа (инертного или топливного), обеспечивающую следующие скорости потока в расчете на сечение факельного ствола (под оголовком):

не менее 0,05 м/с с газовым затвором;

не менее 0,9 м/с без газового затвора при плотности продувочного (топливного) газа 0,7 кг/м<sup>3</sup> и более;

не менее 0,7 м/с без газового затвора при инертном продувочном газе (азоте).

**Примечание.** Запрещается использовать в качестве продувочного топливный газ плотностью менее 0,7 кг/м<sup>3</sup> в факельных системах, не оборудованных газовыми затворами.

**10.3.** Перед непосредственным прекращением сброса горючих газов и паров, нагретых до высокой температуры, должна быть обеспечена дополнительная подача продувочного газа с целью предотвращения образования вакуума в факельной системе при охлаждении или конденсации.

**10.4.** Перед проведением ремонтных работ факельная система должна быть отсоединена стандартными заглушками от технологических установок и продута азотом (при необходимости пропарена) до полного устранения горючих веществ с последующей подачей воздуха с объемной долей кислорода не менее 18 % и содержанием вредных веществ не более предельно допустимого.

Конкретные мероприятия должны разрабатываться в соответствии с действующими нормативными документами по безопасности.

**10.5.** Факельные оголовки при расположении в общей зоне ограждения нескольких факельных стволов следует ремонтировать в теплозащитном костюме.

**10.6.** Во время грозы запрещается находиться на площадке факельной установки и прикасаться к металлическим частям и трубам.

**10.7.** Не допускается присутствие лиц, не связанных с эксплуатацией факельных систем, в зоне ограждения факельного ствола.

**10.8.** На территории факельных установок должны быть первичные средства пожаротушения в соответствии с действующими нормами.

## Приложение 1

### ТЕРМИНЫ И ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**Аварийные сбросы** — горючие газы и пары, поступающие в факельную систему при срабатывании рабочих предохранительных клапанов и других устройств аварийного сброса. Величина аварийного сброса принимается равной максимально возможному сбросу из технологической установки.

**Газовый затвор** — устройство для предотвращения попадания воздуха в факельную систему через верхний срез факельного ствола и снижения расхода продувочного газа. Конструкции газовых затворов разработаны в ГИАП.

**Минимальное взрывоопасное содержание кислорода** — концентрация кислорода в горючей смеси, ниже которой воспламенение и горение смеси становятся невозможными при любой концентрации горючего в смеси.

**Начало факельной системы** — участки факельных трубопроводов (коллекторов), непосредственно примыкающих к границе технологической установки.

**Общая факельная система** — система, которая обслуживает все производства или группу производств, технологических установок и другие источники сбрасываемых газов, не связанных в одну технологическую линию.

**Отдельная факельная система** — система, которая обслуживает одно производство, один цех, одну технологическую установку, один склад, или несколько технологических блоков, которые связаны единой технологией в одну технологическую нитку и могут останавливаться одновременно (один источник сброса).

**Периодические сбросы** — горючие газы и пары, направляемые в факельную систему при пуске, остановке оборудования, отклонениях от технологического режима.

**Постоянные сбросы** — горючие газы и пары, поступающие непрерывно от технологического оборудования и коммуникаций при нормальной их эксплуатации.

**Постоянный отвод жидкости** — непрерывное ее удаление из сепаратора самотеком без использования насосов.

**Рабочий предохранительный клапан** — клапан, установленный в соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, для предотвращения роста давления в аппарате.

**Резервный рабочий клапан** — предохранительный клапан, установленный параллельно рабочему и включаемый в работу блокировочным устройством «закрыто — открыто».

**Сбросная труба** — вертикальная труба для сброса газов и паров в атмосферу без сжигания.

**Сбросы** (сбросные газы и пары) — отходящие от производства, цеха, технологической установки, склада или иного источника горючие газы и пары, которые не могут быть непосредственно использованы в данной технологии.

**Свеча** — устройство для выпуска продувочного газа в атмосферу.

**Система с одним клапаном** — такая система, в которой для предотвращения роста давления

устанавливается только рабочий (рабочие) предохранительный клапан или рабочий и резервный (рабочие и резервные) клапаны с переключающим устройством.

**Специальная факельная система** — система, предназначенная для сжигания газов и паров, которые по своим свойствам и параметрам не могут быть направлены в общую или отдельную факельную систему. Сбросы имеют следующие особенности:

содержат вещества, склонные к разложению с выделением тепла, полимеризующиеся продукты, агрессивные вещества, механические примеси, которые уменьшают пропускную способность трубопроводов, продукты, способные вступать в реакцию с другими веществами, направляемыми в факельную систему;

содержат сероводород объемной долей более 8 %. Давление в технологической установке не обеспечивает сброс в общую факельную систему и т. д.

**Специальный факельный трубопровод** — трубопровод для подачи сбросного газа к факельной установке (факельному оголовку) при особых условиях, не совпадающих с условиями в факельном коллекторе.

**Установка сбора углеводородных газов и паров** — совокупность устройств и сооружений, предназначенных для:

сбора и кратковременного хранения сбрасываемых газов общей факельной системы; возврата газа и конденсата на предприятие с целью дальнейшего использования.

Установки сбора углеводородных газов и паров, как правило, включают:

сепараторы-отбойники конденсата; газгольдеры переменного объема; компрессоры;

насосы для откачки конденсата; трубопроводы и арматуру; приборы контроля и автоматики; холодильники.

**Факельный коллектор** — трубопровод для сбора и транспортировки сбросных газов и паров от нескольких источников сброса.

**Факельный оголовок** (факельная горелка) устройство из жаропрочной стали с дежурными горелками и запальниками, оснащенное приспособлениями для подачи водяного пара, распыленной воды и воздуха.

**Факельный ствол** — вертикальная труба с оголовком и газовым затвором.

**Факельный трубопровод** — трубопровод для подачи газов и паров от одного источника сброса.

**Факельная установка** - совокупность устройств, аппаратов, трубопроводов и сооружений для сжигания сбрасываемых газов и паров.

## Приложение 2 (рекомендуемое)

### Расчет концентраций горючего газа при сбросе из предохранительного клапана через сбросную трубу

Расчет проведен для условий, при которых выброс происходит горизонтально в течение длительного времени и при наихудших метеоусловиях (штиль), максимальная приземная концентрация не превышает 50 % нижнего предела распространения пламени (воспламенения). Для уменьшения приземной концентрации рекомендуется сбросной патрубок направлять вертикально вверх.

1. Приземная концентрация газа ( $г/м^3$ ) на различных расстояниях от предохранительного клапана определяется по формуле:

$$C=6Md(VX)^{-1}(\rho/\rho_B)0,5e^{-0,5(10hX)^2}$$

где  $M$  — количество сбрасываемого газа,  $г/с$ ;

$d$  — диаметр сбросного патрубка,  $м$ ;

$V$  — объем сбрасываемого газа при нормальном давлении,  $м^3/с$ ;

$X$  — горизонтальное расстояние от сбросного патрубка до места, где определяется концентрация,  $м$ ;

$\rho, \rho_B$  — плотность сбрасываемого газа и окружающего воздуха,  $кг/м^3$ ;

$h$  — высота сбросного патрубка,  $м$ .

2. Максимальная приземная концентрация газа,  $г/м^3$

$$C_M = 0,35Md(Vh)(\rho \rho_B).$$

3. Расстояние, на котором наблюдается максимальная приземная концентрация  $X_M = 10 h$ , м.
4. Минимальная высота выброса, м

$$h_{min} = 0,7Md(VC_{н.п.в.})(S S_B),$$

где  $C_{н.п.в.}$  - концентрация нижнего предела распространения пламени, г/м<sup>3</sup>.

#### **Примечания.**

1. Рекомендуется принимать скорость выхода газа из сбросного патрубка 80 м/с.
2. Опасной зоной считается круг радиусом  $X_M$ .

### **Приложение 3 (рекомендуемое)**

#### **ОПИСАНИЕ РАБОТЫ НАСОСОВ**

##### **Ситуация 1.**

Углеводородные газы в факельную систему не сбрасываются. Факельная система заполнена топливным или инертным газом. Факельный сепаратор и насосы жидкостью не заполнены. Задвижки (поз. 1 и 9), вентили (поз. 4 и 7) находятся в открытом положении (см. рис. 4). Задвижки (поз. 5 и 6) закрыты.

##### **Ситуация 2.**

Углеводородные газы сбрасываются в факельную систему. В сепараторе появляется конденсат, который по всасывающему трубопроводу поступает в оба насоса и заполняет их. Отвод газовой фазы происходит из нагнетательных линий насосов в сепаратор по трубопроводу Ду25 через дроссельную шайбу с отверстием в ней 10 мм.

##### **Ситуация 3.**

В факельном сепараторе продолжается накопление жидкости. Жидкость достигает уровня откачки (1/4 высоты сепаратора). Автоматически включается рабочий насос. Открывается задвижка на нагнетании (поз. 5). Если уровень жидкости продолжает повышаться и достигает максимальной величины (1/2 высоты сепаратора), то дается команда на включение резервного насоса и открывается задвижка (поз. 6) на линии его нагнетания.

##### **Ситуация 4.**

В результате откачки количество жидкости уменьшается до минимального уровня сепаратора, который определяется временем остановки насоса. При достижении этого уровня автоматически выключается работающий насос (работающие насосы) и закрываются задвижки на нагнетании.

### **Приложение 4**

#### **Расчет**

**плотности теплового потока от пламени, минимального расстояния и высоты факельного ствола**

##### **1. Обозначения и определения:**

$C_{pi}$ ,  $C_{vi}$  — теплоемкости компонентов, Дж/(моль·К);

$D$  — диаметр факельной трубы, м;  
 $k$  — показатель адиабаты ( $k = \sum N_i C_{pi} / \sum N_i C_{vi}$ );  
 $M$  — молекулярная масса, кг/(кг/кг/моль);  
 $N_i$  — молярная доля  $i$ -го компонента в смеси;  
 $T$  — температура газа, К;  
 $v$  — скорость истечения сбросного газа, м/с;  
 $v_B$  — скорость ветра на уровне центра пламени, м/с:

$$v_B = v_T [0,9 + 0,01 (H + Z)] \text{ при } H + Z < 60,$$

$$v_B = v_T [1,34 + 0,002 (H + Z)] \text{ при } 60 < H + Z < 200;$$

$v_T$  — максимальная скорость ветра, м/с, определяемая по приложению 4 СНиП [2.01.01-82](#) «Строительная климатология и геофизика».

$v_{зв}$  — скорость звука в сбрасываемом газе, м/с:

$$v_{зв} = 91,5 \sqrt{KT / M};$$

$\mu$  — отношение скорости истечения к скорости звука в сбрасываемом газе ( $\mu = v / v_{зв}$ ).

При этом рекомендуется принимать:

при постоянных сбросах  $\mu \leq 0,2$ ;

при периодических и аварийных сбросах  $\mu \leq 0,5$ ;

$X$  — расстояние от факельного ствола, м;

$X_{min}$  — минимальное расстояние от факельного ствола до объекта, м;

$q$  — плотность теплового потока в расчетной точке, кВт/м<sup>2</sup>.

$$q = q_{п} + q_{с},$$

$q_{п}$  — плотность теплового потока от пламени, кВт/м<sup>2</sup>;

$q_{п,д}$  — предельно допустимая плотность теплового потока, кВт/м<sup>2</sup>;

$$q_{п,д,п} = q_{п,д} - q_{с},$$

$q_{п,д,п}$  — предельно допустимая плотность теплового потока от пламени, кВт/м<sup>2</sup>;

$q_{с}$  — прямая солнечная радиация, кВт/м<sup>2</sup>, определяется для 11 - 12 ч по приложению 5 СНиП [2.01.01-82](#) «Строительная климатология и геофизика».

$Q$  — количество тепла, выделяемое пламенем, кВт;

$h$  — высота объекта, м;

$H$  — высота факельного ствола, м (рекомендуется принимать не менее  $35D$ );

$Z$  — расстояние от центра излучения пламени до верха ствола, м;

при  $\mu < 0,2$  рекомендуется принимать  $Z = 5D$ ,

при  $\mu \geq 0,2$  определяют по следующим соотношениям:

$H/D$	20	30	35	40	60	80	100
$Z/D$	32	37	39	40	44	47	48

$\alpha$  — угол отклонения пламени (угол между вертикалью факельного ствола и осью пламени), градус,  
 $\text{tg } \alpha = v_B / v$ ;

$\varepsilon$  — коэффициент излучения пламени (принимается по справочным данным).

Значения  $q_{п,д}$  (кВт/м<sup>2</sup>) рекомендуется принимать:

У основания факельного ствола	9,4
При условии эвакуации персонала в течение 30 с	4,8
На ограждении факельной установки и при условии:	
эвакуации персонала в течение 3 мин	2,8
неограниченного пребывания персонала	1,4
Расчетный вариант сброса определяется по максимальной плотности теплового потока	

## 2. Расчетные формулы

2.1. Плотность теплового потока  $q_n$  проверяют при выбранной высоте факельного ствола  $H$  и заданном расстоянии  $X$ . Минимальное расстояние между факельным стволом и объектом определяют при выбранной высоте факельного ствола. Высоту факельного ствола определяют при заданном расстоянии между факельным стволом и объектом.

2.2. При  $\mu < 0,2$

$$q_n = \frac{\varepsilon Q}{4\pi [(X - Z \sin \alpha)^2 + (H - h + Z \cos \alpha)^2]^{3/2}}$$

$$X_{\min} = \sqrt{\frac{\varepsilon Q}{4\pi q_{n, \text{д.н}}} - (H - h + Z \cos \alpha)^2} + Z \sin \alpha;$$

$$H = \sqrt{\frac{\varepsilon Q}{4\pi q_{n, \text{д.н}}} - (X - Z \sin \alpha)^2} + h - Z \cos \alpha;$$

2.3. При  $\mu \geq 0,2$

$$q_n = \frac{\varepsilon Q}{4\pi [X^2 + (H - h + Z)^2]^{3/2}}$$

$$X_{\min} = \sqrt{\frac{\varepsilon Q}{4\pi q_{n, \text{д.н}}} - (H - h + Z)^2};$$

$$H = \sqrt{\frac{\varepsilon Q}{4\pi q_{n, \text{д.н}}} - X^2} + h - Z.$$