

**В.Л. Березин**

# **Сооружение насосных и компрессорных станций**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 528  
ББК 38.2  
В11

В11 **В.Л. Березин**  
Сооружение насосных и компрессорных станций / В.Л. Березин – М.: Книга по Требованию, 2016. – 288 с.

**ISBN 978-5-458-26886-8**

Приведены блочно-комплектные и блочно-модульные насосные (НС) и компрессорные (КС) станции, основания и фундаменты к ним, даны основы расчета строительных конструкций зданий и сооружений НС и КС. Рассмотрена организация монтажных- и специальных строительных работ при сооружении насосных и компрессорных станций. Описан монтаж агрегатов НС и КС, их технологического оборудования, систем водоснабжения, канализации и т. д. Для студентов нефтяных вузов по специальности «Сооружение газонефтепроводов, газохранилищ и нефтебаз».

**ISBN 978-5-458-26886-8**

© Издание на русском языке, оформление  
«YOYO Media», 2016

© Издание на русском языке, оцифровка,  
«Книга по Требованию», 2016

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

[www.samizday.ru/reprint](http://www.samizday.ru/reprint)



#### 1. НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ НАСОСНЫХ И КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ

Современные магистральные нефте- и газопроводы большого диаметра представляют собой транспортные инженерные сооружения большой мощности и пропускной способности. Так, пропускная способность магистрального газопровода диаметром 1420 мм составляет 80 млн. м<sup>3</sup>/сут природного газа, а магистрального нефтепровода диаметром 1220 мм — 0,3 млн. т/сут нефти на расстояния до 3500—4500 км. Для того чтобы обеспечить перемещение таких объемов газа на большие расстояния по внутритрубному пространству, в начале (голове) газопроводов большого диаметра создают давление в 7,5 МПа. В ближайшей перспективе на вновь строящихся газопроводах начальное давление будет увеличено до 10—12 МПа. Начальное давление в магистральных нефтепроводах уже достигает 6,4 МПа. Энергия, обеспечивающая перемещение газа, нефти или нефтепродуктов по магистральным трубопроводам, сообщается соответственно компрессорными и насосными станциями. Однако энергия, переданная потоку газа или нефти в начале магистрального трубопровода, быстро снижается по мере перемещения, что приводит к снижению скорости перемещения потока. Если движущийся поток газа, нефти или нефтепродукта не будет получать дополнительную энергию, то давление во внутритрубном пространстве может уменьшиться до нуля, а движение потока газа, нефти или нефтепродукта может прекратиться. В связи с этим для компенсации потерь энергии в среднем через каждые 100—150 км по длине магистральных трубопроводов устанавливают промежуточные насосные или компрессорные станции.

На современных магистральных газо-, нефте- и нефтепродуктопроводах сооружают различные по назначению, компоновке и конструктивным решениям компрессорные и насосные (нефтеперекачивающие) станции.

*По назначению и расположению на магистральном трубопроводе компрессорные и насосные станции подразделяют на головные и промежуточные.*

Головные компрессорные и насосные станции располагают в начале (голове) магистральных трубопроводов. На головные компрессорные станции (ГКС) природный газ поступает с газо-

добывающих предприятий (газовых промыслов), подготовленный на установках комплексной подготовки газа (УКПГ) к дальнему трубопроводному транспорту. При необходимости на головных сооружениях (ГС), расположенных на территории ГКС, газ дополнительно очищают от пыли (частиц механических примесей) и осушают. На головную компрессорную станцию газ поступает под давлением 2—4 МПа, а затем с помощью центробежных нагнетателей с приводом от газотурбинных установок или электродвигателей компримируется и подается в магистральный газопровод под рабочим давлением. На головные насосные станции (ГНС) поступают товарная нефть, добытая на нефтяных промыслах и подготовленная к дальнему трубопроводному транспорту на установках промысловой подготовки нефти, продукты переработки нефти (нефтепродукты — бензин, дизельное топливо и др.). Нефть и нефтепродукт, поступающие на ГНС, вначале закачивают в резервуары, входящие в состав резервуарного парка станции, а затем с помощью подпорных насосов подают на прием основных насосных агрегатов, которые направляют нефть и нефтепродукт в магистральный трубопровод под давлением до 6,4 МПа.

Промежуточные компрессорные и насосные станции предназначены для поддержания необходимого режима транспорта газа, нефти или нефтепродукта по всей длине магистрального трубопровода. Размещают промежуточные компрессорные и насосные станции по трассе магистрального трубопровода в среднем через каждые 100—150 км. Подключение промежуточных станций к магистральному трубопроводу предусматривает возможность их отключения и пропуск газа, нефти или нефтепродукта по трубопроводу, минуя промежуточные станции. Необходимое число компрессорных и насосных станций определяют специальным расчетом.

*По конструкции и объемно-планировочным решениям* компрессорные и насосные станции подразделяют на:

компрессорные и насосные станции в традиционном исполнении;

блочно-комплектные компрессорные и насосные станции с размещением основных перекачивающих агрегатов в общих или индивидуальных зданиях;

полностью блочно-комплектные компрессорные и насосные станции с размещением всех перекачивающих агрегатов и оборудования в блок-боксах или блок-контейнерах, включая блочно-модульные станции.

На компрессорных и насосных станциях в традиционном исполнении основные перекачивающие агрегаты и часть вспомогательного оборудования размещали в тяжелых капитальных зданиях, главным образом с железобетонным несущим каркасом. При этом большое число единиц основного и вспомогательного оборудования поступало с заводов-изготовителей не укрупненными блоками, а в виде отдельных частей и деталей с последую-

щей их монтажной сборкой на строительной площадке. Компрессорные и насосные станции такого типа отличались большой трудоемкостью строительства и монтажа и длительными сроками их сооружения. В настоящее время подобные компрессорные и насосные станции уже не сооружают. Но значительное их число, построенное в 50—60-е годы и в начале 70-х годов, находится в эксплуатации. На всех строящихся магистральных газо-, нефте- и нефтепродуктопроводах сооружают только блочно-комплектные и блочно-модульные компрессорные и насосные станции. При этом степень блочности станций, т. е. степень насыщения их блочно-комплектными и блочно-модульными устройствами различная.

*По типу привода перекачивающих агрегатов* компрессорные и насосные станции подразделяют на:

компрессорные станции, оснащенные перекачивающими агрегатами с приводом от газовых турбин. В качестве топлива для турбин используют природный газ, забираемый из магистрального газопровода. Для привода центробежных нагнетателей при транспортировке газа используют следующие виды газовых турбин: стационарные, мощностью 6, 10, 16, 25 тыс. кВт, авиационные и судовые мощностью 6, 10, 16 тыс. кВт;

компрессорные станции, оснащенные перекачивающими агрегатами с приводом от электродвигателей;

насосные станции, оснащенные перекачивающими агрегатами с приводом от электродвигателей.

Из данных табл. 1 видно дальнейшее сохранение и даже некоторое увеличение применения газоперекачивающих агрегатов с газотурбинным приводом. Причем этот прирост осуществляется за счет более широкого применения в качестве привода центробежных нагнетателей авиационных и судовых газовых турбин, а также мощных стационарных газовых турбин ГТН-16 и ГТН-25. Все строящиеся насосные станции магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов имеют привод от электродвигателей. Следует отметить, что вид привода перекачивающих аг-

**Таблица 1. Распределение газоперекачивающих агрегатов с приводами различных типов (в % установленной мощности) по годам [12, 32]**

| Газоперекачивающий агрегат     | 1980 г. | Ввод<br>в действие за<br>1981—1985 гг. | 1985 г. |
|--------------------------------|---------|----------------------------------------|---------|
| С газотурбинным приводом       | 78,3    | 79                                     | 82,7    |
| В том числе:                   |         |                                        |         |
| от стационарных газовых турбин | 47,2    | 44,6                                   | 41,5    |
| от авиационных газовых турбин  | 19,3    | 24,4                                   | 25      |
| от судовых газовых турбин      | 11,8    | 10                                     | 16,2    |
| С электроприводом              | 18,5    | 21                                     | 14      |
| Газомотокомпрессор             | 3,2     | —                                      | 3,3     |

**Таблица 2. Характеристика зданий компрессорных и насосных станций**

| Станция       | Характеристика перекачивающего агрегата                           | Вид применяемого здания                    |
|---------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Компрессорная | Привод от стационарных газовых турбин ГТК-10, ГТ-7-750 и ГТ-750-6 | Общее здание                               |
| Компрессорная | Привод от стационарных газовых турбин ГТН-25, ГТН-16 и ГТН-6      | Индивидуальные здания для каждого агрегата |
| Компрессорная | Привод от судовых газовых турбин ГПУ-10                           | То же                                      |
| Компрессорная | Привод от авиационных газовых турбин ГПА-Ц-6,3 и ГПА-Ц-16         | Транспортабельные боксы                    |
| Компрессорная | С электроприводом СТД-4000 и СТД-125000                           | Общее здание                               |
| Насосная      | С электроприводом                                                 | То же                                      |

регатов является определяющим в выборе типа здания компрессорного или насосного цеха (табл. 2).

Объемно-планировочные и конструктивные решения, габариты зданий компрессорных и насосных цехов непосредственно зависят от конструкции и габаритов перекачивающих агрегатов.

В зависимости от вместимости резервуарных парков насосные станции магистральных нефте- и нефтепродуктов принято разделять на три категории: I — более 50 тыс. м<sup>3</sup>; II — от 10 до 50 тыс. м<sup>3</sup>; III — менее 10 тыс. м<sup>3</sup> и при отсутствии резервуарного парка.

## **2. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СТРОИТЕЛЬНОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ НАСОСНЫХ И КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ**

Как и любой промышленный или гражданский объект, насосные и компрессорные станции магистральных трубопроводов сооружают только в соответствии с проектами, разработанными государственными проектными организациями. Проекты магистральных трубопроводов для транспортировки нефти, нефтепродуктов и газа, в состав которых в качестве наземных объектов входят насосные и компрессорные станции, разрабатывают проектные институты Миннефтепрома (Гипротрубопровод, Южгипронефтепровод и др.), Госкомнефтепродукта РСФСР (Гипронефетранс), Мингазпрома (Гипроспецгаз, Южгипрогаз, ВНИПИ-Трансгаз, Союзгазпроект и др.).

При проектировании магистральных трубопроводов и входящих в их состав насосных и компрессорных станций проектные организации руководствуются:

законами СССР, указами Президиума Верховного Совета СССР, решениями правительства СССР;

документами по основным техническим направлениям в проектировании предприятий нефтяной и газовой промышленности; нормами технологического проектирования, строительными нормами и правилами (СНиП), инструкциями по проектированию и строительству, техническими правилами по экономному расходованию основных строительных материалов и др.

утвержденными каталогами индустриальных строительных изделий, перечнями (каталогами) типов проектов для применения в строительстве;

стандартами на строительные материалы, детали, конструкции, санитарно-техническое оборудование и строительный инструмент;

сметными нормативами для определения сметной стоимости строительства;

информацией о новом технологическом и вспомогательном оборудовании, новых строительных материалах и изделиях.

При проектировании насосных и компрессорных станций магистральных трубопроводов руководствуются следующими строительными нормами и правилами и инструкциями: СНиП II-45—75 «Магистральные трубопроводы. Нормы проектирования», СНиП II-89—80 «Генеральные планы промышленных предприятий. Нормы проектирования», СНиП II-90—81 «Производственные здания промышленных предприятий. Нормы проектирования», СНиП II-2—80 «Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений», СНиП II-106—79 «Склады нефти и нефтепродуктов. Нормы проектирования», СН 433—79 «Инструкция по строительному проектированию предприятий, зданий и сооружений нефтяной и газовой промышленности».

Проект магистрального трубопровода с насосными или компрессорными станциями состоит из проекта со сводным сметным расчетом стоимости и рабочей документацией. Причем, если проектирование ведут в две стадии, то на первой стадии выполняют собственно проект со сводным сметным расчетом стоимости. После экспертизы и утверждения собственно проекта на второй стадии разрабатывают рабочую документацию. При проектировании в одну стадию сразу разрабатывают рабочий проект со сводным сметным расчетом стоимости. Стадийность разработки проектно-сметной документации устанавливает заказчик в задании на проектирование.

Проект на строительство магистрального трубопровода с насосными или компрессорными станциями состоит из следующих разделов <sup>1</sup>:

общая пояснительная записка, включающая ряд документов, в том числе план и продольный профиль трассы для линейной

---

<sup>1</sup> СН 202—81 «Инструкция о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений».

части, схему генерального плана и ситуационный план размещения насосной или компрессорной станции;

- технологические решения;
- строительные решения;
- организация строительства;
- сметная документация;
- паспорт проекта.

В состав рабочей документации для сооружения насосных или компрессорных станций входят следующие документы:

рабочие чертежи, разрабатываемые в соответствии с требованиями государственных стандартов СПДС;

- сметы;

- ведомости объемов строительных и монтажных работ, составленные по установленной форме;

- ведомости и сводные ведомости потребности в материалах; расчеты показателей изменения сметной стоимости, строительно-монтажных работ, затрат труда и расхода основных строительных материалов;

- спецификации на оборудование, опросные листы и габаритные чертежи;

- паспорта строительных рабочих чертежей зданий и сооружений.

Рабочий проект состоит из следующих документов:

общая пояснительная записка, основные чертежи, в том числе ситуационный и генеральный планы;

- организация строительства;

- сметная документация;

- паспорт рабочего проекта.

Параллельно с составлением указанной документации осуществляют разработку рабочей документации.

Рассмотрим несколько подробнее наиболее важные части проекта (рабочего проекта).

*Общая пояснительная записка* содержит исходные данные для проектирования, краткую характеристику объекта, оценку оптимальности выбранного варианта размещения объекта, данные о проектной мощности объекта, сведения о потребности в топливе, воде, тепловой и электрической энергии, трудовых ресурсах, изложение и оценку прогрессивности и экономичности основных проектных решений; состав предприятия (насосной или компрессорной станции); сведения по объемам основных работ; сведения о проведенных согласованиях проектных решений и соблюдении требований норм, правил, инструкций и государственных стандартов, в том числе норм по взрыво- и пожаробезопасности; краткую характеристику района и площадки строительства; мероприятия по восстановлению (рекультивации) земельного участка.

В состав общей пояснительной записки входят также решения и показатели по генеральному плану, внутриплощадочному и внешнему транспорту. Основные чертежи в составе общей по-

яснительной записки: ситуационный план или план и продольный профиль трассы (для линейной части магистральных трубопроводов); схема генерального плана.

Ситуационный план — план, показывающий размещение объекта строительства в увязке с производственной базой строительно-монтажной организации, ближайшими населенными пунктами, источниками и внешними сетями энерго-, тепло- и водоснабжения, сооружениями и сетями канализации, транспорта и связи, карьерами и отвалами, а также основные особенности природных условий территории в районе строительства.

Генеральный план (генплан) — часть проекта, содержащая комплексное решение вопросов планировки и благоустройства объекта строительства, размещения зданий, сооружений, транспортных коммуникаций и инженерных сетей, организации систем хозяйственного и бытового обслуживания. В графической части (схеме) генплана показывают горизонтальную планировку, т. е. размещение в плане существующих и проектируемых зданий и сооружений, очередность строительства объектов и пусковых комплексов, благоустройство территории, картограмму земляных масс, план инженерных коммуникаций и сетей. Графическую часть (схему) генплана выполняют в масштабах 1 : 1000, 1 : 2000, 1 : 5000.

Раздел *«Технологические решения»* содержит производственную расчетную программу; краткую характеристику и обоснование решений по технологии производства, механизации и автоматизации технологических процессов; предложения по организации контроля за качеством продукции; состав и оценку прогрессивности выбранного оборудования, показатели его загрузки. В разделе приведены решения по принятой технологии транспортировки нефти, нефтепродуктов и газа, выбранным перекачивающим агрегатам, вспомогательному оборудованию и трубопроводной обвязке перекачивающих агрегатов, обеспечению насосной или компрессорной станции электроэнергией, газом и теплом. Указываются мероприятия по охране окружающей среды. Графическая часть содержит принципиальные схемы технологических процессов и механизации производства, технологические компоновки по цехам, схемы автоматизации технологических процессов и другой графический материал.

В разделе *«Строительные решения»* дается краткое описание архитектурно-строительных решений по зданиям и сооружениям насосных и компрессорных станций и проектных решений, обеспечивающих заданную освещенность, благоприятные условия воздушной среды производственных и вспомогательных помещений, снижение производственных шумов и вибраций, электро-, взрыво- и пожаробезопасность и защиту строительных конструкций от коррозии. Приводится также краткое описание проектных решений по бытовому и санитарному обслуживанию работающих на насосной или компрессорной станции. Графическая часть содержит планы, разрезы и фасады зданий и сооружений, строя-

щихся по индивидуальным проектам, со схематическим изображением основных несущих и ограждающих конструкций. По объектам, сооружаемым по типовым проектам, приводятся каталожные листы типовых проектов; а по повторно применяемым проектам — основные чертежи. Приводятся также эскизные решения по антикоррозионной защите строительных конструкций, схемы трасс внешних инженерных и транспортных коммуникаций, планы и профили внутриплощадочных сетей и сооружений на них.

*Раздел «Организация строительства»* содержит проект организации строительства (ПОС) и проект производства работ (ППР). Графическая часть состоит из ситуационного плана строительства и строительного генерального плана (стройгенплана).

Проект организации строительства — составная часть проекта (рабочего проекта), определяющая общую продолжительность и промежуточные сроки строительства, распределение капитальных вложений и объемов строительно-монтажных работ, материально-технические и трудовые ресурсы и источники их покрытия, основные методы выполнения строительно-монтажных работ и структуру управления строительством объекта. Проект организации строительства — основной документ, в соответствии с которым планируют капитальные вложения, кадры, материально-технические ресурсы, мероприятия по организации индустриальной базы строительства. Проект организации строительства разрабатывает генеральная проектная организация, которая для разработки специальных вопросов привлекает специализированные проектные организации.

В состав проекта организации строительства входят следующие материалы:

- сводный календарный план или сетевой график строительства (для насосных и компрессорных станций — сетевой график);

- календарный план работ, выполняемых в подготовительный период;

- объемы строительно-монтажных и специальных строительных работ;

- строительный генеральный план насосной или компрессорной станции;

- технологические карты на сложные работы, выполняемые впервые; на остальные строительно-монтажные и специальные строительные работы составляют схемы организации работ;

- чертежи временных зданий и сооружений, а также различных монтажных приспособлений;

- решения по охране труда, требующие проектной разработки; пояснительная записка.

Строительный генеральный план (стройгенплан) — часть проекта организации строительства, регламентирующая организацию строительной площадки. Стройгенплан составляют на ос-

новании генплана. В отличие от генплана на стройгенплане кроме возводимых постоянных зданий и сооружений показывают также все временные сооружения, необходимые для осуществления процесса строительства, в нашем случае — насосной или компрессорной станции. К таким временным сооружениям относят дороги и пути транспорта для строительства; подсобные предприятия и механизированные установки, размещаемые на строительной площадке; основные монтажные машины и механизмы; склады материалов и строительных конструкций; временные водопроводные и канализационные сети; временные сети электроснабжения; временные коммуникации пара, сжатого воздуха и т. д.

В разделе «Сметная документация» определяется сметная стоимость проектируемой насосной или компрессорной станции. Для определения сметной стоимости составляют следующие документы:

в составе проекта — сводный сметный расчет, сводку затрат; объектные и локальные сметные расчеты; сметы на проектные и изыскательские работы;

в составе рабочей документации — объективные и локальные расчеты.

В разделе «Паспорт проекта», который входит во все проекты, кроме объектов жилищно-гражданского строительства указываются основные данные спроектированного объекта. Паспорт проекта составляют по установленной форме.

При проектировании в одну стадию в состав рабочего проекта входят: сводный сметный расчет, сводка затрат, объектные и локальные сметы, сметы на проектные и изыскательские работы.

Площадки для сооружения насосных и компрессорных станций магистральных трубопроводов выбирают исходя из следующих требований:

размеры площадки должны обеспечивать размещение всех объектов и инженерных сооружений насосной или компрессорной станции. При этом следует (при соблюдении нормативных расстояний между объектами и сооружениями) обеспечить необходимую плотность застройки площадки

$$K_{пл} = (F_{п}/F) 100 \%,$$

где  $F_{п}$  — полезная площадь, занимаемая объектами на строительной площадке;  $F$  — общая площадь строительной площадки.

Нормативными документами<sup>1</sup> установлены минимальные плотности застройки для различных отраслей промышленности. Для компрессорных станций магистральных газопроводов минимальная плотность застройки составляет 40 %;

---

<sup>1</sup> СНиП II-89—80 «Генеральные планы промышленных предприятий. Нормы проектирования».

желательно, чтобы рельеф площадки был спокойным, без больших неровностей;

несущая способность грунтов в пределах строительной площадки должна обеспечивать возведение основных объектов насосных и компрессорных станций;

уровень грунтовых вод на строительной площадке должен быть низким;

площадки насосных и компрессорных станций, как правило, должны располагаться по одну сторону магистрального трубопровода.

Выполнять все вышеуказанные требования к строительным площадкам в условиях их строгой привязки к местности чрезвычайно трудно, особенно в условиях северных районов Западной Сибири и Крайнего Севера.

При проектировании насосных и компрессорных станций необходимо осуществлять горизонтальную и вертикальную планировки строительной площадки.

Горизонтальная планировка — рациональное размещение в плане всех объектов и инженерных сооружений насосных и компрессорных станций. При размещении объектов и сооружений насосных и компрессорных станций необходимо учитывать

**Таблица 3. Категории производств промышленных предприятий по СНиП II-90—81 «Производственные здания промышленных предприятий. Нормы проектирования»**

| Характеристика производств | Категория производств | Характеристика обращающихся в производстве веществ                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Взрывопожаро-опасные       | А                     | Горючие газы с нижним пределом взрывоопасности 10 % и менее по отношению к объему воздуха и жидкости с температурой вспышки паров до 28 °С включительно при условии, что указанные газы и жидкости могут образовывать взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5 % объема помещения |
|                            | Б                     | Горючие газы с нижним пределом взрывоопасности более 10 % по отношению к объему воздуха и жидкости с температурой вспышки паров с 28 до 61 °С включительно                                                                                                                           |
| Пожаро-опасные             | В                     | Жидкости с температурой вспышки паров выше 61 °С                                                                                                                                                                                                                                     |
|                            | Г                     | Несгораемые вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени                                                                                                             |
| Взрыво-опасные             | Д                     | Несгораемые вещества и материалы в холодном состоянии                                                                                                                                                                                                                                |
|                            | Е                     | Горючие газы без жидкой фазы и взрывоопасной пыли в таком количестве, что они могут образовывать взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5 % объема помещения, и в которых по условиям технологического процесса возможен только взрыв (без последующего горения)                  |