

ASME B19.3-1991
(REVISION OF ANSI/ASME B19.3-1983)

**Стандарт по технике
безопасности
на компрессоры для
обрабатывающих
отраслей
промышленности**

АМЕРИКАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ



Американское общество
инженеров-механиков

АМЕРИКАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ

Компрессоры для обрабатывающих отраслей промышленности

ASME CODE B19.3-1991

(ИСПРАВЛЕНО ANSI/ASME CODE B19.3-1986)



Американское общество
инженеров-механиков

345 East 47th Street, Нью-Йорк, N.Y. 10017

Дата выпуска: 31 июля 1991г.

Издание данного стандарта в 1991 г. публикуется с предоставлением услуги по автоматической подписке на приложения. Использование приложений дает возможность производить изменения в соответствии с публичными критическими комментариями или распоряжениями комитетов, издаваемыми ежегодно на постоянной основе; изменения, опубликованные в приложениях, вступят в силу через год после даты издания этих приложений. Публикация следующего издания данного стандарта предусмотрена графиком на 1996г.

ASME публикует письменные ответы на вопросы, касающиеся разъяснений технических аспектов данного стандарта. Разъяснения будут включаться с предоставлением вышеупомянутой услугой на приложения. Разъяснения не являются частью приложений к стандарту.

ASME – это заявленный торговый знак Американского общества инженеров-механиков.

Эти технические условия, или стандарт, были разработаны по методикам, которые признаны удовлетворяющими критериям Американских национальных стандартов. Комитет по согласованию, утверждавший эти технические условия или стандарт, не спешил с утверждением, чтобы дать возможность представителям компетентных и заинтересованных кругов принять участие. Эти предложенные технические условия или стандарт, были сделаны общедоступными для открытого ввода информации из промышленности, от академических сообществ, органов государственного регулирования и общественности в целом.

ASME не «утверждает», не «производит оценку» и не «подтверждает» никакого изделия, сооружения, запатентованного устройства или деятельности,

ASME не занимает никакой позиции относительно законности любых патентных прав, заявленных в отношении каких-либо изделий, упомянутых в данном документе, и не обязуется страховать любого, использующего стандарт, несмотря на ответственность за нарушение любой применимой патентной грамоты, или принимать на себя такую ответственность. Пользователи технических условий или стандарта специально информируются о том, что определение законности любых таких патентных прав и риск нарушения таких прав полностью лежат на их собственной ответственности.

Участие представителя(ей) агентств федерального правительства или аффилированных лиц(а) от промышленности не должно толковаться как одобрение данных норм и правил или стандарта правительством или промышленностью.

ASME берет на себя ответственность только за те разъяснения, опубликованные в соответствии с основными методами и политикой ASME, которые исключают выпуск толкований отдельными добровольцами.

Никакая часть данного документа не может воспроизводиться ни в какой форме, в т.ч. в электронной информационно-поисковой системе или иначе, без предварительного письменного согласия издателя.

Авторское право © 1991 принадлежит
АМЕРИКАНСКОМУ ОБЩЕСТВУ ИНЖЕНЕРОВ-МЕХАНИКОВ
Авторские права защищены
Отпечатано в США.

ПРЕДИСЛОВИЕ

(Это предисловие не является частью ASME B19.3-1991)

Использование сжатого газа в перерабатывающих отраслях промышленности имеет длинную историю. Опыт доказал, что необходимо обеспечивать определенные меры безопасности для компрессорных установок, чтобы свести к минимуму возможность наступления разрушающих механических отказов или других серьезных аварий. Правила техники эксплуатации в промышленности, которые развились из этого опыта, обеспечивают солидную базу для норм техники безопасности для газовых компрессоров.

Тем не менее, информация о методах, применяемых в промышленности, не была легкодоступной для всех тех, кто проектировал, монтировал или эксплуатировал компрессорные установки. Поэтому было решено, что необходим стандарт, включающий в себя основные нормы техники безопасности для компрессорных систем, обычно используемых в обрабатывающих отраслях промышленности. При разработке данного стандарта Комитет обращался за справками ко многим документам и в результате полученные рекомендации, как думается, представляют собой совокупность лучших полезных опытов.

В случае, если возникает практическая помеха или излишние трудности, обладающее полномочиями ведомство вынуждено давать согласие на исключение данного стандарта из буквальных требований и разрешать использовать другие приборы или методы, но только если совершенно очевидно, что при этом гарантируется равноценное обеспечение безопасности.

Правила техники безопасности и стандарты предназначены для улучшения здравоохранения и безопасности. Исправления производятся на базе анализа Комитетом таких факторов как технический прогресс, новые данные и изменяющиеся экологические и промышленные потребности. Изменения не подразумевают, что предыдущие издания были несоответствующими.

Данный стандарт, утвержденный Комитетом ASME B19 и спонсором, был одобрен и назначен в качестве Американского национального стандарта Американским национальным институтом стандартов 10 мая 1991 г.

ПЕРЕПИСКА С КОМИТЕТОМ В19

(a) *Общее.* Технические условия и стандарты ASME Code разрабатываются и поддерживаются с намерением представлять соглашение участвующих заинтересованных кругов. По существу, пользователи этого стандарта могут взаимодействовать с Комитетом, обращаясь с просьбой о разъяснениях, предлагая произвести пересмотр и посещая заседания Комитета. Корреспонденцию нужно направлять по адресу:

Secretary, B19 Main Committee
The American Society of Mechanical Engineers
United Engineering Center
345 East 47th Street
New York, NY 10017

(b) *Предложение пересмотров.* Стандарты периодически пересматриваются с тем, чтобы внести в них изменения, которые оказываются необходимыми или желательными, исходя из опыта, полученного в ходе применения стандарта. Утвержденные пересмотры будут периодически публиковаться.

Комитет приветствует предложения о пересмотрах этого стандарта. Такие предложения должны быть как можно более конкретными, содержать указание номера(ов) параграфа и предлагаемые формулировки и детальное описание причин для этого предложения, в том числе любую подходящую документацию.

(c) *Разъяснения.* Комитет В19 может по запросу предоставлять разъяснение любого требования этого стандарта. Разъяснения могут предоставляться только в ответ на письменный запрос, посланный секретарю Главного комитета.

Запрос о предоставлении разъяснения должен быть изложен ясно и точно. Кроме того, рекомендуется, чтобы спрашивающий представил свой запрос в следующем формате.

- Предмет: Указать соответствующий номер(а) параграфа и предоставить краткое изложение.
- Издание: Указать соответствующее издание стандарта, для которого запрашивается разъяснение.
- Вопрос: Сформулировать свой вопрос как запрос на предоставление разъяснения по конкретному требованию, которое было бы удобным для общего понимания и использования, но не как запрос на одобрение частной разработки или ситуации. Запрашивающий может также приложить любые планы или чертежи, требуемые для пояснения сути вопроса; однако они не должны содержать в себе патентованных названий или информации.

Запросы, присланные не в таком формате, будут переоформляться Комитетом в данный формат, прежде чем дать на них ответ, что может непреднамеренно изменить смысл первоначального запроса.

Методика проведения административной работы ASME предусматривает повторное рассмотрение любого разъяснения, когда или если имеется в распоряжении дополнительная информация, могущая повлиять на толкование. Кроме того, лица, потерпевшие ущерб в результате разъяснения, могут подать апелляционную жалобу в наблюдательный комитет или подкомитет ASME. ASME не «одобряет», не «удостоверяет», не «оценивает» или «подтверждает» какого-либо изделия, сооружения, запатентованного устройства или деятельности.

(d) *Присутствие на заседаниях Комитета.* Главный комитет В19 регулярно проводит заседания, которые открыты для общественности. Лица, желающие присутствовать на каком-либо заседании, должны связаться с секретарем Главного комитета.

КОМИТЕТ ASME CODE B19

Правила техники безопасности для компрессоров

(Ниже представлен список членов Комитета на момент утверждения данного стандарта)

ЧЛЕНЫ ПРАВЛЕНИЯ

Л. Ф. Райдер, *председатель*
П. Е. Леонард, *заместитель председателя*
Й. Пэнг, *секретарь*

ПЕРСОНАЛ КОМИТЕТА

R.W.Abraham (Р.В. Абраха), Badger Engineers, Inc.
P. J. Beaty (П.Й. Бити), E. I. DuPont de Nemours & Co.
W. F. Gallager (В.Ф. Гэллэгер), Air Products and Chemicals, Inc.
J. L. Hebb (Й.Л. Хебб), U.S. Department of Energy
F. P. Jackson (Ф.П. Джексон), Algonquin Gas Transmission
T. R. Kaye (Т.Р. Кэйе), Alternate, Maryland Casualty Co.
P. E. Leonard (П.Е. Леонард), Hartford Steam Boiler Inspection and Insurance Co,
D. C. Mbonu (Д.К. Мбону), General Services Administration
D. M. O'Dea (Д.М. О'Ди), Exxon Research and Engineering Co.
H. P. Rhees (Х.П. Рис), Champion Pneumatic Machinery Co.
L. F. Rider (Л.Ф. Райдер), York International Corp.
M. E. Schmidt (М.Е. Шимдт), Industrial Risk Insurers

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	iii
Переписка с Комитетом В19	v
Список членов Комитета.....	vii
1 Общее.....	1
1.1 Назначение	1
1.2 Область действия	1
1.3 Определения	1
1.4 Ссылки	2
1.5 Формат	2
1.6 Единицы СИ (метрические единицы).....	2
2 Общий анализ безопасности при проектировании и эксплуатации компрессоров.	2
2.1 Проектирование	2
2.2 Правила техники эксплуатации.....	3
3 Требования техники безопасности	4
3.1 Защита от избыточного давления	4
3.2 Защитные устройства	6
3.3 Противопожарная защита и взрывозащита	9
3.4 Предотвращение и контроль утечек, связанных с токсичными или легковоспламеняющимися материалами.....	13
3.5 Пределы вибрации	13

СТАНДАРТ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА КОМПРЕССОРЫ ДЛЯ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

1 ОБЩЕЕ

1.1 Назначение

Назначение данного стандарта заключается в том, чтобы предоставить общую информацию о технике безопасности а также конкретные рекомендации относительно основных требований к компрессорам, используемым в отраслях обрабатывающей промышленности. Эта информация предназначена в качестве руководства для тех, кто проектирует, монтирует и эксплуатирует компрессоры. Требования техники безопасности, описанные в данном стандарте и касающиеся вспомогательного оборудования для компрессоров, в том числе приводов, не должны применяться к такому вспомогательному оборудованию, если оно используется не в компрессорных установках.

1.2 Область применения

(a) Конкретные рекомендации этого стандарта предусматривают защитные устройства и защитное оборудование для предотвращения серьезных повреждений компрессоров в результате чрезмерного давления, разрушающих механических отказов, внутренних пожаров или взрывов и утечек токсичных или легковоспламеняющихся жидкостей. В них также указаны общие меры техники безопасности и опасные факторы, присущие только компрессорам. Этот стандарт используется для компрессора и его вспомогательного оборудования, в том числе для приводов, промежуточных холодильников, уравнивающих камер, растормаживающих цилиндров или скрубберов, соединительных труб и систем смазки, масляных уплотнений и оборотной воды. Требования этого стандарта применяются ко всем типам компрессоров (центробежным, осевым, ротационным и поршневым), являющимся неотъемлемой частью оборудования для нефтеперерабатывающих, нефтехимических или химических, а также воздуходелительных установок.

Они не применяются к газоснабжающим компрессорам, к автономным промышленным компрессорам в нефтедобывающей отрасли или к заводским воздушным компрессорам, работающим на предприятиях обрабатывающей промышленности, которая не относится к вышеупомянутым обрабатывающим отраслям промышленности.

(b) Несмотря на то, что положения этого стандарта могут применяться к большинству типовых компрессоров, используемых в обрабатывающих отраслях промышленности,

может потребоваться отмена этих рекомендаций по отношению к определенному оборудованию необычного или сложного конструктивного

исполнения. В таких случаях подразумевается, что конструкторы, работающие с применением полного и тщательного анализа технических требований к системе, должны иметь свободу при разработке мер по обеспечению безопасности. Положения данного стандарта не предназначены для применения к нижеуказанным позициям(1) и (2):

(1) для базового проектирования конструкций механических составных частей компрессора. Этот стандарт исходит из того необходимого условия, что составные части компрессора должны проектироваться квалифицированными инженерами в соответствии с общепризнанными стандартами и техническими условиями. Более того, очень важно, чтобы эти инженеры глубоко разбирались в основных понятиях при проектировании таких составных частей оборудования как цилиндры, поршни, коленвалы, маховики, подшипники, емкости, работающие под давлением, и трубная обвязка.

(2) Для проектирования и эксплуатации присоединенного технологического оборудования.

(c) Правила, способствующие надежной эксплуатации компрессоров, применяемых в обрабатывающих отраслях промышленности, применимы не только к новым компрессорным системам. Рекомендуется проводить ревизию всех компрессорных систем, чтобы учесть возможные изменения, связанные с пересмотром данного стандарта.

1.3 Определения

Максимально допустимая температура — максимальная температура, на которую изготовитель рассчитал компрессор (или любую часть, к которой это условие имеет отношение) для обработки заданного газа при заданном давлении.

Максимально допустимое рабочее давление — максимальное давление, на которое изготовитель рассчитал компрессор (или любую часть, к которой имеет отношение это условие, например, отдельный цилиндр или кожух) для обработки заданного газа при заданной температуре.

Максимальная постоянная скорость — самая высокая скорость, с которой, согласно расчету изготовителя, можно вести непрерывную эксплуатацию при установленных и действующих механизмах ограничения и регулирования скорости вращения

Точка перехода — производительность, ниже которой работа становится нестабильной при рабочей скорости центробежного или осевого компрессора.

1.4 Ссылки

Самое последнее издание нижеследующих стандартов, норм и правил или технических условий должны включать в себя часть этого стандарта в указанных здесь пределах. Использоваться должно издание, на котором стоит самая поздняя дата издания.

API - АМЕРИКАНСКИЙ НЕФТЯНОЙ ИНСТИТУТ
API RP 500A, Рекомендованная методика классификации зон для электроэнергетических установок на нефтеперерабатывающих заводах.

API RP 520, Рекомендованная методика проектирования и монтажа систем разгрузки давления на нефтеперерабатывающих заводах.

API 618, Поршневые компрессоры для многоцелевого обслуживания нефтеперерабатывающих заводов.

ASME CODE – АМЕРИКАНСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ-МЕХАНИКОВ

ASME CODE Технические условия на котлы и сосуды, работающие под давлением (далее именуемые как "Технические условия ASME CODE "), параграф VIII, раздел I

ASME CODE A13.1, Схематическое изображение идентификации систем трубопроводов

ASME CODE B15.1, Стандарт по технике безопасности на оборудование передачи механической энергии

ANSI/ASME CODE B31.3, Система трубопроводов химического и нефтеперерабатывающего завода

ASME CODE Руководство SI-1, Ориентация и руководство по пользованию единицами системы СИ (метрическими)

ASTM E 380, Практическое руководство по метрике

ИНСТИТУТ ХЛОРА Справочник по хлору

АССОЦИАЦИЯ СЖАТОГО ВОЗДУХА

Транспортировка ацетилена для химического синтеза

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ РЕГИСТР 40 СВОД ФЕДЕРАЛЬНЫХ ПОСТАНОВЛЕНИЙ США, ЧАСТЬ 60

ISO – МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ ISO R50S, Идентификационные цвета для труб, транспортирующих жидкости в жидком или газообразном состоянии в районе установки и на борту судна

NEMA – НАЦИОНАЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ICS-1, Общие стандарты на промышленные средства и системы управления

ICS-2, Промышленные контрольные устройства, контроллеры и блоки управления

MG1, Двигатели и генераторы

MG2, Стандарт по технике безопасности при строительстве и руководство по выбору, монтажу и использованию электродвигателей и генераторов.

NFPA – НАЦИОНАЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ ПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ

ANSI/NFPA 37, Монтаж и использование стационарных двигателей внутреннего сгорания и газовых турбин

ANSI/NFPA 70, Национальный свод законов и стандартов США по электротехнике

OSHA - УПРАВЛЕНИЕ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ГИГИЕНЕ ТРУДА, часть 1910, Стандарты на технику безопасности и гигиену труда

1.5 Формат

Обязательные к исполнению нормы данного стандарта выражаются использованием слова «*нужно*». Если высказывание имеет рекомендательный характер, то это выражается словом «*следует*» или формулируется в виде рекомендации.

1.6 Единицы системы СИ (метрические)

Этот стандарт содержит единицы системы СИ (метрические) а также обычные единицы. Единицы СИ в тексте непосредственно (мягко) преобразованы из общепринятых единиц. Более ранняя информация об использовании единиц СИ содержится в ASTM E 380, Практическое руководство по метрике, и ASME CODE Руководство SI-1, Ориентация и руководство по использованию единиц СИ (метрических).

Текущая политика Комитета заключается не в том, чтобы поощрять или не одобрять шаги к введению метрической системы, а в том, чтобы издавать стандарты с информацией в той форме, которая будет лучше всего помогать пользователям стандарта. В намерение стандарта не входит ставить расчет в единицах СИ выше расчета, сделанного в общепринятых единицах, или наоборот. При преобразовании в единицы СИ было приложено усилие к тому, чтобы сохранялась точность исходных значений так, чтобы не превышалась и не занижалась точность преобразованных значений. Поэтому при наличии разницы в размерах или в результатах расчетов между двумя системами единиц определяющими являются общепринятые единицы.

2 РАССМОТРЕНИЯ ОБЩЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМПРЕССОРА

В процессе эксплуатации компрессора и его вспомогательных составных частей могут возникать определенные опасности, присущие только этому типу оборудования. Опыт работы в промышленности показал, что эти риски можно свести к минимуму путем подбора расчетного критерия и методов эксплуатации, представленных ниже в общих чертах.

2.1 Расчет

2.1.1 Обязка компрессора должна соответствовать положениям ANSI/ASME CODE B31.3. Нужно избегать использования чугунных клапанов и арматуры в технологическом потоке там, где трубная обвязка подвергается ударной нагрузке или воздействию вибрации.

Также нужно избегать чугунных клапанов и арматуры в системах, работающих с легковоспламеняющимися, горючими или токсичными жидкостями.

2.1.2 Схема обвязки компрессора и привода должна способствовать дренированию. Кроме того, до входа в компрессор в трубной обвязке должно предусматриваться доступное разделительное и/или дренажное оборудование, расположенное в нижних точках или других местах, склонных к скоплению жидкости.

2.1.3 Для систем «простой компрессор/комбинированный компрессор» должны предусматриваться устройства аварийного отключения или отсечная арматура, если отказ или эксплуатационный сбой могут создать серьезную опасность в прилегающих зонах. Должны ли такие устройства срабатывать автоматически или с дистанционного пульта ручного управления, будет зависеть от имеющейся опасности. Необходимо предусмотреть трубопроводную арматуру для отсечения каждого компрессора и привода.

2.1.4 Комплектующие для компрессора, например, водяные рубашки и трубчатые теплообменники должны иметь водоотводные устройства для предотвращения замерзания в период простоя.

2.1.5 На период первичного ввода в действие и на период обкатки компрессора следует вмонтировать на стороне всасывания сетчатые фильтры для защиты от нежелательных примесей. Фильтры можно удалить после чистки системы обвязки. Рекомендуются определять перепад давления.

2.1.6 В днище или на направленной вниз стороне цилиндров поршневых компрессоров, имеющих дело с насыщенными парами, следует предусмотреть выпускные патрубки для обеспечения стока в период простоя.

2.1.7 Наружные поверхности с температурой более 175°F (80°C), с которыми может соприкоснуться обслуживающий персонал, должны быть защищены или заизолированы.

2.1.8 Необходимо обеспечить защиту от шумового воздействия в соответствии с OSHA 1910.95. Следует проконсультироваться с изготовителями компрессоров относительно ожидаемых уровней шума. Другие составные части системы, такие как клапаны, впускная трубная обвязка и сепараторы также могут производить шум, поэтому нужно также проконсультироваться с изготовителями и этих составных частей. Изготовители могут предложить специально разработанные или переделанные узлы системы с тем, чтобы снизить их уровни шума. Если система не удовлетворяет требованиям OSHA, то нужно четко определить находящуюся под ее воздействием зону и у всех входов в нее поместить предупреждающие знаки.

2.1.9 Пределы для выбросов газообразных загрязнений, испытания, отчеты и т.д. включены в Федеральный регистр 40 свода федеральных постановлений США, часть 60, подраздел GG.

2.1.10 Все необлицованные движущиеся части должны иметь индивидуальное защитное ограждение. Это защитное ограждение должно быть так спроектировано и сконструировано, чтобы устранялся риск травматизма для персонала. Движущимися частями называются такие, которые перемещаются без приложения ручного усилия и которые движутся в процессе нормальной эксплуатации. Ограждения должны соответствовать ANSI/ASME B15.1.

Ограждения должны изготавливаться из прочных материалов с покрытием или без покрытия, если необходимо соответствовать классу производственного участка (NFPA 70 и/или подобный руководящий документ),

Ограждения должны надежно прикрепляться к несущей конструкции машин или к самим машинам.

Конструкция ограждения должна быть такой, чтобы образующееся тепло или концентрация агрессивных веществ не могли оказывать неблагоприятного воздействия на защищенные части или на персонал.

2.2 Методы эксплуатации

2.2.1 Вращающееся оборудование не должно включаться в нормальную эксплуатацию, пока не будут приняты все меры по обеспечению безопасности, требуемые этим стандартом.

2.2.2 Контроль предохранительных или аварийных расцепляющих механизмов на компрессорном оборудовании должен быть включен в предусмотренный графиком объем техобслуживания.

Никому нельзя сверлить, шунтировать или удалять предохранительный механизм, требуемый этим стандартом. Если остановка системы может привести к созданию более опасного условия, владелец должен установить резервную систему привода трансмиссии для сохранения безопасной эксплуатации всей установки.

2.2.3 Перед пуском нужно слить воду из обвязки компрессоров или приводов, из уравнильных камер, растормаживающих цилиндров или скрубберов и цилиндров или кожухов.

2.2.4 До начала работ по техобслуживанию маховик коленвала поршневого компрессора должен быть зафиксирован. По окончании всех слесарных работ на компрессоре нужно снова заблокировать его в достаточной степени (по крайней мере, на один оборот) для предотвращения механического вмешательства в компрессор или привод

2.2.5 Компрессор, работающий с токсичными или воспламеняющимися газами, должен на период капитального ремонта отсекается от технологического трубопровода с помощью заглушек или сдвоенных и предохранительных клапанов. Прежде чем отключать такие

компрессоры, нужно оборудование очистить или освободить от содержимого. Небольшие регулировки компрессора и привода, например, ревизия сальников штоков и клапанов (в индивидуальном порядке) могут проводиться без установки заглушек при условии, что для защиты персонала принимаются адекватные меры предосторожности, например сброс давления. Нельзя полагаться на обратные клапаны в деле изоляции компрессоров.

2.2.6 При выполнении работ по техобслуживанию необходимо принять меры предосторожности, отсоединив все источники энергии до приводного механизма. Для осуществления этих мер должны использоваться заглушки или сдвоенные клапаны и предохранительные клапаны на линиях подачи пара и топливного газа к приводным механизмам. Если компрессор приводится в движение от двигателя, то возможно одно из двух:

- (a) Центры электрической нагрузки должны иметь переключательное устройство, которое обязательно нужно зафиксировать в отключенном положении, снабдить этикеткой и испытать; или
- (b) Нужно применять и другие предписанные способы отключения тока.

В любом случае, во избежание вращения ведущего вала нужно сбросить давление из всего присоединенного оборудования.

2.2.7 При использовании огнестойкого или других синтетических смазок нужно принимать во внимание следующее:

- (a) Воздействие смазочного материала на окрашенные поверхности, сальники и уплотнения;
- (b) Воздействие технологического газа на смазку в цилиндре;
- (c) Токсичность смазки;
- (d) Воздействие смазки при попадании на технологическое оборудование.

2.2.8 Порядок действий при пуске, остановке и в аварийных ситуациях для всех технологических процессов, в которых используются компрессоры, должен периодически повторяться операторами.

Хорошее техобслуживание и методы ремонта могут способствовать безопасности бригады технического обслуживания и рабочего персонала. Поэтому руководителям следует учредить комплексное техобслуживание и методы эксплуатации с периодическими проверками действующего персонала и инструктажом для вновь принятых на работу. Этот процесс должен включать в себя пуск, период обкатки, обычную эксплуатацию, обычное техобслуживание, профилактическое обслуживание, устранение неисправностей и, как основа, тщательное изучение инструкций производителя.

Компетентное наблюдение за функционированием компрессора – один из лучших методов определения необходимости проведения техобслуживания, которое, в свою очередь, может быть лучшей доступной мерой по обеспечению безопасности. О любой замеченной или предполагаемой поломке следует докладывать руководителям. Если состояние машины снижает безопасность эксплуатации, то ее нужно исключить из работы для проведения ремонта предписанным безопасным способом. Об измененных или дискредитировавших себя мерах безопасности следует сообщать, таким образом могут быть приняты соответствующие меры, чтобы

застраховаться от производственного травматизма.

Записи, показывающие ход эксплуатации, техобслуживания, осмотров и испытаний, должны сохраняться и регулярно анализироваться. Эти записи должны быть частью нормальной эксплуатации и техобслуживания. Такие записи являются важным средством диагностики. Это средство может привести к безопасности рабочего места, оптимальной эксплуатации и минимальным затратам на техобслуживание, а также может оказать помощь в прогнозировании техобслуживания. Поставщик компрессора или системы обычно может помочь владельцу и руководителю в создании формы сохраняемых записей.

2.2.9 Программа неразрушающего контроля и осмотра частей компрессора, подвергающихся большому напряжению, должна разрабатываться и внедряться по заданному графику, исходя из рекомендаций изготовителя, которые даются, исходя из типа, срока службы, серьезности техобслуживания, а также из предыдущих эксплуатационных условий и опыта.

2.2.10 Рекомендуются цветовое кодирование или другая маркировка трубопроводной системы. Маркировка трубопроводной системы должна соответствовать OSHA Раздел 1910.144 и 1910.145. Предпочитается кодирование согласно ANSI/ASME CODE A13.1, ISO R508 или ярлыки, указывающие содержимое в линии.

2.2.11 Электродвигатели, их управление и электропроводка должны проектироваться и монтироваться в соответствии с NFPA 70 и NEMA MG1, MG2, ICS-1, и ICS-2. Техобслуживание двигателей должно проводиться в соответствии с инструкциями изготовителя и NFPA 70S. В случае конфликтной ситуации инструкции изготовителя имеют предпочтение. Нормы техники безопасности должны находиться в соответствии с NFPA 70E.

3 ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 Защита от избыточного давления

3.1.1 Общие требования

(a) Газовые компрессоры, приводы и их вспомогательное оборудование должны защищаться предохранительными устройствами или устройствами, чтобы предотвращать возникновение в любом элементе газовых компрессоров, приводов и их вспомогательного оборудования давления, превышающего 110 % от максимального допустимого рабочего давления. Превышение в 116 % от максимального допустимого давления разрешается при использовании двух или более предохранительных устройств [см. Нормы и правила ASME, часть VIII, раздел 1, UG-125 и UG-134(a)]. Исключение из этих требований может делаться для систем, в которых поднятие давления выше 110% от максимального допустимого рабочего давления может быть связано только со случайным закрытием клиновых задвижек, при условии, что такие задвижки предназначены только для отсоединения отключенного оборудования.

Особые меры безопасности должны обеспечивать, чтобы в момент включения оборудования в эксплуатацию такие клапаны были открыты. Объемные компрессоры должны все без исключения защищаться предохранительными устройствами, расположенными между нагнетанием компрессоров и клиновыми задвижками.

(b) В качестве предохранительных устройств должны использоваться преимущественно подпружиненные клапаны того типа, который описан в Стандарте ASME, часть VIII, раздел 1, UG-126. Конструкция и монтаж таких клапанов должны придерживаться условий UG-126.

(c) Разрывные диафрагмы могут использоваться вместо или вместе с предохранительными клапанами при условии, что они спроектированы и смонтированы в соответствии со Стандартом ASME Code, часть VIII, раздел 1, UG-127. Разрывные диафрагмы могут применяться при работе с агрессивными средами или там, где требуемые возможности для сброса должны превышать те, что могут обеспечиваться приемлемым количеством предохранительных клапанов. Если используются разрывные диафрагмы, то давление, разрывающее эти диафрагмы и, следовательно, максимально допустимое рабочее давление должно быть существенно выше заданного рабочего давления, чтобы предотвратить преждевременный отказ из-за усталостных нагрузок или деформации в результате долговременной нагрузки. Помимо всего прочего, во время остановок установки разрывные диафрагмы надо периодически проверять на наличие усталостных трещин.

(d) Предохранительные устройства должны создаваться из материалов, соответствующих давлению, температуре и другим условиям заданной эксплуатации.

(e) Предохранительные устройства могут не потребоваться в системах, использующих центробежные или осевые (аксиальные) компрессоры, в которых максимально возможное давление в любом элементе не может превышать 110% от своего максимально допустимого рабочего давления. Чтобы определить, можно ли исключить предохранительные устройства, максимально возможное давление внутри системы должно вычисляться для различных сочетаний давления на входе, расхода, скорости и состава газа, которые могут совпасть по времени.

3.1.2 Определение потребности в предохранительных устройствах

(a) Необходимо проанализировать систему, чтобы определить, какие условия или их сочетания могут вызвать давление на любые составные части компрессора, превышающее 110% от максимально допустимого рабочего давления. Мощность предохранительных устройств для самых жестких условий должна зависеть от расхода при этом давлении.

(b) Самыми частыми причинами избыточного давления на компрессорах являются:

- (1) Заблокированные выходные отверстия или другие препятствия для потока;
- (2) Отказ автоматического регулирования;
- (3) Отсутствие охлаждающей воды;

- (4) Изменение состава газа или пара;
- (5) Повышение давления всасывания или на входе;
- (6) Избыточная скорость;
- (7) Опрокидывание потока;
- (8) Неправильное срабатывание клапанов поршневого компрессора.

(c) Избыточное давление на оборудование, возникающее из различных сочетаний перечисленных в подпункте (b) причин, не должно рассматриваться как управляющее, если оно может возникнуть только по двум или более не связанных между собой причинам, возникающих одновременно.

3.1.3 Установка давления и определение размеров предохранительных устройств

(a) При установке максимального давления защитных устройств нужно придерживаться требований ASME Code, часть VIII, раздел 1, UG-134.

(b) Чтобы свести к минимуму утечки из предохранительных клапанов, установочное давление клапанов (давление, при котором предохранительный клапан начинает открываться) должно быть минимум на 10% или 15 фунтов на квадратный дюйм (103 кПа) – в зависимости от того, что больше – выше заданного рабочего давления на входе в клапан. Для поршневых компрессоров минимум должен быть 10% или 25 фунтов на квадратный дюйм (172 кПа), в зависимости от того, что больше.

(c) Пропускная способность предохранительных клапанов должна соответствовать формуле, данной в стандарте ASME Code, часть VIII, раздел 1, UG-131 и UG-133. Там, где установочное давление предохранительных клапанов ниже максимально допустимого рабочего давления защищаемого оборудования, это максимально допустимое рабочее давление может подставляться в формулу расчета установочного давления

3.1.4 Размещение предохранительных устройств

(a) Предохранительные устройства следует устанавливать как можно ближе к защищаемой системе. Предохранительные устройства следует устанавливать на стороне нагнетания и выше по потоку от любого клапана в системе.

(b) Предохранительные устройства следует соединять с паровым пространством трубопроводов или резервуаров.

(c) У большинства компрессорных установок для защиты компрессора и его вспомогательного оборудования от избыточного давления требуется только одно предохранительное устройство или устройства на стороне нагнетания для каждой ступени компрессора. Такого размещение обычно может быть достаточным при условии, что перепад давления в системе в режиме разгрузки такой, что давление на самый слабый элемент не превысит его максимально допустимого рабочего давления более чем на 10%.

(d) Требования к разгрузке давления, предъявляемые к паровым турбинам, паровым двигателям и их вспомогательному оборудованию, обычно регулируются в зависимости от номинального давления в зоне выхлопа картера приводного механизма или в расположенных выше по потоку компонентах. Таким образом, требуемое установочное давление предохранительного устройства будет в большинстве случаев ниже, чем давление на входе;

а предохранительное устройство, если требуется [см исключение в параграфе 3.1.1(a)], должно располагаться в выпускной части системы. Предохранительные устройства должны иметь размер, позволяющий пропускать максимум пара, который турбина способна пропустить в конкретных рабочих условиях. Сигнальные клапаны являются устройствами предупредительной сигнализации и не должны использоваться в качестве защиты от избыточного давления.

3.1.5 Монтаж предохранительного оборудования

(a) Впускной трубопровод предохранительного устройства, а также все клапаны и арматура, должны иметь проход, по площади равный как минимум площади входного сечения отверстия предохранительного устройства.

(b) Когда два или больше предохранительных устройства должны работать одновременно через один присоединительный патрубок, площадь поперечного сечения этого присоединения должна равняться как минимум сумме площадей входного сечения предохранительных устройств.

(c) Максимальное падение давления по впускным трубопроводам до предохранительных устройств не должно превышать 3% от установочного давления в режиме максимального расхода.

(d) Если во впускном трубопроводе предохранительных устройств предусмотрены клиновые задвижки, они должны устанавливаться и обслуживаться в соответствии с положениями ASME CODE, часть VIII, раздел 1, приложения M, M-5.

ПРИМЕЧАНИЕ: Информация о конструкции и монтаже предохранительных устройств имеется в издании Американского нефтяного институт API RP 520, части I и II.

3.1.6 Отведение выпускаемого потока

(a) Трубы выпуска в атмосферу должны кончаться там, где не будет создаваться опасность для персонала. Там, где это допустимо, рекомендуется непосредственный выпуск в атмосферу.

(b) Труба для отвода газов (не воздуха), сбрасываемых предохранительными устройствами оборудования, находящегося в помещении, должна кончаться снаружи помещения, предпочтительно выше самой высокой точки крыши.

(c) Для облегчения дренажа воды или других жидкостей, которые могут скапливаться в выпускных отверстиях предохранительных устройств на вертикальной отводящей трубе, должны проектироваться линии выброса в атмосферу.

(d) Если компрессоры смонтированы в замкнутом контуре, сбрасываемые потоки разгрузки могут направляться к стороне всасывания системы при условии, что это не вызовет чрезмерного повышения температуры в системе. В таких случаях предохранительные клапаны должны иметь уравновешенную конструкцию, либо их тип должен быть рассчитан на наложение противодействия.

(e) Там, где отведение разгрузочного потока в атмосферу или к участку системы с более низким давлением считается нецелесообразным или

небезопасным, сбрасываемые потоки должны подаваться в закрытую накопительную систему. Для токсичных или опасных материалов рекомендуется двойная разгрузка посредством трехходового клапана.

(f) Если закрытые системы имеют длинные напорные линии, или если для сбросов, поступающих с двух или более клапанов с установочными давлениями в пределах сравнимого интервала, используется обычный коллектор, нужно принимать в расчет воздействие противодействия на редуцирующую способность предохранительных устройств. Для работы при высоком или изменчивом противодействии можно рекомендовать использование специально разработанных клапанов.

(g) Конструкция линий нагнетания закрытых систем должна облегчать дренаж жидкости, которая может скапливаться в отводящих трубах предохранительных клапанов.

(h) Там, где в линиях нагнетания, идущих от предохранительных устройств, предусмотрены клиновые задвижки, они должны монтироваться и обслуживаться в соответствии со стандартом ASME Code, часть VIII, раздел 1, приложения M, M-6.

(i) Внезапная потеря давления при легко испаряющихся жидкостях может вызвать эффект охлаждения, приводящий к очень низким температурам. Опасные влияния снижения пластичности материала из-за таких низких температур должны приниматься в расчет при проектировании предохранительных систем. Обратитесь к ANSI/ASME B31.3, параграф 301.9.

3.2 Защитные устройства

Следующие защитные устройства требуются для защиты компрессоров от механических повреждений, которые могут привести к пожару, взрыву или к опасности для персонала. Исключения могут быть сделаны в отношении использования некоторых устройств, не являющихся защитой от превышения нормальной частоты вращения, в случае, если остановка компрессора создает более опасные технологические условия, чем опасность от ожидаемого механического отказа.

3.2.1 Центробежные и осевые компрессоры

(a) Обратный клапан должен устанавливаться в каждой системе нагнетания компрессора, где имеется возможность обратного вращения из-за обратного течения газов через компрессор.

(b) Система смазывания (и система уплотняющего масла, если она скомбинирована с системой смазки) должна быть оснащена устройством автоматического отключения, которое останавливает привод компрессора при имеющемся давлении смазочного материала, расходе или разности давлений, рекомендованных изготовителем. Эта отключающая система должна быть сконструирована и установлена таким образом, чтобы проверка моделированного низкого давления смазки, расхода или разности давлений могла проводиться безопасно в процессе работы компрессора. Следует установить сигнализатор, срабатывающий в случае, если давление

или расход выше, чем установочное значение отключения.

(c) На выходном патрубке компрессора от каждой ступени сжатия можно установить сигнализатор высокой температуры нагнетания с установочным значением, которое выше расчетной рабочей температуры, но по меньшей мере на 25°F (14°C) ниже максимально допустимой температуры компрессора, и отключающее устройство, настроенное на остановку привода компрессора при максимально допустимой температуре компрессора

(d) Если предусмотрены вакуумные или межступенчатые растормаживающие цилиндры или скрубберы, то для защиты от попадающей в компрессор жидкости нужно установить дренаж и сигнализатор высокого уровня жидкости. Следует установить сигнализатор высокого уровня жидкости, подлежащий безопасному испытанию с работающим агрегатом. Следует включить в состав устройство для отключения компрессора при высоком уровне жидкости, настроенное на срабатывание при уровне выше аварийного уровня. Гасители пульсации или уравнительные баллоны, в которых может скапливаться жидкость, должны обеспечиваться сливом.

(e) Если в технических требованиях к системе указывается, что компрессор может работать в режиме перегрузки продолжительные периоды времени, то должно использоваться противопомпажное устройство.

(f) Во избежание разрушающего отказа следует применять сигнализаторы вибрации и остановку движения вала хода вала.

3.2.2 Поршневой и ротационный компрессоры

(a) Необходимо установить обратный клапан в системе нагнетания каждого ротационного компрессора, где есть возможность обратного вращения в результате обратного течения газов через компрессор.

(b) Система смазывания (и система уплотняющего масла, если она скомбинирована с системой смазывания) должна быть оснащена устройством автоматического отключения, которое останавливает привод компрессора при имеющемся давлении смазочного материала, расходе или разности давлений, рекомендованных изготовителем. Эта система отключения должна конструироваться и устанавливаться таким образом, чтобы проверка моделированного низкого давления смазки, расхода или разности давлений могла безопасно проводиться в процессе работы компрессора. Следует установить сигнализатор, срабатывающий в случае, если давление или расход выше, чем установочное значение отключения.

(c) Если предусмотрены вакуумные или межступенчатые растормаживающие цилиндры или скрубберы, то для защиты от попадающей в компрессор жидкости нужно установить дренаж и сигнализатор высокого уровня жидкости. Следует включить в состав устройство для отключения компрессора при высоком уровне жидкости, настроенное на срабатывание при достижении уровня выше аварийного. Гасители пульсации или уравнительные баллоны, в которых может скапливаться жидкость, должны обеспечиваться сливом.

(d) Вибрация, порождаемая пульсацией, не должна вызывать такой уровень циклических напряжений, который превышает предел выносливости используемого материала.

Удвоенный уровень пульсации (двойная амплитуда), выраженный в процентах от среднего абсолютного давления в трубопроводе у фланца компрессора, не должен превышать значение, определенное с помощью подходящего конструктивного решения, определенного в стандарте Американского нефтяного института API Standard 618, часть 3.9.

Вследствие пульсирующего характера расхода через объемный компрессор возможно, что система труб, где акустические частоты близки к частоте возбуждения компрессора, может испытывать чрезмерные пульсации давления. Такие пульсации могут вызывать:

(a) Сильную перегрузку привода компрессора;

(b) Вибрацию трубопровода с перегрузками, возникающими на арматуре, клапанах и опорах конструкции;

(c) Шум;

(d) Вибрации в близлежащих конструкциях;

(e) Повреждения клапанов компрессора;

(f) Снижение производительности и ухудшение эксплуатационных характеристик. Методы, обычно применяемые для устранения пульсаций, включают в себя, не ограничиваясь этим:

(a) Промышленные демпферы пульсации;

(b) Стратегически расположенные измерительные диафрагмы и диффузоры;

(c) Объемные баллоны;

(d) Изменение длины труб во избежание акустического резонанса.

Можно улучшить эксплуатационные характеристики, доведя до минимума уровни пульсации давления в компрессоре и связанных с ним систем трубопроводов.

Если частота пульсаций находится в резонансе с собственной частотой трубной обвязки или основания, это может привести к усталостным разрушениям патрубков трубопроводов, анкерных болтов и других частей. Если требуется минимизировать пульсацию давления и ее воздействие на другие части системы, нужно в трубной обвязке, расположенной рядом с цилиндрами компрессора, установить должным образом сконструированные демпферы колебаний, измерительные диафрагмы или диффузоры. Патрубки трубопроводов, предназначенные для крепления клапанов или арматуры цилиндров компрессор или трубной обвязки, должны иметь размер $\frac{3}{4}$ дюйма, регламент 160 минимум, и иметь элемент жесткости во избежание вибрации, которая может вызвать усталостное разрушение. В системы труб следует включать опоры, если требуется минимизировать вибрацию и напряжение в местах нахождения арматуры и клапанов. Во избежание разрушающих отказов следует использовать сигнализаторы вибрации и отключающие устройства.

3.2.3 Паровые турбины и паровые двигатели

(a) Паровые приводы должны быть оснащены устройством для выключения двигателя при превышении скорости, настроенным на останов турбины или двигателя при скорости, составляющей 110% от максимальной постоянной скорости компрессора или привода, от той, что ниже. Защита от превышения скорости должна останавливать весь расход пара и должна быть легко доступной, а также требуется, чтобы она могла выключаться вручную и возвращать в исходное состояние.

(b) Для ручного отключения нужно предусмотреть клиновую задвижку в легкодоступном месте магистральной линии пароснабжения, идущей к приводу.

(c) Система смазывания (и система уплотняющего масла, если она скомбинирована с системой смазывания) должна быть оснащена отключающим устройством, которое останавливает привод компрессора при заранее заданных значениях давления смазочного материала, расхода или разности давлений, рекомендованных изготовителем. Эта отключающая система должна быть сконструирована и установлена таким образом, чтобы можно было безопасно проводить проверку моделированного низкого давления смазки, расхода или разности давлений в процессе работы компрессора. Следует установить сигнализатор, срабатывающий в случае, если давление или расход выше, чем установочное значение отключения.

(d) Отключающие устройства должны предназначаться для приведения в действие отсечного клапана. Регулирующие клапаны также должны закрываться отключающим устройством.

3.2.4 Двигатели внутреннего сгорания

(a) Система смазывания (и система масляного уплотнения, если она скомбинирована с системой смазывания) должна быть оснащена отключающим устройством, которое останавливает привод компрессора при заранее заданных, рекомендованных изготовителем значениях давления смазочного материала, расхода или разности давлений. Эта отключающая система должна быть сконструирована и установлена таким образом, чтобы можно было безопасно проводить проверку моделированного низкого давления смазки, расхода или разности давлений в процессе работы компрессора. Следует установить сигнализатор, срабатывающий в случае, если давление или расход выше, чем установочное значение отключения.

(b) Двигатели должны быть оснащены устройством для выключения двигателя при превышении скорости при скорости, составляющей 110% от максимальной постоянной скорости компрессора или двигателя, от более низкой скорости. Устройство отключения при превышении скорости должно быть легкодоступным, и подходящим для ручного выключения и возвращения в исходное состояние.

(c) Система водяного охлаждения двигателя должна быть оснащена сигнализатором и и/или отключающим устройством для остановки двигателя, если температура водяной рубашки превышает пределы, рекомендованные изготовителем.

(d) Отключающие устройства должны предназначаться для выполнения следующих применимых функций:

- (1) Отключение топлива;
- (2) Удаление газового топлива из двигателя (некоторые конструкции могут не нуждаться в такой защите);
- (3) Отключение системы зажигания;
- (4) Разгрузка давления сжатия дизельного двигателя, если возможно.

(e) Для ручного отключения нужно предусмотреть клиновую задвижку в легкодоступном месте главной линии подачи топлива в двигатель.

3.2.5 Газовые турбины

(a) Система смазывания (и система масляного уплотнения, если она скомбинирована с системой смазывания) должна быть оснащена автоматическим отключающим устройством, которое останавливает привод компрессора при заранее заданных значениях давления смазочного материала, расхода или разности давлений, рекомендованных изготовителем компрессора. Эта отключающая система должна быть сконструирована и установлена таким образом, чтобы можно было безопасно проводить проверку моделированного низкого давления смазки, расхода или дифференциального давления в процессе работы компрессора. Следует установить сигнализатор, срабатывающий в случае, если давление или расход выше, чем установочное значение отключения.

(b) Турбины должны быть оснащены устройством для выключения турбины при скорости, составляющей 105 % от максимальной постоянной скорости компрессора или турбины (от той, что ниже). Независимые силовые турбины должны иметь на каждом валу отдельное устройство для отключения при превышении скорости вращения.

(c) Нужно предусмотреть сигнализатор высокой температуры газовой турбины и отключающее устройство и установить их на рекомендованные изготовителем значения.

(d) Для ручного отключения нужно установить клиновую задвижку в легкодоступном месте главной линии подачи топлива в турбину.

Клапаны для отсечения источника топлива должны обеспечить непроницаемое запирающее и должны быть приспособлены к тому, чтобы автоматически закрываться при выключении привода. Топливопроводы между стопорным клапаном и газовой турбиной после отключения должны автоматически освобождаться от газа или дренироваться.

(e) Федеральный регистр 40 свода федеральных постановлений США, часть 60 является Законом США о контроле над загрязнением воздуха. Ознакомьтесь с этой частью и ее подразделами, так как это может повлиять на выбор конструкции, на эксплуатацию, техобслуживание, проведение испытаний и составление отчетов об утечках и устранении летучих органических соединений.

3.2.6 Электродвигатели

(a) Система смазывания (и система масляного уплотнения, если она скомбинирована с системой смазывания) должна быть оснащена автоматическим отключающим устройством, которое останавливает привод компрессора при заранее заданных, рекомендованных изготовителем компрессора, значениях давления смазочного материала, расхода или дифференциального давления. Эта отключающая система должна быть сконструирована и установлена таким образом, чтобы можно было безопасно проводить проверку моделированного низкого давления смазки, расхода или дифференциального давления в процессе работы компрессора. Следует установить сигнализатор, срабатывающий в случае, если давление или расход выше, чем установочное значение отключения.

(b) Для ручного отключения нужно в легкодоступном месте предусмотреть кнопку останова, чтобы прерывать подачу энергии на двигатель.

3.3 Пожарная защита и взрывозащита

(a) Этот раздел включает в себя пожары и взрывы (детонации и мгновенное сгорание), возникающие внутри компрессора, привода или их вспомогательного оборудования. Меры предосторожности во избежание внутренних взрывов требуются только там, где в конструкции или эксплуатации системы имеются неотъемлемые особенности, создающие благоприятную возможность для возникновения или огнеопасной атмосферы внутри оборудования, или неконтролируемых химических реакций. Опасность существует там, где компрессор имеет дело с углеводородами, воздухом, кислородом или химически активными соединениями, такими, например, как ацетилен. Если компрессоры эксплуатируются с воздухом в период обкатки и ввода в действие, необходимо принимать меры предосторожности, указанные в параграфе 3.3.2(b). Нужно избегать эксплуатации компрессора с воздухом в замкнутом контуре,

(b) Даже если эти критерии исключить из рассмотрения для большинства компрессоров, обрабатывающих легковоспламеняющиеся материалы, нельзя всегда считать незначительной угрозой взрывов в таких системах. При известных условиях взрывоопасная атмосфера может возникать там, где задействованы горючие газы, особенно если вещество имеет широкий диапазон воспламенения (например, водород) и если имеется возможность для притока воздуха в компрессор. Предотвращение взрывов в таких или похожих ситуациях - это главным образом вопрос предупреждения попадания воздуха, который может быть решен посредством оборудования должной конструкции и строгого следования предписанным методам эксплуатации.

3.3.1 Компрессоры для углеводородов

(a) Следует рассмотреть следующие возможности случайного попадания воздуха в компрессоры для углеводородов:

(1) Подсос воздуха через сальник и фланцы во время пуска, если давление в цилиндре или кожухе может быть ниже атмосферного давления;

(2) Оставлены открытыми клапаны в вентиляционных отверстиях линии всасывания;

(3) Недостаточная продувка после открывания компрессора для проведения техобслуживания.

(b) Предотвращение взрывов является более сложным делом в отношении к различным типам описываемого ниже оборудования, поскольку вещества, которые могут содержать один или больше взрывных компонентов, присущи эксплуатации данного оборудования или необходимы для процесса. для ингредиентов.

3.3.2 Воздушные компрессоры

Воздушные компрессоры, связанные с пожарами и взрывами, можно поделить на две основные категории: те, в которых смазочное масло компрессора находится в контакте с потоком воздуха, и те, которые связаны с эксплуатацией в замкнутом контуре.

(a) Смазочное масло находится в контакте с воздушным потоком. Большинство пожаров или взрывов в системах воздушных компрессоров связаны с поршневыми машинами. Топливом для пожаров в воздушном компрессоре является само смазочное масло для цилиндров или углеродсодержащие продукты, образованные путем

окисления смазочного масла. Образование углеродсодержащих отложений в системах воздушных компрессоров зависит от количества и типа используемого смазочного масла и от температуры металлической поверхности, на которую это масло осаждается. Эти действия взаимосвязаны, т.е. достаточная рабочая температура с надлежащим количеством масла может вызвать образование нагара, если масло используется в избытке. Механизм загорания топлива в воздушном компрессоре точно не известен, однако обычным для всех теорий фактором воспламенения является избыточная температура, которая может быть вызвана либо самим газом, либо по местной причине, возникшей в результате механического трения. Высокая температура также играет важную роль, так как она способствует образованию нагара в компрессорной системе. Избыточные температуры возникают, как правило, из-за поломки клапанов или нехватки охлаждающей воды или из-за эксплуатации при необычно высоком коэффициенте сжатия. Высокие рабочие скорости в сочетании с неэффективным исполнением рубашки также способствуют высоким температурам цилиндров. Для сведения к минимуму опасности возгораний и взрывов в объемных воздушных компрессорах рекомендуются следующие меры:

(1) Использовать бессмазочные компрессоры.

(2) Предусматривать сигнализаторы высокой температуры и выключатели в выходном патрубке компрессора.

(3) Использовать минимальное количество смазочного масла, достаточное для смазки цилиндров, и инструктировать операторов, чтобы они замечали значительные увеличения расхода смазочного масла. Использовать масло с минимальной вязкостью, которая будет отвечать требованиям эксплуатации,

(4) Учить операторов обнаруживать неисправные клапана цилиндров сжатия и быстро проводить ремонт,

(5) Забирать воздух из холодного, чистого места. Установить и регулярно обслуживать воздушные фильтры (предпочтительно сухого типа).

(6) Предусмотреть промежуточные холодильники, чтобы поддерживать температуры всасывания между ступенями на самом низком возможном уровне. Не допускать отложений в промежуточных холодильниках и водяных рубашках.

(7) Регулярно осматривать резервуары, цилиндры, демпфер пульсации, нагнетательный трубопровод, вторичный фильтр и т.д. Удалять отложения и скопления масла. Обеспечить доступ для осмотра и чистки.

(b) Эксплуатация компрессора в замкнутом контуре. Утечки смазочного масла через уплотнения или подшипники в замкнутый контур могут привести к созданию огнеопасной смеси и если в одно время с этим условием какой-либо элемент в машине перегреется, то это может привести к серьезному взрыву. Для предотвращения катастроф такого типа следует сконструировать подшипники и масляные уплотнения центробежных или осевых компрессоров для замкнутых воздушных систем,

препятствующие попаданию смазки в компрессор. Если имеется любая возможность для попадания масла в компрессор, не нужно использовать замкнутые воздушные системы.

3.3.3 Кислородные компрессоры

(a) Главная опасность в обработке кислорода – его химическая активность с любым горючим материалом. Горючие материалы для кислородных систем определяются как окисляемые органические и неорганические материалы. К горючим органическим материалам относятся смазочное масло, вязкие вещества и набивка сальников и клапанов. Горючими неорганическими материалами являются углеродистая сталь, ржавчина или кузнечная окалина, которые могут дополнительно окисляться и наконец измельченные частички металла выветриваются из кислородных трубопроводов или оборудования.

(b) Для минимизации опасности пожаров или взрывов в кислородных компрессорах следующие меры предосторожности являются очень важными:

(1) Для безопасной эксплуатации из всего оборудования и трубной обвязки необходимо полностью удалять углеводороды и посторонние вещества, описанные в пункте (a). Очень важна тщательная очистка от любых загрязнений, имеющих до начала эксплуатации или возникших в результате эксплуатации.

(2) Желательно, чтобы цилиндры поршневого компрессора не смазывались. Если смазка требуется, нужно применять смазку, совместимую с кислородом.

(3) Трубы или оборудование из чугуна или углеродистой стали не использовать для обработки кислорода при температуре выше 350°F (177°C).

(4) При определенных условиях высокие скорости в компрессорной обвязке могут создать опасность. Максимально допустимая скорость зависит от нескольких параметров, в том числе от температуры, способа изготовления труб, качества обработки отверстий и от того, влажный или сухой кислород. Например, для сухого кислорода при 150 фунтах на квадратный дюйм (1035 кПа) и 250°F (120°C), допустимая скорость равна 100 футов /сек. (30 м/сек.) для труб из углеродистой стали и 200 футов/сек. (61м/сек.) для труб из нержавеющей стали. При более высоких рабочих температурах или давлениях максимально допустимые скорости будут ниже.

(5) Там, где имеются высокие скорости жидкости, продувочные клапаны и штуцеры для отбора проб должны быть сделаны из материалов с низкой химической активностью, таких как латунь, бронза, нержавеющая сталь или никелево-медный сплав.

(6) Смазывание компрессора из маслосистем должно быть полностью отделено от газа, обрабатываемого компрессором с помощью:

(a) Предписанных уплотнительных систем на центробежных и ротационных компрессорах;

(b) Удлиненных двухкомпонентных распорных втулок для поршневых компрессоров

заключается в том, что он может самопроизвольно разлагаться в определенных условиях давления и температуры. Разложение может происходить относительно медленно, приводя к мгновенному сгоранию при давлениях, примерно в 11 раз превышающих первоначальное давление, или он может детонировать и доводить давление до величины, до 350 раз превышающие первоначальное давление. Разложению способствует наличие небольших количеств кислорода или катализаторов, например, таких как ржавчина и различные другие вещества.

(b) Рекомендуется, чтобы оборудование и трубная обвязка для ацетиленового компрессора были как можно меньше. Трубная обвязка малых размеров уменьшает вероятность разложения, ускоряющегося до детонации, и разработана для давлений разложения. Все трубы должны быть рассчитаны на то, чтобы выдерживать давление, с которым можно столкнуться при разложении.

(c) При соблюдении надлежащих правил техники безопасности ацетилен может подвергаться сжатию до 400 фунтов на кв. дюйм абсолютного давления [2760 кПа (абсолютное)], но когда давление возрастает, снижается температура, при которой будет происходить разложение. В нижеприведенной таблице дается соотношение давление-температура для самопроизвольного разложения без кислорода или катализатора. Температура, замеренная в любой точке компрессорной системы, не должна превышать данные пределы.

300°F (149°C) при 400 фунтов на кв. дюйм абс. (2760 кПа)
390°F (199°C) при 300 фунтов на кв. дюйм абс. (2070 кПа)
480°F (249°C) при 200 фунтов на кв. дюйм абс. (1380 кПа)
610°F (321°C) при 100 фунтов на кв. дюйм абс. (690 кПа)
650°F (360°C) при 50 фунтов на кв. дюйм абс. (345 кПа)
750°F (399°C) при 14,7 фунтов на кв. дюйм абс. (100 кПа)

Если есть вероятность образования участков местного перегрева из-за таких факторов, как трение, поломка клапана или внешний источник теплоты, следует дополнительно снижать нормальные рабочие температуры.

(d) Следует принимать максимальные меры предосторожности к тому, чтобы избегать попадания в систему катализаторов, к примеру, отложений на внутренних стенках трубопровода, ржавчины или других посторонних веществ. Подобным образом меры предосторожности должны приниматься для предотвращения загрязнения ацетилена воздухом или другими окислителями, так как они могут инициировать разложение в условиях, когда значения давления и температуры намного ниже указанных в данной выше таблице.

(e) Одной из самых обычных мер предосторожности, используемых при обработке ацетилена, это предохранительный затвор. Этот механизм останавливает прогрессирующее разложение. Предохранительные затворы, разработанные конкретно для работы с ацетиленом,

3.3.4 Ацетиленовые компрессоры

(a) Главная опасность при сжатии ацетилена

следует устанавливать на выходе из компрессорной системы.

(f) Медь, ртуть и их сплавы не должны использоваться в работе с ацетиленом, так как эти материалы могут образовывать ацетилениды, которые являются инициаторами и могут бурно разлагаться с образованием пламени.

(g) За дополнительной информацией обратитесь к изданию «Пропускание ацетилена для химических синтезов».

3.3.5 Компрессоры для хлора. Хлор – очень токсичный и химически активный газ. По причине его ядовитости нужно принимать меры предосторожности для предотвращения утечек в атмосферу.

(a) Коррозия не представляет серьезной проблемы при работе с хлором, если он сухой и находится при температуре ниже 250°F (121°C). В этих условиях он может обрабатываться самыми обычными конструктивными черными металлами. Ускоренная коррозия углеродистой стали, нержавеющей стали и чугуна может ожидаться при температуре выше этой температуры или если хлор влажный. Так как углеродистая сталь загорается в присутствии хлора при температуре 482°F (250°C), температура нагнетания должна контролироваться и поддерживаться ниже 302°F (150°C).

(b) Хлор, содержащий более 150 ppm влаги, воздействует агрессивно на все черные металлы, в том числе на нержавеющую сталь, сплавы Хастеллой (жаропрочные сплавы на никелевой основе) и нирезист (коррозионно-стойкий чугун). Чтобы избежать использования необычных сплавов, следует тщательно высушивать газ перед его компрессией и принимать меры к предотвращению случайного контакта с водой. Любые смеси хлора с воздухом или с другими газами, предназначенные для процесса, следует высушивать до точки росы -40°F (-40°C) или ниже. К материалам, которые, как известно, выдерживают воздействие влажного хлора, относятся стекло, керамика, тантал и волокнит (пластик, армированный волокном). Титан можно использовать для влажного хлора, но нельзя использовать для сухого газообразного хлора из-за опасности горения.

(c) Хлор вступает в реакцию со всеми обычными смазочными материалами, поэтому рекомендуется использовать бессмазочные компрессоры. Там, где смазка необходима, можно использовать фторсодержащие смазки. Герметизирующая / охлаждающая жидкость для ротационных компрессоров с 98% -ной серной кислотой также успешно доказала свою пригодность в отношении сухого хлора,

(d) За дополнительной информацией обращайтесь к Справочнику по хлору

3.3.6 Системы пускового воздуха

(a) *Причины взрывов.* Многочисленные пожары и взрывы, произошедшие в системах пускового газа во время пуска больших двигателей внутреннего сгорания, были связаны со скоплениями смазочного масла в линии пускового воздуха, совпавшими с неисправностью обратных воздушных клапанов. Если эти условия совпадают по времени, возможна следующая последовательность событий.

(1) Из-за утечки топливного газа через заклиненный или негерметичный обратный клапан создается огнеопасная смесь в линии пускового воздуха.

(2) Смесь может воспламениться от силового цилиндра.

(3) Пламя распространяется через воздушный обратный клапан и линию пускового воздуха.

(4) В зависимости от давления, температуры и качества смазочного масла или газа в линии пускового воздуха, могут последовать пожар или взрыв.

Детонации в линиях пускового воздуха практически разрушительны, потому что они перемещаются с очень высокой скоростью и могут создавать очень высокие локальные давления вследствие ударных волн. По этим причинам предохранительные клапаны или разрывные диафрагмы не предотвращали разрушений линий пускового воздуха, когда условия были благоприятными для детонации.

(b) *Предупреждение взрывов.* Для сведения к минимуму опасности взрывов в системе пускового воздуха рекомендуются следующие меры предосторожности.

(1) Чтобы обнаруживать загрязненные или дефектные клапаны, следует осуществлять постоянный контроль термометров, термопар или других термочувствительных датчиков.

(2) Следует разбираться с любым увеличением расхода смазки компрессора.

(3) Следует содержать в чистоте фильтры всасываемого воздуха.

(4) Температура нагнетания на любом этапе и ступени пуска воздушного компрессора не должна превышать 350°F (177°C).

(5) Коллектор пускового воздуха у двигателя должен вентилироваться в процессе нормальной эксплуатации.

(6) Приемные резервуары и низкие участки воздухопроводов должны регулярно дренироваться. В низких участках трубопроводов следует предусматривать стоки.

(7) Воздухосборник и взаимосвязанные трубы должны проверяться по обычному графику. Скопления масла или грязь следует удалять.

(8) Обратные клапаны пускового воздуха и воздушные управляющие клапаны на двигателях следует включать в плановое регулярное техобслуживание.

3.3.7 Двигатели внутреннего сгорания (работающие на легком топливе). Взрывы в картерах поршневых двигателей могут привести к гибели, и операторы такого оборудования должны быть ознакомлены с причинами таких аварий и с мерами, которые могут оказаться полезными в деле минимизации опасности взрыва.

(a) *Причины взрывов.* Взрывы в картерах являются результатом воспламенения огнеопасной смеси смазочного масла или газа с воздухом. Давление сгорания, вызывающее последующее воспламенение внутри замкнутого пространства, часто превышает предел прочности картера, и происходит разрушающий отказ. Источником воспламенения может быть прорыв газа или перегретая часть двигателя.

(b) *Предотвращение взрывов.* Для предотвращения взрывов в картере требуется либо устранить источники воспламенения, либо предупредить возникновение огнеопасной атмосферы.

(1) *Устранение источников воспламенения.* Устранить источники воспламенения невозможно, так как всегда имеется возможность механического заедания в какой-нибудь форме. Из-за технических трудностей, неизбежных при измерении температуры всех движущихся частей, отвергается как непрактичная любая попытка предотвратить появление потенциальных источников возгорания путем раннего выявления перегретых частей. Впрочем, в качестве средства сведения к минимуму механических повреждений рекомендуются надлежащие техобслуживание и эксплуатация. Если двигатель выключен из-за механической неисправности, которая может быть связана с перегревом какой-либо части в картере, не следует открывать смотровой лючок в картере по меньшей мере в течение 15 мин. Это необходимо для того, чтобы дать остыть нагретой части прежде, чем позволить воздуху попасть в картер, благодаря чему сводится к минимуму возможность взрыва.

(2) *Вентиляция картера.* К методам, которые иногда рекомендуются для предотвращения образования огнеопасных смесей, относится принудительная вентиляция картера или эксплуатация картера при давлении ниже атмосферного. Если такие методы используются, следует признать, что в определенных условиях вентиляция картера может разбавить богатую горючую смесь до пределов воспламенения или взрываемости.

В качестве альтернативы вентиляции можно непрерывно продувать картер инертным газом. Впрочем, объем газа, необходимый для эффективной продувки большого двигателя, является по большей части причиной непрактичности этого метода.

(c) *Противовзрывные устройства.* Поскольку трудно устранить причины взрывов, иногда устанавливаются предохранительные устройства во избежание давления, превышающего прочность корпуса картера. Имеются целый ряд предохранительных устройств, начиная от простых подпружиненных крышек до специально разработанных клапанов, оборудованных пламегасителями. Разрывные диафрагмы не рекомендуются, так как внезапный приток воздуха, заполняющего частичный вакуум, образовавшийся в результате взрыва, может привести ко второму взрыву, иногда более сильному, чем первый. В отношении определения размера предохранительных устройств, исследования, в том числе промышленные испытания, показали, что нецелесообразно предусматривать достаточную площадь для сброса давления, чтобы поддерживать безопасный уровень давления, если условия благоприятствуют взрыву максимальной силы. В результате большинство изготовителей двигателей не предусматривает предохранительных устройств для картера в качестве стандартного оборудования. Впрочем, опыт показал, что многие типичные взрывы в картере можно безопасно смягчить с помощью общепринятых устройств для предохранения от взрывов в картере двигателя.

(d) За дополнительной информацией обращайтесь к стандарту ANSI/NFPA 37.

3.3.8 Взрыв в газовой турбине. Для нормальной безопасной эксплуатации газовой турбины требуется, чтобы горение ограничивалось пространством специально разработанных камер сгорания. Чрезмерное пламя и взрывы являются следствием скопления топлива внутри кожуха турбины или компрессора или системы вытяжных каналов.

(a) К основным причинам таких аварий относятся:

(1) Утечки топлива за пределами изолирующих клиновых задвижек или управляющей задвижки в период холостого хода;

(2) неправильная настройка управляющего клапана на пусковых средствах управления;

(3) неправильная работа устройств, защищающих от недостаточного сгорания и/или затухания пламени во время запуска

(4) наличие жидкого топлива в системе газообразного топлива;

(5) недостаточная продувка турбины и систем каналов перед запуском.

(b) следующие меры предосторожности рекомендуются для сведения к минимуму риска пожаров в газовых турбинах.

(1) Стопорные клапаны для топлива и управляющие клапаны должны обеспечивать непроницаемое перекрытие и автоматически закрываться при отключении турбины. В период холостого хода должны иметься устройства для снижения давления в топливной системе на турбине со стороны стопорных и управляющих клапанов.

(2) Должна быть предусмотрена контрольная аппаратура, чтобы просматривать температуру турбины при пуске или подтверждать наличие нормального горения в камерах сгорания в течение 15 сек. после того, как топливо попадет в турбину. При отказе подтверждения нормального горения турбина должна автоматически отключиться, а топливо должно сдренироваться.

(3) В пусковой цикл для турбины должен входить период продувки, предусматривающий продувочный воздух для очистки внутренних проходов и системы каналов от горючих материалов. Периоды продувки должны быть достаточно продолжительными, чтобы обеспечить прохождение как минимум 5-10 объемов через внутренний объем турбины и каналов.

(4) Перед пуском следует проверить пусковой клапан для топлива, чтобы убедиться, что он в рабочем состоянии. После начального зажигания следует проверить действие управляющего клапана, чтобы определить, правильно ли он функционирует.

(5) Пусковой цикл для турбины должен быть как минимум полуавтоматическим, с установлением пуска, продувки, работы и выключения. Должна быть предусмотрена система контрольных лампочек или сообщений для того, чтобы показывать, что процесс в турбине осуществляется удовлетворительно.

(б) Что касается взрывов в выходных каналах турбины, то не считается целесообразным предусматривать двери для защиты от взрыва или предохранительные откидные крышки, чтобы ослабить быстрое горение избыточного топлива, проходящего через систему выпуска турбины.

(с) За дополнительной информацией обращайтесь к стандарту ANSI/NFPA 37.

3.4 Предотвращение и контроль утечек, связанных с токсическими или огнеопасными веществами

Если компрессор обрабатывает токсичный или огнеопасный газ, нужно предусмотреть средства для предотвращения и контроля утечек в компрессоре.

3.4.1 Нужно предусмотреть вентиляцию, уносящую любую утечку, которая присуща определенным уплотнениям или которые могут появиться вследствие повреждения уплотнений.

(а) Для центробежных, осевых и ротационных компрессоров требуются вентиляционные трубки, идущие из уплотнений вала, чтобы отводить утечки с поверхностей уплотнений или лабиринтов.

(б) Для поршневых компрессоров требуются вентиляционные трубки, идущие из сальников штоков поршней. Там, где используются закрытые распорные детали, они должны таким же образом вентилироваться.

(с) Вышеописанные вентиляционные трубки должны выводиться в систему сбора газа или, если допустимо, в атмосферу на безопасном расстоянии от технологического оборудования и работающего персонала.

3.4.2 Если для предотвращения утечек газа используются системы масляных уплотнений, то эти системы должны оснащаться сигнализатором, показывающим низкое давление или уровень уплотняющего масла, и автоматическим отключающим устройством, которое останавливает привод компрессора при наличии низкого давления или уровня уплотняющего масла в соответствии с рекомендациями изготовителя.

3.4.3 Необходимо конструировать вентиляцию в зонах и зданиях с компрессорами, обрабатывающими опасные газы, для предотвращения рециркуляции или концентрации утечных газов.

Например, там, где опасный газ тяжелее воздуха, следует избегать невентилируемых прямых и траншей. Вентилируемый огнеопасный или токсичный газ должен размещаться так, чтобы он не всасывался во входные отверстия расположенных рядом воздушных компрессоров.

3.4.4. Электроприводы компрессоров, обрабатывающих огнеопасные газы, должны соответствовать применимым разделам стандарта ANSI/NFPA 70, статья 500. Кроме того, в качестве руководства по классификации опасных зон рекомендуется стандарт API RP 500A.

3.4.5 Кроме вышеописанных опасностей воспламенения от электрических источников, следует уделять внимание предотвращению контакта легковоспламеняющихся смесей с другими источниками возможного воспламенения. Устройства, которые могут искрить или нагреваться до степени, достаточной для зажигания огнеопасной смеси, должны рассматриваться как опасности воспламенения.

Примерами являются:

(а) Системы искрового зажигания двигателя. Нецелесообразно делать системы искрового зажигания двигателя взрывобезопасными. Впрочем, надлежащие конструкция и техобслуживание этих систем могут минимизировать эту опасность.

(б) Выхлопные компоненты двигателя;

(с) Печи или другие источники возгорания на технологической установке. При размещении компрессора нужно принимать во внимание расстояние до печи или других наружных источников возгорания в дополнение к любым большим пожарным опасностям, присутствующим во всей схеме производственного процесса.

3.5 Пределы вибрации

Многие факторы влияют на максимальный уровень серьезности вибрации, которой могут подвергаться оборудование компрессоров, приводы и трансмиссионные механизмы. Следует проконсультироваться с изготовителем о значениях относительно индивидуального оборудования. Сигнализаторы вибрации и движения вала и отключающие устройства следует использовать во избежание разрушающих отказов.