
**МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО-
КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

СВОД ПРАВИЛ

СП ХХ. 1325800.ХХХХ

КОНСТРУКЦИИ ГАЗОТВОДЯЩИХ ТРАКТОВ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

Правила проектирования

Настоящий свод правил не подлежит применению до его утверждения

Москва 2015

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила разработки - постановлением Правительства Российской Федерации «О порядке разработки и утверждения сводов правил» от 19 ноября 2008 г. № 858.

Сведения о своде правил

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Спецвысот-стройпроект» совместно с Объединением юридических лиц «Союз производителей композитов»

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 ПОДГОТОВЛЕН к утверждению Департаментом градостроительной деятельности и архитектуры

4 УТВЕРЖДЕН приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от ____ 201_ г. № _____ и введен в действие с 01 января 201_ г.

5 ЗАРЕГИСТРИРОВАН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт).

Правила применения настоящего свода правил в ГОСТ Р 1.0–2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему своду правил публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок – в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего свода правил соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте разработчика (Минстрой России) в сети Интернет

© Минстрой России, 201_

Настоящий свод правил не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Минстроя России

Содержание

1 Область применения.....	
2 Нормативные ссылки	
3 Термины и определения	
4 Общие положения	
5 Материалы.....	
6 Нормативные и расчетные характеристики.....	
7 Конструктивные решения и конструктивные требования.....	
7.1 Газоотводящие стволы и газоходы	
7.2 Диффузоры и конфузоры.....	
7.3 Узлы и соединения	
8 Расчеты конструкций газоотводящих трактов.....	
8.1 Расчетные требования.....	
8.2 Нагрузки и воздействия. Коэффициенты надежности	
8.3 Расчетные модели элементов газоотводящих трактов	
Приложение А (обязательное) Сортообразующие признаки конструкционного слоя стеклокомпозита в зависимости от уровня и набора техноло- гических операций.....	
Библиография.....	

Введение

Настоящий свод правил содержит указания по расчету и проектированию газоотводящих трактов из полимерных композитов промышленных дымовых и вентиляционных труб, применяемых в различных отраслях промышленности, коммунального хозяйства, включая особо опасные, технически сложные и уникальные объекты. При разработке свода правил учтены обязательные требования, установленные в Федеральных законах от 27 декабря 2002 г. №314-ФЗ «О техническом регулировании», от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»

Свод правил разработан авторским коллективом ООО «Спецвысотстройпроект» (канд. техн. наук С.Б. Шматков), ФГБУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (докт. техн. наук, проф. В.М. Асташкин), ООО «ТРИС» (А.С. Шматков), Российская инженерная академия (докт. техн. наук В.С. Жолудов), Союзкомпозит (С.Ю. Ветохин), АНО «Центр нормирования, стандартизации и классификации композитов» (А.В. Гералтовский).

СВОД ПРАВИЛ

КОНСТРУКЦИИ ГАЗООТВОДЯЩИХ ТРАКТОВ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

Правила проектирования

Дата введения — 201_—01—01

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящий свод правил распространяется на проектирование конструкций газоотводящих трактов из полимерных композитов, предназначенных для отвода в атмосферу и рассеивания продуктов сгорания топлива или (и) воздуха, содержащего вредные примеси. Свод правил распространяется на самонесущие конструкции газоотводящих трактов, конструкции, поддерживаемые несущими башнями, эстакадами, а также на внутренние газоотводящие стволы промышленных дымовых и вентиляционных труб, применяемых в различных отраслях промышленности, коммунального хозяйства, включая особо опасные, технически сложные и уникальные объекты.

1.2 Свод правил не распространяется на проектирование поддерживающих конструкций газоотводящих трактов, на проектирование внутрицеховых газоходов, входящих в состав технических устройств, а также на проектирование газопроводов, транспортирующих газообразные среды.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем своде правил использованы нормативные ссылки на следующие стандарты (своды правил):

ГОСТ 21341–2014 Пластмассы и эбонит. Метод определения теплостойкости по Мартенсу

СП ХХ.1325800.ХХХХ

ГОСТ 27751–2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения

ГОСТ 30244–94 Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть

ГОСТ 32657–2014 (ISO 75-1:2004, ISO 75-3:2004) Композиты полимерные. Методы испытаний. Определение температуры изгиба под нагрузкой

ГОСТ 32794–2014 Композиты полимерные. Термины и определения

СП 20.13330.2011 «СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия»

СП 50.13330.2012 «СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий»

СП 131.13330.2012 «СНиП 23-01-99 Строительная климатология»

Примечание – При пользовании настоящим сводом правил целесообразно проверить действие ссылочных документов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего свода правил в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем своде правил применены термины по ГОСТ 32794, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1

авторский надзор: Контроль лица, осуществившего подготовку проектной документации, за соблюдением в процессе строительства требований проектной документации.

[Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ, статья 2, пункт 2, подпункт 3]

3.2

агрессивная среда: Среда эксплуатации объекта, вызывающая уменьшение сечений и деградацию свойств материалов во времени.

[ГОСТ 27751–2014, пункт 2.1.1].

3.3

воздействие: Явление, вызывающее изменение напряженно-деформированного состояния строительной конструкции.

[Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ, статья 2, пункт 2, подпункт 4].

3.4 газоотводящий тракт: Канал отвода газообразных продуктов от различного теплового и промышленного оборудования (от последнего оборудования по ходу движения газа до выхода в атмосферу).

3.5 газоотводящий ствол: Вертикальная часть газоотводящего тракта, создающая тягу, выброс в атмосферу и рассеивание отводимых газов.

3.6 газоход: Часть газоотводящего тракта по которому отводимые газы перемещаются от обслуживаемого оборудования (теп-

СП ХХ.1325800.ХХХХ

лового или промышленного агрегата) до газоотводящего ствола промышленной дымовой (вентиляционной) трубы.

3.7 диффузор: Расширяющийся по ходу движения газа участок газоотводящего тракта.

3.8 долговечность: Способность конструкции сохранять физические и другие свойства, устанавливаемые при проектировании и обеспечивающие ее нормальную эксплуатацию в течение расчетного срока службы при надлежащем техническом обслуживании.

3.9 конфузор: Сужающийся по ходу движения газов участок газоотводящего тракта.

3.10

коэффициент сочетаний нагрузок: Коэффициент, учитывающий уменьшение вероятности одновременного достижения несколькими нагрузками их расчетных значений.

[СП 20.13330.2011, приложение Б].

3.11

коэффициенты надежности: Коэффициенты, учитывающие возможные неблагоприятные отклонения значений нагрузок, характеристик материалов и расчетной схемы строительного объекта от реальных условий его эксплуатации, а также уровень ответственности строительных объектов. Вводится 4 типа коэффициентов надежности: коэффициенты надежности по нагрузке γ_f , коэффициенты надежности по материалу γ_m , коэффициенты условий γ_d , коэффициенты надежности по ответственности γ_n .

[ГОСТ 27751-2014, пункт 2.2.13].

3.12 маркировочная окраска: Окраска высотного сооружения горизонтальными полосами белого и красного (оранжевого) цветов для выделения его на фоне местности с целью обеспечения без-

опасности полетов воздушных судов и выполняемая в соответствии с правилами и требованиями Гражданской авиации.

3.13 молниезащита: Комплекс устройств для защиты сооружения и его отдельных элементов от прямого удара молнии.

3.14

нагрузки: Внешние механические силы (вес конструкций, грунта, ветровые, инерционные воздействия и т.п.), действующие на строительные объекты.

[СП 20.13330.2011, приложение Б].

3.15

нагрузки длительные: Нагрузки, изменения расчетных значений которых в течение расчетного срока службы сооружения пренебрежимо малы по сравнению с их средними значениями.

[СП 20.13330.2011, приложение Б].

3.16

нагрузки кратковременные: Нагрузки, длительность действия расчетных значений которых существенно меньше срока службы сооружения.

[СП 20.13330.2011, приложение Б].

3.17 нагрузки особые: Нагрузки и воздействия (взрыв, столкновение с транспортным средством, авария, землетрясение, отказ работы несущего элемента конструкции), создающие аварийные ситуации с возможными катастрофическими последствиями.

3.18

надежность конструкции (сооружения): Способность выполнять требуемые функции в течение расчетного срока эксплуатации.

[ГОСТ 27751–2014, пункт 2.1.5].

3.19 несущая способность: Максимальный эффект воздействия, при котором в отношении несущих конструкций не происходит

СП ХХ.1325800.ХХХХ

разрушение любого характера (пластического, хрупкого, усталостного), потеря местной или общей устойчивости.

3.20

нормальная эксплуатация: Эксплуатация объекта в соответствии с условиями, предусмотренными в правилах эксплуатации, нормах проектирования, проектной документации, задании на проектирование, включая соответствующее техническое обслуживание, капитальный ремонт и реконструкцию.

[ГОСТ 27751-2014, пункт 2.1.7].

3.21

нормативные характеристики физических свойств материалов: Значения физико-механических характеристик материалов, устанавливаемые в нормативных документах или технической документации и контролируемые при их изготовлении, при строительстве и эксплуатации строительного объекта.

[ГОСТ 27751-2014, пункт 2.2.5].

3.22

поверочный расчет: Расчет существующего сооружения или его отдельных элементов по действующим нормам проектирования с введением в расчет полученных в результате обследования, а также по исполнительной документации геометрических параметров конструкции, фактических значений характеристик физических свойств материалов, фактически действующих нагрузок, уточненной расчетной схемы с учетом выявленных дефектов и повреждений.

[ГОСТ 31937–2011, пункт 3.9].

3.23

полимерный композит: Композит, матрица которого образована из термопластичных или термореактивных полимеров или эластомеров.

[ГОСТ 32794–2014, статья 2.1.234]

Примечание – В настоящем своде правил под полимерными композициями понимаются многослойные реактопласты (ламинаты), армированные волокном длиной не менее 7,5 мм.

3.24

предельное состояние: Состояние строительного объекта, при превышении характерных параметров которого эксплуатация строительного объекта недопустима, затруднена или нецелесообразна.

[ГОСТ 27751–2014, пункт 2.2.8].

3.25 промышленная труба: Высотное сооружение, предназначенное для создания тяги, отвода в атмосферу и рассеивания продуктов сгорания топлива или воздуха, содержащего вредные примеси.

Примечание – Промышленные трубы, отводящие преимущественно продукты сгорания топлива, называются дымовыми, а промышленные трубы, отводящие преимущественно воздух, содержащий вредные примеси, называются вентиляционными.

3.26 разделительная стенка: Конструкция в нижней части ствола трубы или газоотводящего ствола, разделяющая встречные потоки подводимых газов при двух и более вводах газоходов.

3.27 расчетная модель объекта: Модель рассчитываемого объекта, используемая при проведении расчетов и включающая в себя: расчетные схемы, идеализирующие геометрию рассчитываемого объекта; расчетные модели нагрузок и воздействий; расчетные модели напряженно-деформированного состояния; расчетные модели материалов; расчетные модели сопротивления.

3.28

расчетная ситуация: Учитываемый при расчете сооружения комплекс наиболее неблагоприятных условий, которые могут возникнуть при его возведении и эксплуатации.

[ГОСТ 27751-2014, пункт 2.2.12].

3.29 расчетный срок службы: Установленный в нормах проектирования или в проектной документации период использования конструкций газоотводящего тракта до капитального ремонта либо реконструкции при нормальной эксплуатации с предусмотренным техническим обслуживанием; расчетный срок службы отсчитывается от начала эксплуатации или возобновления эксплуатации после капитального ремонта либо реконструкции.

3.30 световое ограждение: Обозначение местоположения высотного сооружения в темное время суток и при плохой видимости с помощью электрических огней, устанавливаемых на сооружении для обеспечения безопасности полетов воздушных судов в соответствии с правилами и требованиями Гражданской авиации.

3.31 светофорные площадки: Площадки, предназначенные для размещения и обслуживания заградительных огней светового ограждения трубы; используются также при осмотрах, обследованиях, техническом обслуживании и ремонтах трубы.

3.32

техническое обслуживание и текущий ремонт: Комплекс мероприятий, осуществляемых в период расчетного срока службы строительного объекта, обеспечивающих его нормальную эксплуатацию.

[ГОСТ 27751-2014, пункт 2.1.19].

3.33 технический мониторинг: Система наблюдения и контроля, проводимая по определенной программе, за параметрами отводимых газов, параметрами напряженно-деформированного состояния элементов трубы и ее основания, конструкциями газоотво-

дящего тракта, за изменением технического состояния объекта с целью оценки соответствия проектным решениям и нормативным требованиям, а также своевременного обнаружения негативного изменения напряженно-деформированного состояния конструкций и грунта.

3.34 **царга:** Составная часть газоотводящего тракта (отправочная марка) цилиндрической формы, имеющая необходимые элементы для соединения со смежными частями газоотводящего тракта на монтаже.

4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1 Дымовые и вентиляционные трубы промышленного назначения должны обеспечивать эвакуацию в атмосферу и эффективное рассеивание отводимых газов различной температуры, влажности и агрессивности до допустимых гигиеническими нормами пределов концентрации на уровне земли. Основные параметры трубы – высота и диаметр газоотводящего ствола назначаются заказчиком (генпроектировщиком) исходя из санитарно-гигиенических, экологических и аэродинамических расчетов.

4.2. Элементы газоотводящих трактов должны быть выполнены из материалов группы горючести не хуже Г2 по ГОСТ 30244.

4.3 В ряде случаев из полимерного композита может проектироваться только часть газоотводящего тракта (ствол, либо газоход).

4.4 Элементы газоотводящих стволов и газоходов (царги и скорлупы) как правило выполняются методом намотки, путем формования, либо сочетанием этих двух технологических приемов.

4.5 Газоотводящие стволы из полимерных композитов конструируются:

- подвесными с разделением и без разделения по высоте на секции, каждая из которых крепится к несущему их сооружению;

СП ХХ.1325800.ХХХХ

- самонесущими, опирающимися на фундамент либо на опорную конструкцию;

- комбинированными, имеющими подвесную и самонесущую части.

Несущими сооружениями для подвесных стволов могут быть различного вида башни и несущие стволы–оболочки, внутри которых размещаются газоотводящие стволы.

Самонесущие газоотводящие стволы могут быть раскреплены оттяжками, либо соединены горизонтальными связями с другими конструкциями. Связи не должны препятствовать температурным деформациям газоотводящего ствола.

Секции подвесного газоотводящего ствола должны соединяться через компенсаторы, обеспечивающие свободное удлинение секций ствола за счет его нагрева. Компенсаторы должны быть газонепроницаемыми с учетом образующегося в стволе разрежения (избыточного давления), коррозионно - и температуростойкими.

4.6 При соответствующем технико-экономическом обосновании могут проектироваться трубы с несколькими газоотводящими стволами, которые могут располагаться внутри несущего ствола трубы, а в случае несущей конструкции в виде решетчатой башни, стволы могут размещаться как внутри башни, так и снаружи. Многоствольные трубы могут быть запроектированы в виде нескольких самонесущих стволов, объединенных связями, не препятствующими температурным деформациям.

4.7 Длина и трассировка газоходов определяются генпланом предприятия и местом расположения дымовой или вентиляционной трубы относительно обслуживаемых агрегатов. При двух газоходах их рекомендуется подводить к трубе (газоотводящему стволу) с диаметрально противоположных сторон. В отдельных случаях допускается присоединение трех газоходов в одном горизонтальном

сечении под углом 120° в плане. Допускается подвод газоходов в нескольких уровнях по высоте. При вводе в трубу (в газоотводящий ствол) нескольких газоходов следует предусматривать разделительные стенки, направляющие патрубки, исключая встречные соударения потоков газов. Соединение газохода с газоотводящим стволом или стволом трубы должно обеспечивать свободные взаимные смещения соединяемых элементов для компенсации разности осадок фундаментов трубы и газохода.

4.8 Надземные газоходы прокладываются по эстакадам или отдельным опорам. В последнем случае газоходы являются несущей конструкцией, воспринимающей нагрузки от собственного веса, заполнения газохода (конденсат, пыль, зола), ветрового напора, давления или разрежения отводимых газов. Под газоходами допускается устройство проездов и прокладка коммуникаций. Высота расположения газоходов по отношению к земной поверхности определяется конструктивными особенностями обслуживаемого оборудования в зависимости от высоты расположения выхода из него отводимых газов, от конструкции здания, где установлено оборудование и от генплана объекта. Газоходы могут включать горизонтальные, наклонные и вертикальные участки и собираются из отдельных царг. В местах поворотов газоходов устанавливаются угловые элементы. Поворот газоходов на угол больше 90° как правило не допускается.

4.9 Присоединение газоходов к оборудованию, подверженному вибрациям, следует предусматривать через мягкие вставки.

4.10 Для компенсации температурных напряжений в газоходах следует использовать компенсирующую способность самой трасы газоходов за счет её поворотов, а также устанавливать компенсаторы.

СП ХХ.1325800.ХХХХ

4.11 В нижней части газоотводящего ствола и в газоходах следует предусматривать люки для осмотров и чистки газоотводящего тракта, закрываемые герметичными крышками. Для доступа персонала к этим люкам необходимо проектировать лестницы и площадки.

4.12 Горизонтальные участки газоходов проектируются с уклоном для сбора и отвода конденсата через специальные устройства. В газоотводящих стволах в необходимых случаях также предусматриваются устройства для отвода конденсата.

4.13 В газоходах должны быть предусмотрены регулируемые шиберы-заслонки и взрывные клапаны.

4.14 Для замеров температурно-влажностных, газовых и аэродинамических режимов в газоотводящих стволах и газоходах следует предусматривать установку контрольно-измерительных приборов. Могут контролироваться следующие параметры отводимых газов: температура, влажность, запыленность, давление (разряжение), химический состав.

Для труб высотой до 100 м включительно замеры допускается проводить в одной точке по длине газохода и дублировать замер температуры в газоотводящем стволе на одной высотной отметке. Для труб высотой более 100 м замер температуры отводимых газов рекомендуется дублировать не менее чем на двух отметках по высоте. Контрольно-измерительные приборы устанавливаются с функциями регистрации и сигнализации.

Необходимость установки контрольно-измерительной аппаратуры, контролируемые параметры и места расположения первичных приборов должны быть оговорены в задании на проектирование.

4.15 Газоотводящие стволы должны иметь систему молниезащиты, состоящую из молниеприемников, двух токоотводов (основного и дублирующего) и заземлителя. В качестве дублирующего то-

коотвода может использоваться металлическая ходовая лестница, элементы которой надежно соединены в единую электрическую цепь. Сопротивление заземляющего контура должно быть не более 50 Ом.

4.16 Газоотводящие стволы и их несущие конструкции должны проектироваться с учетом правил нанесения маркировочной окраски и размещения огней светового ограждения согласно требований Гражданской авиации [1].

4.18 Для предотвращения (уменьшения) конденсации отводимых газов газоотводящие стволы и газоходы с наружной стороны могут иметь тепловую изоляцию. Теплоизоляция может располагаться между конструктивными слоями, образуя сэндвичевую конструкцию стенки. При температуре наружной поверхности газоотводящих стволов и газоходов более 60 °С примыкающие к ним площадки, лестницы и подходы должны иметь ограждения высотой не менее 1 м, часть которого на высоту не менее 100 мм от уровня настила должна быть сплошной.

4.19 При расположении газоотводящего ствола внутри несущей оболочки с проходным зазором между газоотводящим и несущим стволами (конструкция «труба в трубе»), температура в межтрубном пространстве должна быть не выше 40 °С.

Для обслуживания межтрубного пространства следует предусматривать рабочие площадки, ходовые лестницы, электрическое освещение. Для защиты от атмосферных осадков межтрубное пространство должно иметь кровлю с ограждением с возможностью выхода на неё для осмотра и обслуживания газоотводящего ствола. Межтрубное пространство должно иметь систему вентиляции. Допускается естественная вентиляция через жалюзийные решетки в нижней части ствола трубы и вентиляционные проемы в верхней части. Необходимо предусматривать пути эвакуации людей из

СП ХХ.1325800.ХХХХ

межтрубного пространства в случае возникновения аварийных ситуаций, в том числе эвакуацию на наружные балконы и светофорные площадки через аварийные выходы. Аварийные выходы из межтрубного пространства должны предусматриваться не реже чем через 45 м по высоте трубы.

4.20 Сечение газоходов, углы поворотов и подъемов газоходов определяются аэродинамическими расчетами всего газоотводящего тракта. Отводимые газы могут эвакуироваться по всему газоотводящему тракту за счет самотяги или за счет установки специальных дутьевых установок.

4.19 В проектной документации следует приводить техническую характеристику конструкций газоотводящих трактов, содержащую следующие сведения:

- климатические и сейсмические воздействия, принятые при расчетах, коэффициенты надежности;
- допускаемые параметры температурно-влажностных, газовых и аэродинамических режимов работы трубы (температуру, влажность, объем отводимых газов, содержание агрессивных составляющих и т.д.);
- расчетный срок службы газоходов и газоотводящих стволов.

5. МАТЕРИАЛЫ

5.1 Из числа полимерных композитов для конструкций газоотводящих трактов промышленных труб следует применять в основном стеклокомпозиты, защитные слои которых могут выполняться также из углекомпозита или органокомпозита.

5.2 В качестве армирующего наполнителя этой группы конструкционных материалов применяют ровинги (жгуты), ленты, ткани, маты (холсты), которые изготавливаются из стеклянных, углеродных либо органических волокон или нитей.

5.3 При проектировании необходимо рассматривать в единстве материал, конструкцию и технологию ее изготовления, а также реологические свойства (длительная прочность, ползучесть и др.) и зависимость механических свойств от температуры.

5.4 При проектировании материал защитного слоя выбирают для условий воздействия среды по шкале химстойкости как «стойкий», а материал конструкционного слоя – не ниже чем «ограниченно стойкий» [4].

5.5 При проектировании элементов газоотводящих трактов с внутренним защитным слоем следует предусматривать возможность контроля его непроницаемости. Один из методов контроля заключается в создании между защитным и конструкционным слоем электропроводного контура за счет введения в соединяющий слой клей (или грунтовку) токопроводного наполнителя, что делает возможным применение электроискрового способа согласно инструкции №13 [2].

5.6 Тип матрицы и армирующего наполнителя должны быть указаны в проектной документации.

5.7 Теплостойкость и физические свойства полимерных композитов, в зависимости от типа матрицы и армирующего наполнителя приведены в таблицах 5.1 и 5.2.

5.8 Качественным показателем конструкционной теплостойкости полимерного композита является теплостойкость по Мартенсу, определяемая по ГОСТ 21341. Максимальная рабочая температура должна приниматься не выше этого показателя. Вместо показателя теплостойкости по Мартенсу допускается использовать значение температуры изгиба под нагрузкой по ГОСТ 32657.

Таблица 5.1 – Температурные границы применения некоторых полимерных композитов в сооружениях промпредприятий

СП ХХ.1325800.ХХХХ

Материал	Рабочие температуры, °С	
	минимальная	максимальная
Полиэфиропласты и эпоксидопласты на смолах общего назначения, армированные стеклянным армирующим наполнителем	минус 50	100
Теплостойкие винилэфиропласты и эпоксидопласты после термообработки, армированные стеклянным армирующим наполнителем	минус 50	до 180
Фенолопласты после термообработки, армированные стеклянными армирующими наполнителями	минус 50	до 200

Таблица 5.2 – Физические характеристики материалов (средние значения)

Материал*	Плотность материала, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	Коэффициент линейного температурного расширения, (1/°С)·10 ⁵
Стеклокомпозит			
- по основе	1700	0,30	1,2
- по утку	1700	0,30	2,0
Углекомпозит для защитного слоя	1500	0,28	3,5
Органокомпозит для защитного	1200	0,25	4,0

слоя			
* Характеристики приведены для полимерных композитов, в качестве армирующего наполнителя в которых используют ткани.			

6 НОРМАТИВНЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

6.1 Нормативные характеристики базовых полимерных композитов холодного отверждения приведены в таблицах 6.1 и 6.2. Для полимерных композитов, отличающихся от базовых, за нормативное сопротивление принимается минимальное значение прочности по нормативному документу или технической документации на изделие из полимерного композита с обеспеченностью не менее 0,95, а за нормативное значение модуля упругости принимается его гарантированное среднее значение. При отсутствии отдельных показателей в нормативном документе или технической документации допускается их принимать пропорционально имеющихся на изделие из полимерного композита и данных таблиц 6.1 и 6.2.

Таблица 6.1 – Нормативные сопротивления R_n и коэффициенты надежности по материалу γ_m базовых полимерных композитов [3,4]

Материалы и соединения	Значения нормативных сопротивлений, МПа						Коэффициент надежности по материалу γ_m
	Растяжение	Сжатие	Изгиб	Срез	Отрыв	Сдвиг	
Реактопласт, армированный стек-							1 сорт-1,05

СП ХХ.1325800.ХХХХ

льянной тканью са- тинового плетения, полученный: - намоткой: а) в кольцевом направлении	180	100	165	50	2,5	3,0	2 сорт- 1,1
б) в продоль- ном направлении	100	80	110	50	2,5	3,0	3 сорт- 1,2
- контактным формованием: а) по основе	150	85	165	50	2,5	3,0	
б) по утку	95	60	110	50	2,5	3,0	
Реактопласт, ар- мированный стек- льянной тканью по- лотняного плете- ния, полученный: - намоткой: а) в кольцевом направлении	120	83	130	45	2,5	3,0	1 сорт- 1,05
б) в продоль- ном направлении	75	65	100	45	2,5	3,0	2 сорт- 1,1
- контактным формованием: а) по основе	100	80	110	45	2,5	3,0	3 сорт- 1,2
б) по утку	70	60	90	45	2,5	3,0	
Реактопласт, ар- мированный поли- пропиленовой тка- нью	35	45	40	-	-	-	1 сорт- 1,05
							2 сорт-

							1,1
							3 сорт- 1,2
Реактопласт, армированный стеклянным ровингом с прослойками стеклянной ткани, полученный намоткой:							1 сорт- 1,05
- в кольцевом направлении	230	153	190				2 сорт- 1,1
- в продольном направлении	76	45	63				3 сорт- 1,2
Реактопласт, армированный углеродной тканью ТЭКАРМ	50	50	60	-	-	-	1 сорт- 1,1
							2 сорт- 1,2
							3 сорт- 1,4
<p>Примечания</p> <p>1 Реактопласты на эпоксидных и полиэфирных смолах общего назначения.</p> <p>2 Значение нормативных сопротивлений реактопластов, армированных стеклянной тканью приведены: при содержании стеклянного армирующего наполнителя по массе не менее 65 % для стеклокомпозитов, полученных намоткой, и не менее 50 % для стеклокомпозитов, полученных контактным</p>							

СП XX.1325800.XXXX

формованием.

3 Сортность зависит от уровня технологических процессов, приведенных в приложении А.

4 При намотке ровингом необходимы тканевые прослойки, доля армирования от которых в продольном направлении должна быть не менее 20 % от общего содержания стеклянного армирующего наполнителя по массе.

5 Базовые характеристики получены для технологии намотки и контактного формования цилиндрических элементов.

Таблица 6.2 – Нормативные значения модуля упругости E_n , модуля межслойного сдвига G_n , коэффициента Пуассона ν_n и коэффициента надежности по материалу γ_m базовых полимерных композитов [3,4]

Материал	E_n , МПа	G_n , МПа	ν_n	γ_m
Реактопласт, армированный стеклян­ной тканью са­тинового плетения, полученный намот­кой: - в кольцевом направлении - в продольном направлении	21000	250	0,10	1 сорт-1,0 2 сорт-1,2 3 сорт-1,4
	12000	200	0,20	
Реактопласт, армированный стек­лянной тканью по­лотняного плете­ния, полученный: - намоткой:				1 сорт-1,0 2 сорт-1,2 3 сорт-1,4

а) в кольцевом направлении	18000	250	0,15	
б) в продольном направлении	12000	250	0,20	
- контактным формованием:				
а) по основе	14000	200	0,15	
б) по утку	9000	200	0,20	
Реактопласт, армированный пропиленовой тканью	2000	300	0,3	1 сорт-1,0 2 сорт-1,1 3 сорт-1,2
Реактопласт, армированный стеклянным ровингом с прослойками стеклянной ткани, полученный намоткой:				
- в кольцевом направлении	24000			
- в продольном направлении	12000			
Реактопласт, армированный углеродной тканью ТЭКАРМ	7000	200	0,25	1 сорт-1,0 2 сорт-1,1 3 сорт-1,2

Примечание – См. примечания в таблице 6.1.

6.2 Расчетные характеристики полимерных композитов

6.2.1 На базе значений нормативных характеристик материалов определяются их расчетные характеристики.

6.2.2 Расчетное сопротивление полимерных композитов R , МПа, вычисляют по формуле

$$R = \frac{R_n}{\gamma_m} k_{\tau t} \gamma_d, \quad (1)$$

где R_n – нормативное сопротивление (см. таблицу 6.1), МПа;

γ_m – коэффициент надежности по материалу (см. таблицу 6.1);

$k_{\tau t}$ – температурно-временной коэффициент прочности (см. таблицу 6.3);

γ_d – коэффициент условий эксплуатации, учитывающий степень агрессивности среды (см. таблицу 6.7)

6.2.3 Расчетный модуль деформаций полимерных композитов E , МПа, вычисляют по формуле

$$E = \frac{E_n}{\gamma_m} n_{\tau t}^E \gamma_d, \quad (2)$$

где E_n – нормативный модуль упругости (см. таблицу 6.2), МПа;

$n_{\tau t}^E$ – температурно-временной деформационный коэффициент (см. таблицы 6.4 – 6.5).

6.2.4 Расчетный модуль межслойного сдвига полимерных композитов G , МПа, вычисляют по формуле

$$G = G_n n_{\tau t}^G \gamma_d, \quad (3)$$

где G_n – нормативный модуль межслойного сдвига (см. таблицу 6.2), МПа;

n_{tt}^G – температурно-временной деформационный коэффициент модуля межслойного сдвига (см. таблицу 6.6).

6.2.5 Значения коэффициентов базовых полимерных композитов холодного отверждения приведены в таблицах 6.3 – 6.7.

При пользовании таблицами температурная шкала для материалов, отличающихся от базовых, корректируется путем ее умножения на коэффициент $R_m = T_m/70$, где T_m – теплостойкость по Мартенсу материала, отличающегося от базового.

Таблица 6.3 – Температурно-временные коэффициенты прочности k_{τ} базовых полимерных композитов [3]

Материал	Длительность действия нагрузки	Температурно-временной коэффициент прочности $k_{\tau t}$, при температуре					
		-20 °C	0 °C	20 °C	40 °C	60 °C	80 °C
Растяжение, сжатие, изгиб и срез							
Эпоксидопласт на смолах общего назначения, армированный стеклянной тканью	Кратковр.	1,00	1,00	1,00	0,80	0,60	0,50
	1 сутки	0,90	0,80	0,70	0,60	0,45	0,33
	1 месяц	0,85	0,75	0,65	0,53	0,38	0,27
	1 год	0,75	0,65	0,52	0,40	0,25	0,18
	10 лет	0,70	0,60	0,46	0,36	0,22	0,14
Полиэфиропласт на смолах общего назначения, армированный стеклянной тканью	Кратковр.	1,00	1,00	1,00	0,80	0,50	0,25
	1 сутки	0,90	0,72	0,70	0,55	0,36	0,17
	1 месяц	0,85	0,67	0,62	0,47	0,32	0,14
	1 год	0,75	0,55	0,45	0,35	0,23	0,12
	10 лет	0,70	0,48	0,40	0,30	0,20	0,10
Эпоксидопласт и полиэфиропласты	Кратковр.	1,00	1,00	1,00	0,80	0,60	0,40
	1 сутки	0,90	0,85	0,80	0,65	0,50	0,33

СП ХХ.1325800.ХХХХ

на смолах общего назначения, армированные тканью из органических волокон	1 месяц	0,87	0,82	0,75	0,60	0,40	0,28
	1 год	0,83	0,77	0,72	0,53	0,30	0,23
	10 лет	0,80	0,75	0,70	0,50	0,35	0,20
Эпоксидопласт и полиэфиропласт на смолах общего назначения, армированный углеродной тканью	Кратковр.	1,00	1,00	1,00	0,75	0,60	0,40
	1 сутки	0,90	0,83	0,73	0,55	0,40	0,27
	1 месяц	0,83	0,77	0,65	0,50	0,35	0,22
	1 год	0,75	0,65	0,52	0,39	0,23	0,17
	10 лет	0,70	0,60	0,45	0,35	0,20	0,15
Межслойный отрыв и сдвиг							
Межслойный отрыв для реактопластов, армированных стеклян-ной тканью и склейки конструк-ционного и за-щитного слоев	Кратковр.	1,00	1,00	1,00	0,80	0,40	0,20
	1 сутки	0,75	0,75	0,70	0,50	0,25	0,12
	1 месяц	0,70	0,70	0,60	0,42	0,20	0,10
	1 год	0,60	0,60	0,47	0,28	0,15	0,07
	10 лет	0,50	0,50	0,40	0,20	0,10	0,05
Межслойный сдвиг для реактопластов, армиро-ванных стеклян-ной тканью и склейки конструк-ционного и за-щитного слоев	Кратковр.	1,00	1,00	1,00	0,80	0,50	0,30
	1 сутки	0,95	0,94	0,80	0,55	0,35	0,20
	1 месяц	0,93	0,92	0,73	0,47	0,30	0,11
	1 год	0,90	0,87	0,63	0,35	0,23	0,08
	10 лет	0,88	0,85	0,60	0,30	0,20	0,07
Примечания							
1 Значение температурно-временных коэффициентов прочности следует							

принимать по средней рабочей температуре слоя, определяемой теплотехническими расчетами.

2 Для промежуточных температур температурно-временные коэффициенты прочности следует определять интерполяцией.

3 Для более низких температур (ниже минус 20 °С) значения температурно-временных коэффициентов прочности следует принимать такими же, как и для минус 20 °С.

Таблица 6.4 – Температурно-временные деформационные коэффициенты n_{tt}^E базовых полимерных композитов [3]

Материалы	Длительность действия нагрузок	Температурно-временной деформационный коэффициент n_{tt}^E , при температуре			
		20 °С	40 °С	60 °С	80 °С
Эпоксидопласт на смолах общего назначения, армированный стеклянной тканью	Кратковр.	1,00	0,80	0,70	0,60
	1 сутки	0,90	0,75	0,60	0,50
	1 месяц	0,80	0,65	0,55	0,40
	1 год	0,75	0,60	0,50	0,35
	10 лет	0,70	0,55	0,45	0,30
Эпоксидопласт и полиэфиро-пласты на смолах общего назначения, армированные тканью из органических волокон	Кратковр.	1,00	0,70	0,50	0,20
	1 сутки	0,75	0,50	0,32	-
	1 месяц	0,65	0,43	0,27	-
	1 год	0,50	0,35	0,18	-
	10 лет	0,45	0,30	0,15	-
Эпоксидопласт и полиэфиро-пласты на смолах общего назначения, армированные уг-	Кратковр.	1,00	0,75	0,55	0,40
	1 сутки	0,70	0,52	0,38	0,25
	1 месяц	0,60	0,45	0,32	0,20

СП ХХ.1325800.ХХХХ

леродной тканью	1 год	0,45	0,35	0,23	0,13
	10 лет	0,40	0,30	0,20	0,10

Таблица 6.5 – Температурно-временные деформационные коэффициенты n_{tt}^E базовых полимерных композитов при пониженных температурах и кратковременном действии нагрузки [3]

Материал	Температурно-временной деформационный коэффициент n_{tt}^E , при температуре						
	10 °С	0 °С	- 10 °С	- 20 °С	- 30 °С	- 40 °С	- 50 °С
Реактопласт, армированный стеклянной тканью	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,20	1,20
Реактопласт, армированный тканью из органических волокон	1,00	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	-
Реактопласт, армированный тканью из углеволокна	1,00	1,00	1,05	1,05	1,10	1,10	-

Примечание – Значения температурно-временных деформационных коэффициентов при другой длительности действия нагрузки следует определять путем умножения коэффициентов, приведенных в настоящей таблице, на коэффициент n_{tt}^E , принимаемый по таблице 6.4 при температуре 20 °С для соответствующего материала.

Таблица 6.6 – Температурно-временные деформационные коэффициенты модуля межслойного сдвига n_{tt}^G базовых полимерных композитов [3]

Материал	Длительность действия нагрузки	Температурно-временной деформационный коэффициент модуля межслойного сдвига n_{tt}^G при температуре				
		0 °С	20 °С	40 °С	60 °С	80 °С
Реактопласт на смолах общего назначения, армированный стекляннoй тканью	Кратковр.	1,10	1,00	0,60	0,30	0,180
	1 сутки	0,80	0,65	0,40	0,15	0,050
	1 месяц	0,70	0,40	0,20	0,10	0,030
	1 год	0,30	0,25	0,15	0,08	0,025
	10 лет	0,30	0,20	0,10	0,07	0,020

Таблица 6.7 – Коэффициенты условий эксплуатации γ_d , учитывающий степень агрессивности среды для стеклокомпозитного конструкционного слоя

Параметры рабочей среды		Коэффициент γ_d	
Снаружи сооружений	Внутри сооружений	Прочностных характеристик	Деформационных характеристик
Относительная влажность воздуха менее 75 %	Жидкая	0,60	0,80
	Газовоздушная смесь относительной влажностью:		
		- свыше 75 %	0,70
	- менее 75 %	0,85	1,0
Относительная	Жидкая	0,60	0,70

СП XX.1325800.XXXX

влажность воздуха свыше 75 %	Газовоздушная смесь относительной влажностью: - свыше 75 % - менее 75 %	0,65 0,70	0,80 0,85
<p>Примечания</p> <p>1 Относительную влажность наружного воздуха следует принимать согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» в зависимости от зоны влажности. Относительная влажность рабочей среды внутри сооружений должна быть указана в задании на проектирование.</p> <p>2 Внутренний защитный слой назначается согласно п. 5.4 и 7.1.3.</p>			

7 КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

7.1 Газоотводящие стволы и газоходы

7.1.1 Элементы газоотводящих стволов и газоходов (царги, отводы, тройники, поворотные элементы), как правило, выполняются кольцевого поперечного сечения методами намотки, контактного формования, напыления либо сочетанием этих технологических приемов.

Внутренний диаметр элементов газоотводящих стволов и газоходов рекомендуется принимать в соответствии со следующим унифицированным рядом: 0,6; 0,9; 1,2; 1,5; 1,8; 2,1; 2,4; 2,7; 3,0 м и далее через 0,6 м. Допускается принимать иные диаметры в соответствии с техническим заданием и возможностями существующего оборудования при условии обеспечения требуемых аэродинамических показателей газоотводящего тракта.

Длина элементов определяется возможностью оборудования, условиями транспортировки и монтажа и не должна, как правило, превышать 12 м.

7.1.2 При размерах элементов, превышающих транспортный габарит, они выполняются сборными из скорлуп с устройством продольных стыков. Скорлупы могут быть получены путем продольной резки царг, изготовленных намоткой, либо путем контактного формования или напыления. Негабаритные изделия могут также изготавливаться непосредственно у места монтажа с помощью мобильных комплексов.

7.1.3 Структура стенки газоотводящего ствола и газохода может быть слоистой однородной или состоять из внутреннего защитного слоя (коррозионностойкого барьера) и конструкционного (несущего) слоя. Кроме того, возможно применение теплоизоляционного слоя. При соответствующем обосновании допускается отсутствие защитного слоя, которое может быть компенсировано припуском на толщину несущего слоя от 1,5 до 2 мм.

7.1.4 Внутренний защитный слой выполняется с дисперсным армированием стеклянным волокном (в виде вуали из штапельного волокна и стеклянных матов из рубленых волокон), с повышенным содержанием смолы. Для защиты от статического электричества рекомендуется добавлять в смолу до 20 % графита или молотого кокса. В зависимости от требований к химической стойкости допускается использование в качестве наполнителя во внутреннем защитном слое углеродных и полипропиленовых тканей, а также полипропиленового фетра.

7.1.5 Конструкционный слой необходимо проектировать исходя из требуемых механических свойств. Толщина конструкционного слоя принимается по расчету и рекомендуется не менее 5 мм.

СП ХХ.1325800.ХХХХ

Для газоотводящих стволов и газоходов, работающих в условиях сильноагрессивных химических сред, рекомендуется применять матрицу конструкционного слоя на основе смол, используемых для внутреннего защитного слоя. Для других условий допускается матрица конструкционного слоя на основе менее химстойких смол.

Снаружи конструкционного слоя может быть выполнено финишное покрытие, выполняющее функции маркировочной окраски, защиты от внешних воздействий и придания эстетичного внешнего вида. В необходимых случаях в наружные слои могут добавляться антипирены для уменьшения горючести изделий.

7.1.6 Теплоизоляционный слой рекомендуется располагать между конструктивными слоями с образованием «сэндвич»-конструкции. В этом случае конструктивные слои должны быть соединены между собой кольцевыми связующими элементами или кольцевыми ребрами.

7.1.7 Механические характеристики конструктивных слоев, используемые для прочностных расчетов газоотводящих стволов и газоходов, должны быть подтверждены результатами лабораторных испытаний в соответствии с действующими нормативными документами.

7.1.8 При отсутствии опыта успешной эксплуатации газоотводящих стволов в условиях, аналогичных заданным для проектирования, необходимо выполнять проверку коррозионной стойкости выбранных материалов на основе результатов лабораторных испытаний. Рекомендуется также испытание в реальных условиях эксплуатации образцов - свидетелей.

7.1.9 В проектной документации необходимо указывать характеристики принятых материалов в продольном направлении и в кольцевом направлении в соответствии с гарантированными показателями технических условий предполагаемого изготовителя:

- прочность при растяжении,
- прочность при изгибе,
- модуль упругости,
- теплостойкость по Мартенсу.

Необходимо также указать способ изготовления ствола (намотка, контактное формование, напыление), тип применяемого стеклянного армирующего наполнителя, его содержание по массе, как справочный показатель - коэффициент линейного температурного расширения.

При разработке рабочей документации под конкретного изготовителя гарантированные свойства должны быть подтверждены его техническими условиями.

7.1.10 Для повышения прочности и жесткости царг газоотводящих стволов и газоходов рекомендуется предусматривать кольцевые, а при соответствующем обосновании также продольные ребра жесткости. При изготовлении царг намоткой кольцевые ребра жесткости могут быть образованы путем установки специальных реброобразователей из полимерных материалов, лент из жестких минераловатных плит, из прокатанного соответствующим образом тонкого листового металла. Ребра могут изготавливаться также способами контактного формования. Шаг ребер назначается по расчету или конструктивно. Продольные сечения оболочек газоотводящих стволов и газоходов для различных конструктивных решений приведены на рисунке 7.1.

7.1.11 Заводские (укрупнительные) соединения элементов газоотводящих трактов рекомендуется в следующих исполнениях: встык с наружным и внутренним бандажами; встык с наружным бандажом; склейкой в раструб; встык на фланцах.

Монтажные соединения элементов следует проектировать, как правило, раструбными, фланцевыми, штифтовыми и шпилечными, а также предусматривать необходимые компенсаторные соединения.

7.1.12 Для сокращения количества опорных элементов подвесного газоотводящего ствола рекомендуется выполнять укрупнительную сборку царг неразъемными стыками в секции длиной до 50 м. Подвеску секций осуществляют за кольцевые элементы жесткости не менее чем в 4 точках равномерно расположенных по периметру.



Рисунок 7.1 – Продольные сечения стеклокомпозитных оболочек различных типов

7.1.13 При разбивке трассы газохода на конструктивные элементы следует предусматривать максимальную степень повторяемости элементов, минимальное количество компенсаторов, арматуры, люков, поворотов и монтажных стыков.

7.1.14 Опорные части цилиндрических элементов газохода должны иметь угол охвата 120°. Конструктивные решения опорных частей элементов газоходов должны обеспечивать удобство сборки элементов в систему при монтаже. При необходимости элементы в местах опирания следует усиливать кольцевыми ребрами жесткости.

7.1.15 При проектировании отводов, тройников, переходов, дренажных устройств, люков и т.п. толщину стенки следует принимать такой же, как и для элементов с прямолинейной осью. Места врезки штуцеров, примыкающих газоходов, устройств люков и других ослаблений следует усиливать манжетами толщиной равной не менее половины толщины стенки.

7.2 Диффузоры и конфузоры

7.2.1. Установка на выходе из дымовых труб диффузоров позволяет существенно снизить, а в некоторых случаях полностью ликвидировать избыточное давление газов в трубах и газоходах, уменьшить перепад полных давлений по газовому тракту и снизить расход энергии на транспортировку газов.

7.2.2. Конфузоры применяются для конструктивного сужения газоотводящего канала, а также в некоторых случаях устанавливаются на выходе из дымовой трубы для увеличения скорости и высоты выброса газов в атмосферу.

7.2.3. Диффузоры и конфузоры обычно выполняют в виде усеченного конуса. Для улучшения аэродинамики газоотводящего тракта могут проектироваться диффузоры и конфузоры с криволинейной образующей поверхности.

7.2.4. Габаритные (диаметром до 3 м) конфузоры и диффузоры изготавливаются, как правило, намоткой на соответствующей оправке. Негабаритные конфузоры и диффузоры собираются из секций. Секции могут быть изготовлены контактным формованием либо напылением, а также могут быть получены разрезкой на «лестки» цилиндрических оболочек наклонной секущей плоскостью с последующей сборкой в конусообразную волнистую оболочку. Допускаются другие методы изготовления.

7.2.5. Соединение секций сборных диффузоров либо конфузоров между собой осуществляется на продольных наружных флан-

СП ХХ.1325800.ХХХХ

цах либо на накладках по шву сопряжения. Для фиксации применяют механическое крепление либо склейки. Швы сопряжения должны быть герметизированы.

7.2.6. Геометрические параметры конфузоров и диффузоров принимают исходя их компоновки газоотводящего тракта, аэродинамических расчетов и расчетов несущей способности на монтажные и эксплуатационные нагрузки.

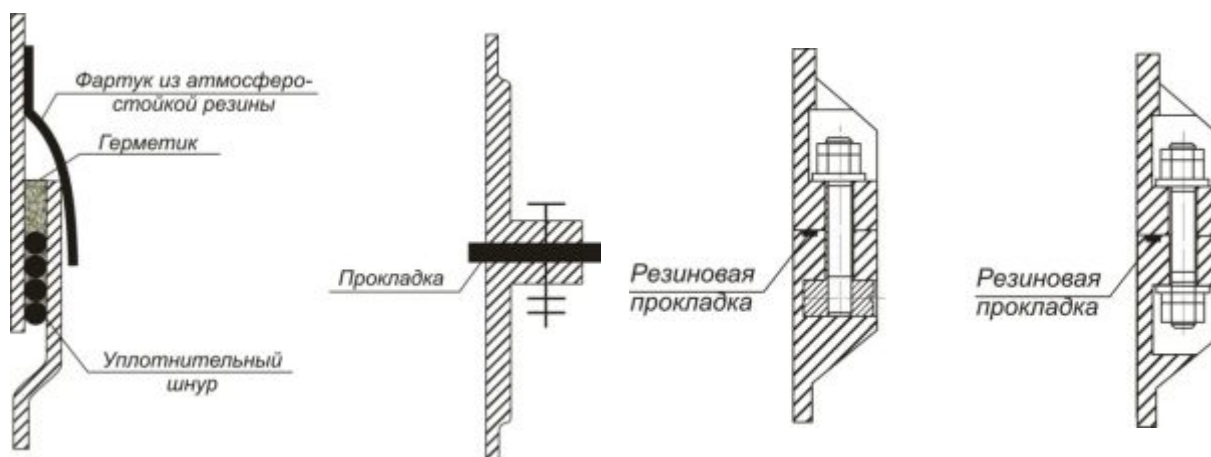
7.2.7. Свободный край диффузора или конфузора должен быть укреплен поперечным ребром жесткости.

7.2.8. Сопряжение конфузора либо диффузора со смежными элементами газоотводящего тракта рекомендуется в виде раструбного соединения. Допускается фланцевое соединение.

7.3 Узлы и соединения

7.3.1. Для соединения конструктивных элементов газоотводящего тракта следует предусматривать бандажные, фланцевые и раструбные соединения. Возможные соединения царг показаны на рисунках 7.2 – 7.3.

7.3.2 Конструкция соединений должна обеспечивать защиту конструкционного слоя от воздействия агрессивной среды и предусматривать передачу усилий с одного элемента на другой преимущественно через конструкционный слой.



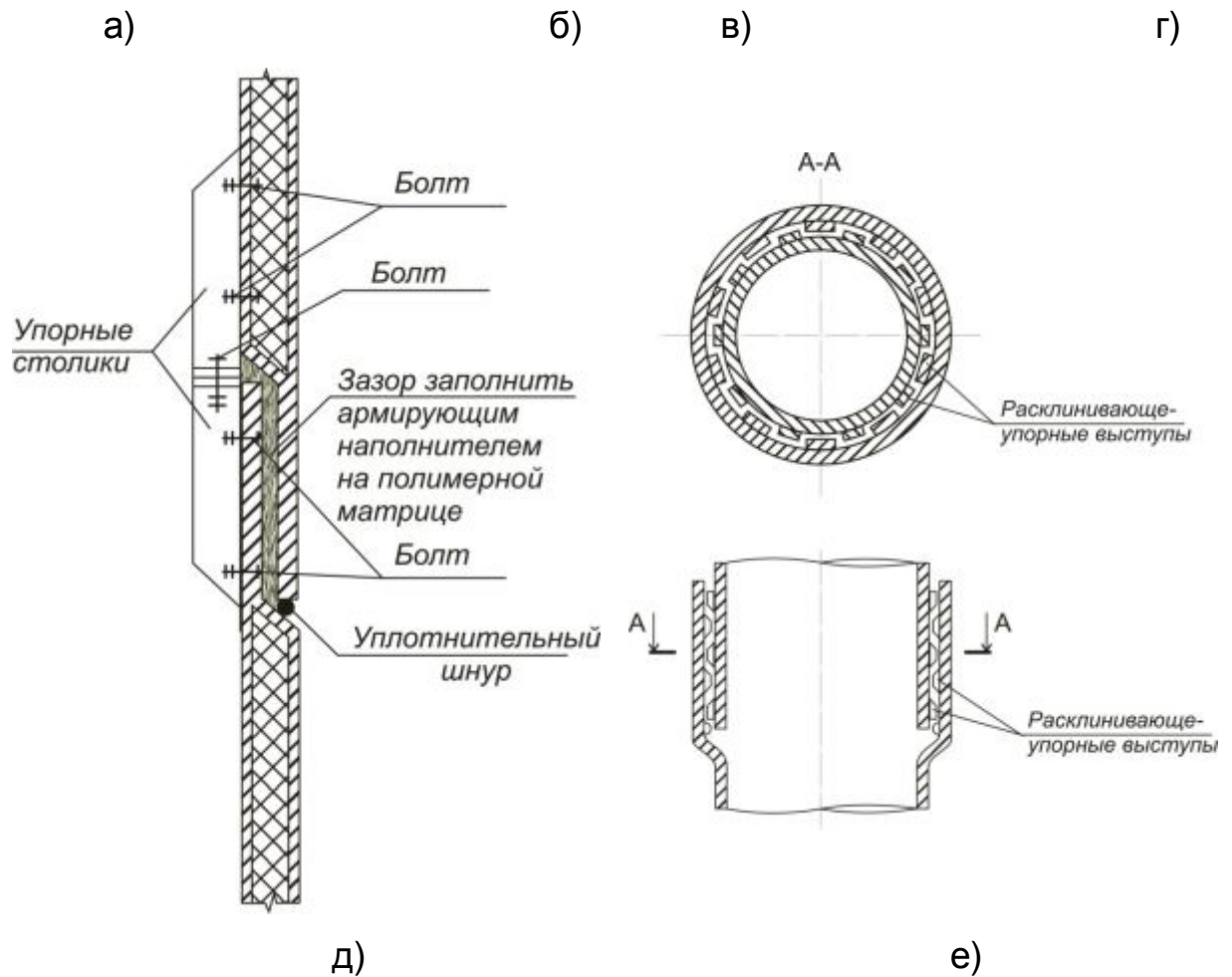


Рисунок 7.2 – Схемы соединений царг газоотводящего ствола:
 а – раструбное компенсационное; б – фланцевое; в – штифтовое; г – шпилечное; д – раструбное клеевое на упорных столиках; е – раструбное клеевое

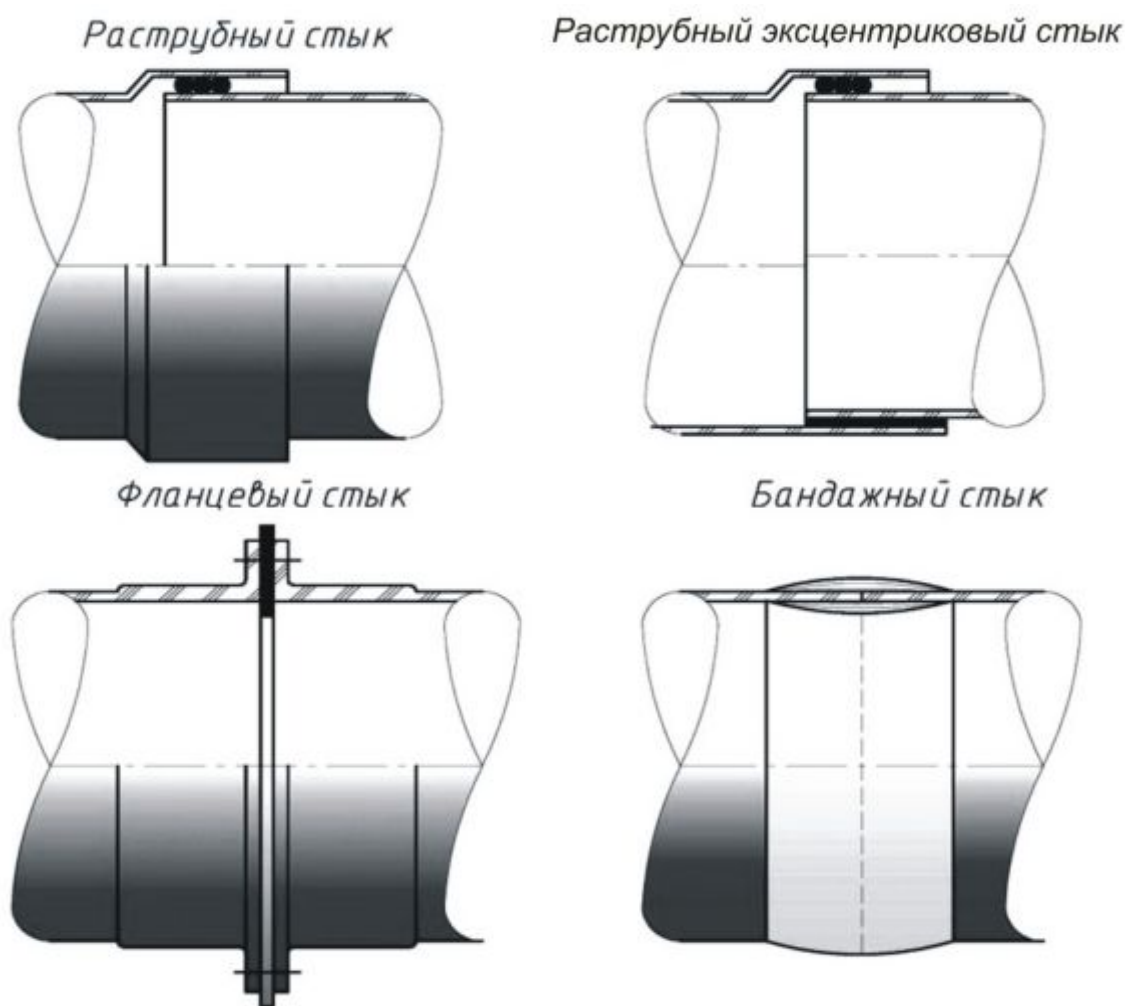


Рисунок 7.3 – Основные схемы соединений царг газопроводов.

7.3.3 В раструбном клеевом соединении упорно-расклинивающие выступы 6 и 7 на рисунке 7.2 сопрягаемых элементов должны быть образованы изгибом слоев стекломатериала на подкладках для исключения возможности разрушения от межслойного сдвига.

8 РАСЧЕТЫ КОНСТРУКЦИЙ ГАЗООТВОДЯЩИХ ТРАКТОВ

8.1 Расчетные требования

8.1.1 При расчете и проектировании газоотводящих трактов дымовых и вентиляционных промышленных труб из полимерных композитов необходимо учитывать следующие предельные состояния конструкций:

- первая группа предельных состояний – состояния, превышение которых ведет к разрушению любого характера (пластичное, хрупкое, усталостное), к потере местной или общей устойчивости;

- вторая группа предельных состояний – состояния, при превышении которых нарушается нормальная эксплуатация трубы и(или) происходит уменьшение её срока службы.

Расчеты по предельным состояниям должны обеспечить безопасность газоотводящего тракта дымовой трубы, предотвратить его чрезмерные деформации и перемещения при совместном действии собственного веса, ветровой нагрузки, технологической температуры, сейсмических воздействий. Необходимо учитывать изменение характеристик материалов за счет климатических факторов, температурно-влажностных и агрессивных воздействий дымовых газов и окружающей среды, деградацию свойств материалов за время эксплуатации.

8.1.2 При расчетах должны быть рассмотрены следующие расчетные ситуации:

- установившаяся – ситуация, имеющая продолжительность того же порядка, что и срок эксплуатации трубы, в том числе эксплуатация между двумя капитальными ремонтами или изменениями технологического процесса;

- переходная – ситуация, имеющая небольшую по сравнению со сроком эксплуатации трубы продолжительность: возведение трубы, капитальный ремонт (реконструкция), разогрев либо останов дымовой трубы;

- особая – ситуация, соответствующая расчету на сейсмические воздействия.

- для труб высотой более 100 м следует учитывать аварийные расчетные ситуации, имеющие малую вероятность возникновения и небольшую продолжительность, но являющиеся опасными с точки

СП ХХ.1325800.ХХХХ

зрения последствий достижения первой группы предельных состояний, возникающие в связи с обрушением отдельных элементов трубы и газоотводящего тракта, взрывом, столкновением, пожаром, после отказа одного из элементов конструкций и которые могут привести к существенным социальным, экологическим и экономическим потерям.

8.2 Нагрузки и воздействия. Коэффициенты надежности

8.2.1 Подразделение нагрузок на постоянные, длительные, кратковременные и особые, а так же коэффициенты сочетаний нагрузок для основных расчетных сочетаний установившейся ситуации и особого сочетания следует принимать по таблице 8.1, СП 20.13330.2011 и ГОСТ 27751.

Таблица 8.1 – Нагрузки и коэффициенты сочетаний нагрузок

Вид нагрузки	Коэффициенты сочетаний		
	Основных		Особых
	I гр. предельных состояний	II гр. предельных состояний	
Постоянные Собственный вес элементов газоотводящего тракта, тепловой изоляции, перекрытий, площадок, балконов, лестниц и т.п.	1,0	1,0	0,9
Длительные Вес отложений золы и пыли, конденсата	1,0	1,0	0,8
Температурное воздействие	1,0	1,0	1,0

ствие отводимых газов			
Климатическое температурное воздействие	1,0	1,0	0,0
Кратковременные			
Ветровая нагрузка	1,0	0,9	0,0
Особые			
Сейсмические нагрузки			1,0
Воздействия с резким нарушением условий эксплуатации (аварийное воздействие)	–	–	1,0

8.2.2 Неблагоприятные отклонения реальных условий эксплуатации от расчетной модели учитываются коэффициентами надежности по нагрузке γ_f , по материалу γ_m , коэффициентами условий работы γ_d , коэффициентами надежности по ответственности сооружения γ_n , которые применяются при расчетах по первой группе предельных состояний и при расчете на особое сочетание нагрузок.

8.2.3 Коэффициенты надежности по нагрузке следует принимать по таблице 8.2.

8.2.4 Дымовые и вентиляционные промышленные трубы высотой более 100 м относятся к уникальным объектам и при их проектировании необходимо учитывать коэффициент надежности по ответственности, который должен приниматься не ниже значения $\gamma_n = 1,1$.

Конкретные значения коэффициента надежности по ответственности устанавливаются генпроектировщиком по согласованию с заказчиком в задании на проектирование. На коэффициент надежности по ответственности следует умножать эффекты воздействия (нагрузочные эффекты), определяемые при расчете на основные сочетания нагрузок по первой группе предельных состояний.

СП XX.1325800.XXXX

При расчетах по второй группе предельных состояний коэффициент надежности по ответственности допускается принимать равным единице.

При расчете на сейсмические нагрузки (на особое сочетание нагрузок) необходимость учета коэффициента надежности по ответственности определяется в задании на проектирование.

Таблица 8.2 – Коэффициенты надежности по нагрузке γ_f

Вид нагрузки, воздействия	γ_f
Ветровая нагрузка:	
при высоте трубы $H \leq 150$ м	1,4
$150 < H \leq 300$ м	1,5
$H > 300$ м	1,6
Температурный перепад по толщине стенки газоотводящего ствола или газохода	1,1
Собственный вес конструкций:	
из полимерных композитов	1,1
всех видов тепловой изоляции, защитных и изолирующих слоев, выполняемых на строительной площадке	1,3
то же в заводских условиях	1,2
при расчетах элементов сборных конструкций при транспортировании	1,8
то же при подъеме и монтаже	1,5
Вес отложений и конденсата	1,3

8.2.5 Для возможности учета проявления температурно-временных зависимостей механических свойств материалов по продолжительности и температурным условиям воздействия нагрузки, дополнительно к указанным в табл. 8.1, следует относить к одной из следующих групп:

1 группа – постоянные и временные длительные условия, воздействия которых определяются температурным режимом нормальной эксплуатации и среднемесячными температурами наружного воздуха для теплого или холодного периода;

2 группа – кратковременные с условной продолжительностью действия в течение года 1 месяц, температурные условия воздействия те же, что и для 1 группы;

3 группа – кратковременные, с условной продолжительностью воздействия в течение года 1 сутки, температурные условия воздействия определяются температурным режимом нормальной эксплуатации и минимальными или максимальными суточными температурами наружного воздуха для данного района;

4 группа – монтажные и особые нагрузки кратковременные (продолжительность воздействия менее 1 суток), температурные условия воздействия которых, определяются минимальными или максимальными суточными температурами наружного воздуха или их сочетанием с температурными технологическими условиями в режиме нормальной эксплуатации.

Виды нагрузок, их группа, условная суммарная продолжительность воздействия, а также температурные условия воздействия приведены в табл. 8.3.

Таблица 8.3 – Виды и группы нагрузок, их суммарная продолжительность, а также температура воздействия по СП 131.13330.2012

Виды нагрузок и воздействия	Группа нагрузок, воздействий	Условная суммарная продолжительность действия	Температурные условия воздействия
-----------------------------	------------------------------	---	-----------------------------------

Постоянные			
Собственный вес	1	10 лет	Определяется температурным режимом нормальной эксплуатации и среднемесячными климатическими условиями эксплуатации для теплого (холодного) периода по
Временные			
Длительные			
Вес стационарного оборудования	1	10 лет	Определяется температурным режимом нормальной эксплуатации и среднемесячными климатическими условиями эксплуатации для теплого (холодного) периода
Внешнее или внутренне давление	1	10 лет	
Вес конденсата	1	10 лет	
Температурные технологические воздействия	1	10 лет	
Вес производственной пыли	1	10 лет	
Кратковременные			
Нормативная снеговая полной интенсивности	2	1 год	Определяется температурным режимом нормальной эксплуатации и среднемесячными климатическими условиями экс-

Гололедная	2	1 год	плуатации для холодного периода
Ветровая	2	1 год	Определяется температурным режимом нормальной эксплуатации и минимальной (максимальной) среднемесячной температурой для данного района
Кратковременные			
Температурные климатические воздействия	3	1 месяц	Определяется минимальной (максимальной) суточной температурой года для данного района
Нагрузки, возникающие при хранении и транспортировке	3	1 месяц	Определяется среднемесячными климатическими условиями в холодный (теплый) период
Нагрузки при испытаниях	4	1 сутки	Определяется температурным режимом испытаний и минимальной (максимальной) суточной температурой для данного района
Особые			
Аварийное повышение уровня заполнения оболочки	4	1 сутки	Определяется температурным режимом нормальной эксплуатации с учетом возможного повышения температуры в аварийной ситуации и минимальной
Аварийное	4	1 сутки	ной (максимальной) суточной

СП XX.1325800.XXXX

повышение внешнего или внутреннего давления			температурой
Остановки технологического процесса в холодное время года	4	1 сутки	Определяется минимальными суточными температурами для данного района

8.2.6. Значение нагрузки от отложений золы и пыли на стенках газоотводящих стволов и газоходов следует назначать согласно задания на проектирование, но не менее веса отложений толщиной 10 мм с нормативной плотностью 1200 кг/м^3 . Нагрузки от накопления конденсата в газоходах принимать по таблице 8.4, принимая его нормативную плотность 1000 кг/м^3 .

Таблица 8.4 – Расчетная величина высоты заполнения цилиндрических газоходов конденсатом

Характеристика транспортируемой газовой смеси	Высота заполнения газоходов
Сухой очищенный газ относительной влажностью менее 80%	0,05 диаметра
Влажный очищенный газ относительной влажностью 80% и более	0,10 диаметра
Примечание – Высота заполнения газохода приведена при условиях, что уклон трассы газохода не менее 0,01, газоходы снабжены конденсатоотводчиками	

8.2.7 Расчет конструктивных элементов сооружений по предельным состояниям первой группы следует выполнять с учетом

наиболее неблагоприятного сочетания нагрузок всех групп. Эти сочетания устанавливаются из анализа реальных вариантов нагружения для рассматриваемой стадии работы конструкции.

8.2.8. Для временных нагрузок следует учитывать суммарную продолжительность и неблагоприятные температурные условия их действия в течение всего срока эксплуатации сооружения.

8.3 Расчетные модели элементов газоотводящего тракта

8.3.1 Расчет труб с газоотводящими стволами следует выполнять как единой системы «несущая конструкция – газоотводящий ствол». Самонесущий ствол допускается рассматривать как стержень кольцевого сечения, заземленный в точке опирания и соединенный горизонтальными связями с несущей конструкцией.

8.3.2 Секции подвесных стволов при расчете допускается рассматривать как стержни кольцевого сечения или оболочки, шарнирно соединенные с рабочими площадками–диафрагмами и узлами подвеса. Соединение секций между собой допускается моделировать горизонтальными связями.

8.3.3 Подкрепляющее действие защитных слоев допускается не учитывать.

8.3.4 Расчеты элементов газоотводящих стволов для стадий эксплуатации, изготовления, транспортирования и монтажа следует проводить на основе моментной или полубезмоментной теории цилиндрических оболочек, в том числе с использованием конечно-элементных расчетных моделей, учитывая наличие ребер и других усиливающих конструкций. Этот же подход следует использовать для выявления краевых эффектов, концентрации напряжений, искажения контура газоотводящего ствола и т.п. при действии нагрузок, возникающих при его эксплуатации. Газоотводящие стволы необходимо рассчитывать так же на возможную потерю устойчивости стенки ствола за счет разрежения внутри ствола.

СП ХХ.1325800.ХХХХ

8.3.5 Проверку прочности элементов ствола в местах подвески к элементам несущих конструкций следует выполнять только для осевого направления.

8.3.6 Напряжения и деформации, определяемые по известным формулам теории оболочек или численно, следует оценить с точки зрения их допустимости по условиям прочности и жесткости.

8.3.7 При расчетах по первой группе предельных состояний следует проверять:

- прочность стенки по нормальным напряжениям, возникающим в поперечном и продольном направлениях;

- прочность стенки на срез в местах действия максимальных «балочных» поперечных сил (в зоне опор), диафрагм, поперечных ребер жесткости;

- прочность стенки по нормальным напряжениям или подкрепляющих стенку элементов (бандажей, ребер жесткости) в зонах опирания

- прочность стенки и подкрепляющих стенку элементов жесткости при сдвиге по касательным напряжениям;

- прочность узлов сопряжения конструктивных элементов;

- местную устойчивость стенки и устойчивость кольцевых элементов жесткости.

8.3.8 При действии только длительных нагрузок значения прочностных и деформационных температурно-временных коэффициентов материала для всех нагрузок могут быть приняты одинаковыми исходя из температуры и времени эксплуатации сооружения.

8.3.9 При нагрузках разной продолжительности расчет целесообразно вести по приведенным к кратковременным нагрузкам (напряжениям), при этом за базу сравнения берутся кратковременные расчетные характеристики. В частности проверка прочности

стенки сооружений в наиболее нагруженной точке при самом невыгодном сочетании нагрузок проводится по формуле:

$$\sum_{i=1}^4 \frac{\sigma_i}{k_{\tau t}^i} \leq \frac{R_n}{\gamma_m \gamma_n} \gamma_d \quad (4)$$

где σ_i – нормальные напряжения в материале от i -й группы нагрузок, МПа;

$k_{\tau t}^i$ – температурно-временной коэффициент прочности для продолжительности и температурных условий воздействия i – й группы нагрузок для материала;

R_n – нормативное сопротивление материала, МПа;

$\gamma_d, \gamma_m, \gamma_n$ – коэффициенты условий работы, надежности по материалу и назначению соответственно.

8.3.10 Устойчивость стенки оболочки следует проверять при наиболее невыгодном сочетании нагрузок всех групп. Если нормальное напряжение в одном из направлений растягивающее, его учитывать не следует.

Устойчивость стенки цилиндрических элементов при расчете по методу предельных состояний проверяется для плоского напряженного состояния по формуле:

$$\frac{\sum_{i=1}^4 \sigma_{xi}}{\sigma_{xcr}} + \frac{\sum_{i=1}^4 \sigma_{\phi i}}{\sigma_{\phi cr}} \leq 1 \quad (5)$$

где $\sigma_{\phi i}, \sigma_{xi}$ – максимальные сжимающие кольцевые нормальные напряжения в конструкционном слое и соответствующие им осевые сжимающие напряжения от i – й группы нагрузок, которые могут быть определены численно или по общей теории оболочек; в общем случае для них должны быть учтены коэффициенты сочетания нагрузок, учитывающие вероятность их

СП ХХ.1325800.ХХХХ

совместного действия, МПа;

σ_{xcr} , $\sigma_{\varphi cr}$ – критические напряжения потери устойчивости, определяемые по общей теории оболочек, МПа.

8.3.11 Критическая нагрузка, в зависимости от степени неоднородности докритического состояния, характеризует либо момент выпучивания (резкого нарастания докритических прогибов), либо момент бифуркации (появления возможности существования смежных форм равновесия). Во втором случае переход к смежной форме равновесного состояния происходит хлопком. При доминирующем влиянии неосесимметричных нагрузок вероятнее выпучивание, осесимметричных – хлопок. В последнем случае для расчета критических напряжений допускается применять кратковременный модуль упругости для соответствующего значения температуры.

8.3.12 Исходными данными для определения термических напряжений являются вычисления температурных полей и тепловых потоков в элементе газоотводящего тракта. Величина термических напряжений непосредственно зависит только от модуля упругости материала оболочки E , его коэффициента линейного температурного расширения α и от перепада температур внутренней и наружной поверхности ствола ($t_1 - t_2$). Толщина стенки элемента оказывает влияние на температурные напряжения через изменение с толщиной термического сопротивления, которое влияет на перепад температур стенок элемента.

Максимальное растягивающее напряжение σ_1 , МПа, и максимальное сжимающее напряжение σ_2 , МПа, при линейной зависимости модуля упругости от температуры (температуре t_1 соответствует значение E_1 , а температуре $t_2 - E_2$) в крайних волокнах стенки оболочки вычисляют по формуле:

$$|\sigma_1| = |\sigma_2| = 0,25 \frac{E_1 + E_2}{2} \alpha (t_2 - t_1), \quad (6)$$

где E_1 и E_2 – соответствующие температурам t_1 и t_2 модули упругости по формуле (2), МПа.

t_1 и t_2 – температуры на наружной и внутренней поверхности, °С;

8.3.13 Конструктивные и расчетные схемы газоотводящих стволов приведены на рисунке 8.1, а газоходов на рисунке 8.2.

8.3.14 Для компенсации температурных напряжений в трассах следует использовать компенсирующую способность самой трассы, при этом расчет вести по деформированной схеме учитывая увеличение податливости за счет искажения при изгибе контура поперечного сечения газохода. При необходимости следует предусматривать установку компенсаторов.

8.3.15 Осевые усилия, возникающие в газоходах, должны восприниматься неподвижными опорами и опорными узлами. Расположение неподвижных опор следует предусматривать с учетом максимального использования компенсирующей способности трассы. Для восприятия ветровых нагрузок в местах опирания элементов трасс, расположенных вне зданий, следует устанавливать хомуты. Для предотвращения потери общей устойчивости участков трассы, прокладываемой внутри или вне зданий, расстояние между опорами с установкой хомутов не должно превышать 30 радиусов элементов трассы.

8.3.16 Диффузоры и конфузоры рассчитываются как конусные оболочки в т.ч. при их конусообразной форме из лепестков.

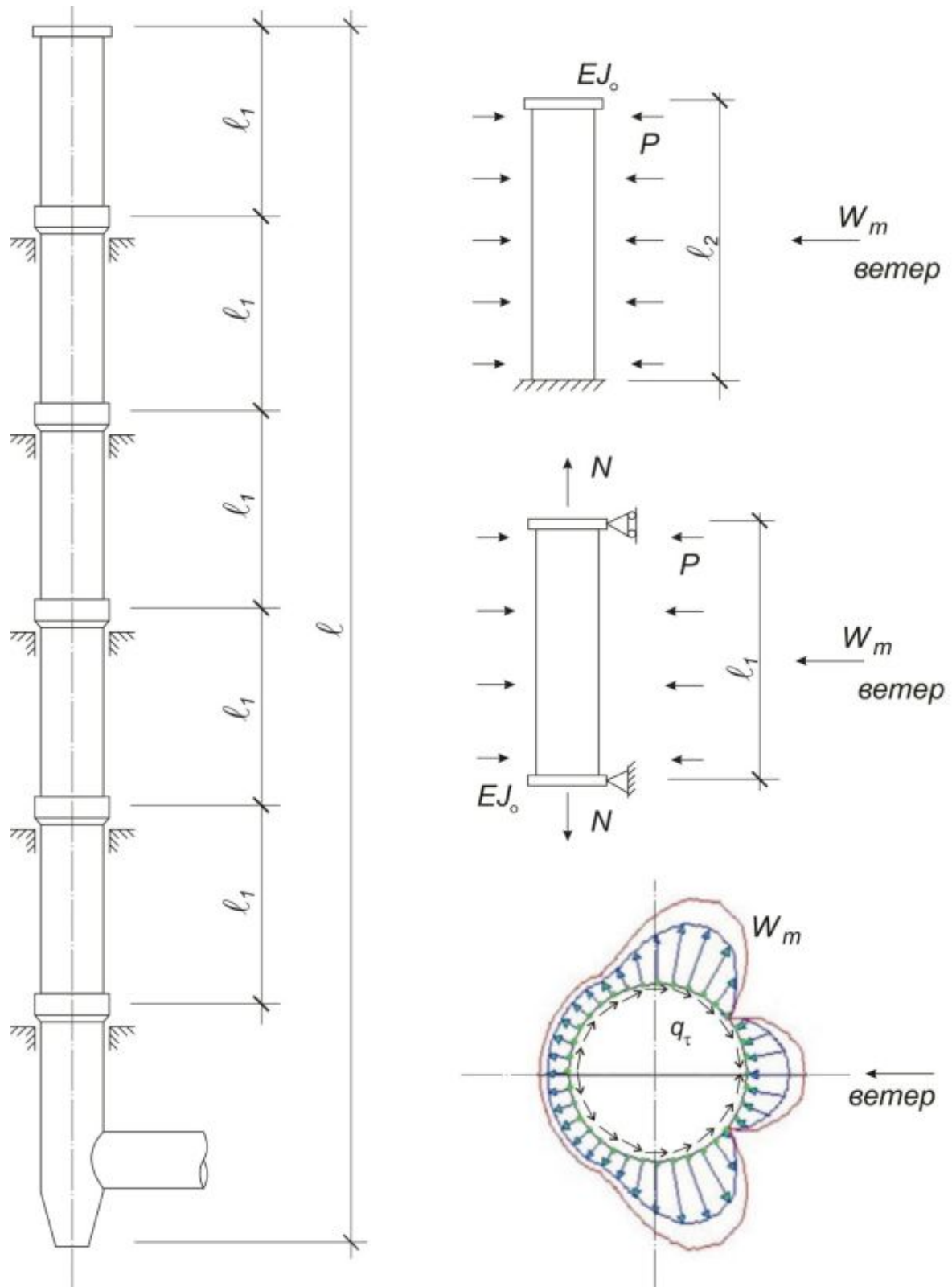
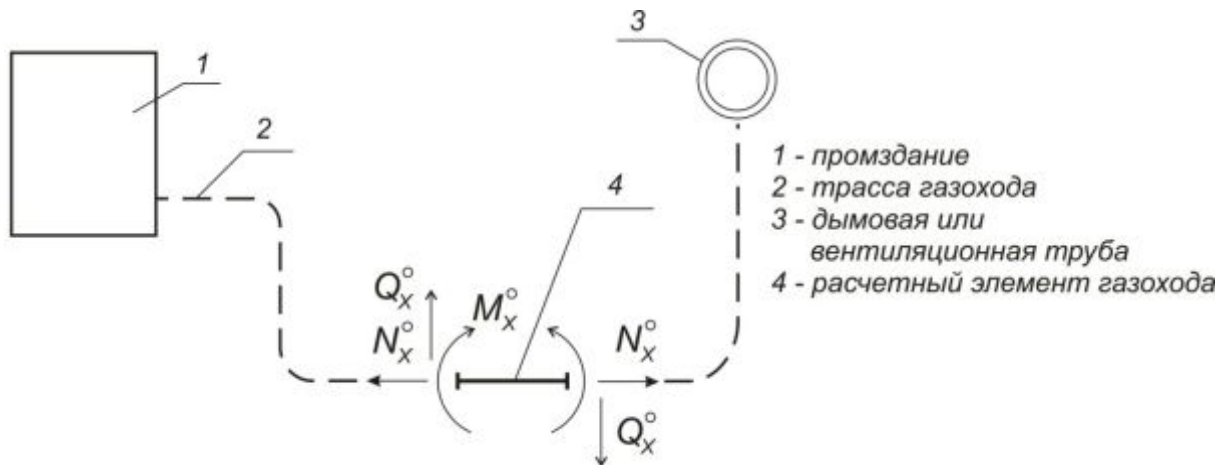
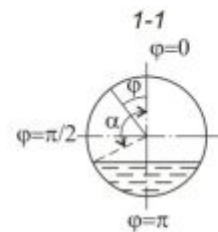
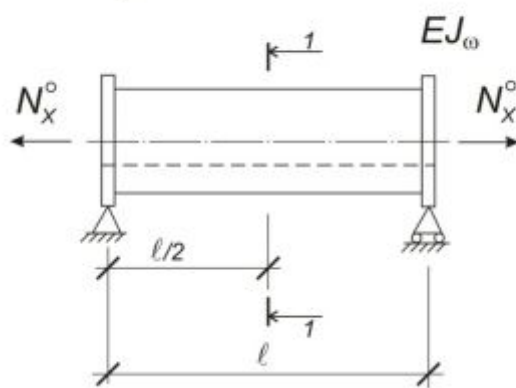


Рисунок 8.1 – Конструктивные и расчетные схемы газоотводящих стволов промышленных труб



а)



б)

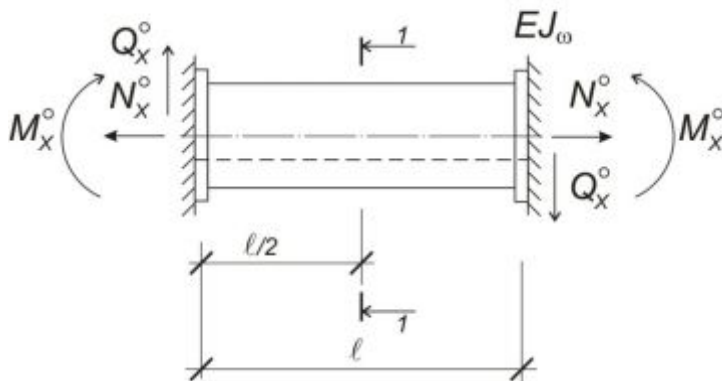


Рисунок 8.2 – Трасса и расчетный элемент газохода: а) для случая раструбного соединения элементов, б) - для случаев бандажных, раструбных клеевых и фланцевых соединений

Приложение А

(обязательное)

Сортообразующие признаки конструкционного слоя стеклокомпозита в зависимости от уровня и набора технологических операций

Таблица А.1

Технологические операции, их характеристика	Наборы технологических операций в зависимости от требований к качеству		
	1 сорт	2 сорт	3 сорт
1 Входной контроль качества материалов и полуфабрикатов с отражением результатов в журнале	+	+	+
2 Уточнение дозировки компонентов связующего	+	-	-
3 Определение потребности в основных материалах и полуфабрикатах на одно изделие	+	+	-
4 Расчет кинематических параметров намотки	+	+	-
5 Подготовка стеклонаполнителя (сушка)	+	+	-
6. Подготовка связующего			
6.1. Ручная дозировка	-	+	+
6.2. Автоматическая дозировка	+	-	-
6.3. Ручное перемешивание	-	-	+
6.4. Механическое перемешивание	+	+	-
6.5. Контроль вязкости	+	+	-

7. Намотка конструкционного слоя			
7.1. По многопроходной схеме	+	+	-
7.2. С послойным уплотнением	+	+	-
7.3. С контролем количества слоев	+	+	-
7.4. Ведение журнала производства работ	+	+	-
8. Отверждение			
8.1. Вращение на оправке до желатинизации	+	+	-
8.2. Холодное отверждение (до 60°C)	-	+	+
8.3. Горячее отверждение (80-150°C)	+	+	-
9. Контроль качества			
9.1. Органолептический	+	+	+
9.2. Контроль расхода материалов	+	+	-
9.3. Контроль степени отверждения связующего	+	-	-
9.4. Контроль физико-механических характеристик	+	+	-
9.5. Приемочные испытания продукции	+	-	-

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] РЭГА РФ-94 Руководство по эксплуатации гражданских аэродромов РФ.
- [2] Ведомственные строительные нормы Сборник инструкций по защите от коррозии
ВСН 214-82
- [3] Монография Дымовые трубы и элементы газоотводящих трактов из полимерных композиционных материалов: монография / В.М.Асташкин, В.С.Жолудов, А.З.Корсунский, Е.В.Малютин, Б.Б.Спорыхин; Под редакцией Гусева Б.В. и Горелого К.А.- Челябинск, «Абрис-принт», 2011.- 155 с.
- [4] Руководство Руководство по проектированию, расчету и методам контроля газоходов и ванн из би-пластмасс/ В.М.Асташкин, С.Г.Иванов, Н.С.Кувшинов и др. – М.: ЦБНТИ ММСС СССР, 1979.
- [5] Справочное пособие Воробьева, Г.Я. Коррозионная стойкость материалов в агрессивных средах химических производств / Г.Я.Воробьева. – М.: Химия, 1975.

УДК 697.8:678.5

ОКС 91.060.40

ОКП 22 9650

Ключевые слова: конструкции газоотводящих трактов из полимерных композитов, правила проектирования, дымовая труба, вентиляционная труба, газоотводящий ствол, газоход, расчет, расчетная модель
