

## 19. ДЫМОВЫЕ ТРУБЫ

**19.1.** Нормы настоящего раздела следует соблюдать при проектировании дымовых труб с несущими стволами из кирпича, железобетона и стали, обеспечивающих эффективное рассеивание дымовых газов различной температуры, влажности и агрессивности до допустимых действующими санитарными нормами пределов концентрации на уровне земли.

**19.2.** Выбор материала и конструкции дымовой трубы следует осуществлять на основании технико-экономического обоснования с учетом режима эксплуатации, специального оборудования для возведения, а также архитектурно-композиционных соображений.

**19.3.** Диаметры выходных отверстий и высоту дымовых труб следует определять на основании аэродинамических, теплотехнических и санитарно-гигиенических расчетов.

Диаметры надлежит принимать по следующему унифицированному ряду: 1,2; 1,5; 1,8; 2,1; 2,4; 2,7; 3,0; 3,3; 3,6 м и далее через 0,6 м.

Минимальные диаметры труб следует назначать с учетом оборудования, применяемого при возведении труб, но не менее 1,2 м — для кирпичных труб (в свету по футеровке) и 3,6 м — для монолитных железобетонных.

Примечание. Диаметры стальных труб допускается уменьшать до 0,4 м при высоте их до 45 м.

**19.4.** Высоту дымовых труб следует назначать по следующему унифицированному ряду: 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 м и далее через 30 м и принимать для кирпичных, армокирпичных и стальных свободно стоящих (бескаркасных) труб не более 120 м.

**19.5.** Расстояние между соседними дымовыми трубами должно быть не менее пяти средних наружных диаметров трубы.

**19.6.** В местах соединения газоходов с трубой надлежит предусматривать осадочные швы или компенсаторы.

**19.7.** В случае ввода в трубу в одном горизонтальном сечении двух газоходов их следует располагать с противоположных сторон на одной оси, при вводе трех газоходов — под углом 120° один к другому, при этом суммарная площадь ослабления в одном горизонтальном сечении не должна превышать 40 % общей площади сечения железобетонного ствола трубы или стакана фундамента, 30 % ствола кирпичной трубы и 20 % несущего ствола стальной трубы.

При вводах в дымовую трубу нескольких газоходов и одновременной их работе необходимо предусматривать в нижней части трубы или в стакане фундамента разделительные стенки или направляющие патрубки, исключающие взаимное влияние потоков газа, а также уменьшающие аэродинамическое сопротивление.

**19.8.** Для защиты несущего ствола дымовой трубы от температурного и агрессивного воздействия отводимых газов в необходимых случаях допускаются футеровка и тепловая изоляция ствола. В зависимости от температуры и агрессивности отводимых газов футеровку следует выполнять из шамотного, кислотоупорного или глиняного обыкновенного кирпича, специального бетона, керамики, стали, а также пластмасс.

Футеровка из кирпича предусматривается звеньями, опирающимися на консольные выступы в стволе. Высота звеньев должна быть не более 25 м при толщине в один кирпич и не более 12,5 м при толщине в 1/2 кирпича. В зоне проемов для газоходов толщину футеровки следует увеличивать до 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> — 2 кирпичей. При применении специальной фасонной шпунтовой керамики толщина футеровки может быть уменьшена. Примыкание нижнего звена к вышележащему необходимо проектировать с учетом температурного расширения материала футеровки как по высоте, так и по диаметру.

**19.9.** В нижней части дымовой трубы, фундаменте или подводящих газоходах следует предусматривать лазы для осмотра трубы, а в необходимых случаях — устройства, обеспечивающие отвод конденсата.

**19.10.** С наружной стороны трубы должны предусматриваться площадки и лестницы, а для кирпичных

труб — скобы. Лестницы или скобы следует устанавливать на расстоянии 2,5 м от поверхности земли. Площадки, лестницы и скобы должны иметь ограждения.

**19.11.** В целях предупреждения проникания дымовых газов в несущие конструкции кирпичных и железобетонных труб с газопроницаемой футеровкой не допускается избыточное статическое давление внутри дымового канала. При наличии избыточного статического давления следует применять трубу специальной конструкции (с внутренним газопроницаемым газоотводящим стволом или противодавлением в вентилируемом зазоре между стволом и футеровкой).

**19.12.** В дымовых трубах с противодавлением (в зависимости от режима работы) следует применять естественную или принудительную вентиляцию воздушного зазора. Величина противодавления должна приниматься в каждом сечении трубы не менее 50 Па ( $5 \text{ кгс/м}^2$ ).

**19.13.** При подключении нескольких агрегатов к трубе и колебаниях нагрузки, вызывающих образование конденсата, допускается при наличии технико-экономического обоснования проектировать многоствольные трубы с несколькими газоотводящими стволами, расположенными внутри несущего ствола трубы.

В пространстве между несущими и газоотводящими стволами следует предусматривать кольцевые площадки, ходовые лестницы, электрическое освещение, а также лифт при наличии специального обоснования.

**19.14.** Минимальный диаметр верхней части наружного несущего ствола в случае расположения внутри него нескольких газоотводящих стволов следует определять из условий размещения требуемого числа газоотводящих стволов и лифта, а также необходимых проходов для монтажа, контроля в процессе эксплуатации и производства работ.

**19.15.** Газоотводящие стволы следует выполнять из металла, а также из неметаллических негорюемых термостойких материалов.

С наружной стороны газоотводящих стволов следует устанавливать тепловую изоляцию, толщина которой определяется расчетом исходя из обеспечения при нормальном режиме эксплуатации задан. кого перепада температуры газа и внутренней поверхности ствола, а также температуры наружной поверхности тепловой изоляции не свыше  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ .

**19.16.** Фундаменты дымовых труб должны проектироваться железобетонными с подошвой круглого, многоугольного или кольцевого очертания в соответствии с требованиями СНиП 2.02.01-83 и СНиП 2.02.03-85. Для дымовых труб высотой более 200 м фундамент следует выполнять кольцевого очертания.

**19.17.** Предельные значения осадок и кренов для фундаментов труб должны приниматься по СНиП 2.02.01-83\*.

**19.18.** При высоком уровне подземных вод и подземном расположении газоходов следует предусматривать дренаж.

**19.19.** При расчете железобетонных дымовых труб по предельным состояниям первой группы необходимо учитывать одновременное действие нагрузки от собственного веса, расчетной ветровой нагрузки, а также влияние температуры отводимых газов, при расчете по предельным состояниям второй группы — одновременное действие нагрузки от собственного веса, нагрузки от ветра, а также влияние температуры отводимых газов и солнечной радиации.

**19.20.** Нагрузки и воздействия на дымовые трубы, коэффициенты надежности по нагрузке, а также возможные сочетания нагрузок должны приниматься согласно требованиям СНиП 2.01.07-85.

Коэффициент надежности по нагрузке при расчета на ветровые нагрузки для труб высотой до 150 м принимается равным 1,3; для труб высотой от 150 до 300 м — 1,4; для труб свыше 300 м — 1,5.

**19.21.** Перепады температуры в стенке трубы от воздействия отводимых газов надлежит определять на основании теплотехнических расчетов для установившегося потока тепла при наибольшем значении температуры отводимых газов и расчетной температуре наружного воздуха (средней температуре наиболее холодной пятидневки) и наибольшем значении коэффициента теплоотдачи наружной поверхности.

**19.22.** Дымовые цилиндрические трубы и трубы небольшой коничности (не более 0,012) следует рассчитывать на скоростной напор ветра и резонанс в соответствии с требованиями СНиП 2.01.07-85.

Конические трубы с коничностью более 0,012 на резонанс допускается не проверять.

**19.23.** В качестве расчетной схемы дымовой трубы следует принимать заземленный в основании консольный стержень постоянного или переменного по высоте кольцевого сечения.

Примечание. Для стальных труб с оттяжками расчетная схема принимается в виде консольного стержня, заземленного в основании с упругими опорами в местах оттяжек.

**19.24.** Определение изгибающих моментов в горизонтальных сечениях ствола трубы необходимо производить по деформированной схеме с учетом дополнительных изгибающих моментов от собственного веса вследствие прогиба трубы от ветра, температуры, солнечной радиации и крена фундамента.

**19.25.** Для учета кольцевых напряжений в поперечном сечении, а также дополнительных моментов от прогиба трубы при воздействии солнечной радиации необходимо учитывать распределение разности температур по наружной поверхности от 25 °С на солнечной стороне до 0 °С на границе с теневой стороной.

**19.26.** Горизонтальное перемещение верха трубы от нормативной ветровой нагрузки не должна превышать 1/75 ее высоты. При наличии лифта предельное горизонтальное перемещение верха трубы следует принимать в соответствии с техническими условиями на данный лифт.

**19.27.** Расчетную длину при определении форм свободных колебаний и проверке несущей способности горизонтальных сечений для свободно стоящих труб следует принимать равной высоте трубы, умноженной на коэффициент 1,12.

**19.28.** Минимальное напряжение на грунт под фундаментом трубы должно быть более нуля.

**19.29.** При наличии температурного перепада по высоте плиты фундамента необходимо при расчете фундамента учитывать температурные усилия, определяемые согласно СНиП 2.03.04-84.

#### **Кирпичные дымовые трубы**

**19.30.** Ствол кирпичной дымовой трубы следует проектировать в виде усеченного конуса (цоколь трубы должен быть цилиндрической формы). Наклон образующей наружной поверхности ствола трубы к вертикали следует принимать, как правило, постоянным в пределах 0,02—0,04 на всю высоту.

**19.31.** Для кладки стволов кирпичных дымовых труб следует принимать кирпич глиняный лекальный марок 125—150. Допускается применять обыкновенный глиняный кирпич пластического прессования марки не ниже 125 и водопоглощением не более 15 %.

Марку кирпича по морозостойкости следует принимать в зависимости от режима работы трубы, но не ниже 25. Для кладки ствола необходимо принимать сложные растворы марок не ниже 50.

**19.32.** По высоте кирпичной трубы надлежит предусматривать горизонтальные стяжные кольца из полосовой стали, шаг и сечение которых следует принимать по расчету, при этом толщина стяжных колец должна быть не более 10 мм, шаг — не более 1,5 м.

**19.33.** Толщина стенок ствола принимается по расчету, но не менее 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> кирпича.

**19.34.** Расчет горизонтальных сечений по несущей способности должен производиться в соответствии с СНиП II-22-81. Для всех горизонтальных сечений ствола точка приложения продольной силы должна находиться в пределах ядра сечения, т.е.  $e_0 \leq (D^2 + d^2) / 8D$ , где  $D$  и  $d$  — соответственно наружный и внутренний диаметры сечения ствола. Расчетное сопротивление кладки сжатию  $R$  принимается с коэффициентом условий работы 0,9.

**19.35.** Расчет вертикальных сечений ствола на температурные усилия, вызванные перепадом температур по толщине стенки ствола, следует производить, принимая эпюру в сжатой зоне прямоугольной. Растягивающие усилия следует воспринимать стяжными кольцами. Коэффициент условий работы при определении расчетного сопротивления стали стяжных колец следует принимать равным 0,7.

#### **Железобетонные дымовые трубы**

**19.36.** Ствол железобетонной дымовой трубы следует проектировать в форме цилиндра, усеченного конуса или комбинированной формы — в виде сочетания усеченного конуса и цилиндра. Отношение высоты всего ствола или отдельного его участка к своему наружному диаметру должно быть не более 20.

Наклон образующей поверхности трубы к вертикали следует принимать, как правило, не более 3,1.

**19.37.** Сборные железобетонные дымовые трубы, как правило, следует проектировать цилиндрической

формы из отдельных царг. Соединение царг между собой необходимо осуществлять на высокопрочных шпильках или болтах.

**19.38.** Для стволов железобетонных монолитных труб следует применять бетон только на портландцементе класса не ниже В30 с содержанием трехкальциевого алюмината до 8 % или сульфатостойкий портландцемент с минеральными добавками. Класс бетона по прочности на сжатие должен быть не менее В15, водоцементное отношение — не более 0,4. Марка бетона труб по морозостойкости должна быть не менее F200, по водонепроницаемости — W8. Для труб, в которых возможно образование конденсата, морозостойкость бетона должна быть не менее F300.

Примечание. В отдельных случаях при соответствующем техническом обосновании (высокие температуры дымовых газов и др.) допускается снижение марки по морозостойкости, но не ниже значений, приведенных в СНиП 2.03.01-84.

**19.39.** Толщину стенок ствола железобетонной трубы следует принимать по расчету, минимальную толщину стенок вверху монолитной трубы следует принимать: при диаметре трубы до 4,8 м — 160 мм; до 7,2 м — 180 мм; при диаметре до 9 м — 200 мм, при диаметре более 9 м — 250 мм.

**19.40.** Сечение растянутой арматуры от площади расчетной толщины сечения ствола трубы должно быть не менее: для кольцевой арматуры — 0,2, продольной — 0,4 %.

**19.41.** Стыки растянутой арматуры труб допускается устраивать внахлестку без сварки. Стыки продольной и горизонтальной арматуры должны располагаться вразбежку так, чтобы число стыков в сечении было не более 25 % общего числа стержней.

**19.42.** Толщину защитного слоя бетона для рабочей арматуры следует принимать не менее 30 мм и не менее диаметра арматуры, а при наличии агрессивных газов дополнительно увеличивать на 5 мм.

**19.43.** Предельно допустимую температуру нагрева арматуры, выбор состава бетона в зависимости от температуры дымовых газов, дополнительные коэффициенты условий работы для расчетных сопротивлений бетона и арматуры, а также метод расчета вертикальных сечений на действие неравномерного нагрева по толщине стены следует принимать по СНиП 2.03.04-84.

**19.44.** Предельная ширина раскрытия трещин в растянутой зоне сечения не должна превышать: для верхней трети высоты трубы — 0,1 мм, для нижних двух третей высоты трубы — 0,2 мм. При соответствующем обосновании для нижней части дымовой трубы допускается ширина раскрытия трещин до 0,3 мм.

#### Стальные дымовые трубы

**19.45.** Ствол стальной дымовой трубы следует проектировать, как правило, состоящим из верхней цилиндрической и нижней конической частей.

**19.46.** Для свободно стоящих стальных труб соотношения размеров к общей высоте трубы должны удовлетворять следующим условиям: диаметр цилиндрической части — не менее 1/20; диаметр основания конической части — не менее 1/10; высота конической части — не менее 1/4.

Примечание. В случае установки динамических или механических гасителей колебаний диаметр цилиндрической части может составлять 1/25 общей высоты трубы.

**19.47.** Стальные дымовые трубы без футеровки высотой 60 м и более, а также футерованные трубы с отношением высоты трубы к диаметру более 20 должны проектироваться с оттяжками.

**19.48.** Расположение оттяжек по высоте трубы должно приниматься следующим: высота верхней части ствола трубы над оттяжками при одном ярусе оттяжек должна составлять от 1/3 до 1/4 общей высоты трубы, при двух ярусах — не более 1/5; расстояние между ярусами оттяжек должно быть равно 1/3 высоты трубы.

**19.49.** Стальные дымовые трубы высотой более 120 м должны быть раскреплены в нижней части жесткими подкосами. В качестве несущих конструкций допускается использовать решетчатые башни.

**19.50.** Цилиндрическую и коническую части стальной трубы следует, как правило, соединять встык без ребер. Толщина стенок трубы должна быть не менее 4 мм.

**19.51.** Верх цилиндрической части трубы следует усиливать горизонтальным ребром жесткости.

**19.52.** Футеровку стальных труб следует опирать на специальные горизонтальные кольцевые ребра, привариваемые к стенке трубы с внутренней стороны.

**19.53.** Ввод газохода в месте сопряжения с дымовой трубой должен иметь круглую, овальную или прямоугольную с закругленными углами форму, при этом в целях обеспечения равнопрочности сечения оболочку ствола следует усиливать приваркой листов по периметру выреза.

**19.54.** Марки сталей для дымовых труб должны приниматься в соответствии со СНиП II-23-81 с отнесением отдельных элементов к следующим группам:

группа 2 — оболочка и ребра жесткости дымовой трубы;

группа 4 — ребра жесткости, опорные кольца, площадки, лестницы, ограждения.

**19.55.** Расчет элементов стальных конструкций дымовых труб и определение расчетных сопротивлений материалов при температуре конструкции 300 °С и менее следует производить по СНиП II-23-81.

**19.56.** Стальные дымовые трубы при критических скоростях ветра, вызывающих резонансные колебания сооружения, следует рассчитывать на усталость в соответствии с требованиями СНиП II-23-81. Проверке подлежат стыковые швы стальной оболочки дымовой трубы, при этом в расчете должно учитываться не менее 2 млн. циклов нагружения.

**19.57.** Стенки труб следует проверять на общую и местную устойчивость.

Сварные соединения стенки трубы должны быть проверены на знакопеременные циклические напряжения, возникающие при резонансных колебаниях трубы от действия ветровых нагрузок.

Место сопряжения цилиндрической и конической частей трубы, а также все места изменения толщины стенки трубы необходимо проверять на прочность с учетом дополнительных напряжений от краевого эффекта.