ЦНИИПромзданий Госстроя СССР
ВНИИмонтажспецстрой Минмонтажспецстроя СССР

Руководство

по креплению технологического оборудования фундаментными болтами

Москва 1979

gost.e-ecolog.ru

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ (ЦНИИПРОМЗДАНИЙ)

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПО МОНТАЖНЫМ И СПЕЦИАЛЬНЫМ СТРОИТЕЛЬНЫМ РАБОТАМ (ВНИИМОНТАЖСПЕЦСТРОЙ)

РУКОВОДСТВО

ПО КРЕПЛЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ФУНДАМЕНТНЫМИ БОЛТАМИ

Москва Стройиздат 1979

УДК 624.159.11

Рекомендовано к изданию решением секции несущих конструкций НТС ЦНИИпромзданий и секции технологии механизации монтажных работ НТС ВНИИМонтажспецстроя.

Руководство по креплению технологического оборудования фундаментными болтами/Центр. н.-и. и проект.-эксперим. ин-т пром. зданий и сооружений ЦНИИпромзданий Госстроя СССР. ВНИИ по монтажным и спец. строит. работам ВНИИмонтажспецстрой Минмонтажспецстроя СССР. — М.: Стройиздат, 1979. — 71 с.

Руководство составлено к СН 471-75 и содержит основные положения по закреплению технологического оборудования фундаментными болтами. Приведены примеры расчета болтов с учетом различных силовых воздействий. Даны рекомендации, отражающие специфику технологии установки различных конструкций фундаментных болтов в бетон и выверки оборудования.

Положения, соответствующие требованиям СН 471-75, выделены полужирным шрифтом, а номера пунктов и таблиц СН 471-75 указаны в скобках рядом с номерами соответствующих пунктов и таблиц Руководства.

Формулам и рисункам, во избежание усложнения, дана только нумерация Руководства.

Руководство разработано ЦНИИпромзданий Госстроя СССР (кандидаты техн. наук А. М. Туголуков, Н. А. Ушаков, инженеры Е. В. Потапкин, О. Л. Кузина, Ю. В. Фролов), ВНИИмонтажспецстроем Минмонтажспецстроя СССР (кандидаты техн. наук П. П. Алексеенко, Л. А. Григорьев) при участии НИИЖБ Госстроя СССР (канд. техн. наук В. И. Шарстук) и Харьковского Промстройниипроекта Госстроя СССР (кандидаты техн. наук Э. Н. Кутовой, И. Г. Черкасский).

Руководство предназначено для инженерно-технических работников проектных институтов, заводов — изготовителей оборудования, а также монтажных и строительных организаций.

Табл. 24, рис. 17.

Р $\frac{30213-413}{047(01)-79}$ Инструкт.-нормат. I вып. — 40—78. 3204000000

© Стройиздат, 1979

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

1. Общие указания 4

2. Основные типы фундаментных болтов и область их применения 4

3. Установка технологического оборудования на фундаментах 12

Способы опирания оборудования на фундамент 12

Выверка оборудования 13

Подливка оборудования 20

4. Расчет фундаментных болтов 22

5. Основные требования к установке болтов 31

6. Образование скважин в бетоне и железобетоне для установки болтов 35

7. Затяжка фундаментных болтов 37

Приложения:

Приложение 1. Технико-экономические показатели фундаментных болтов 41

Приложение 2. Условные обозначения фундаментных болтов и их привязка в плане 49

Приложение 3. Примеры расчета фундаментных болтов . . . 53

Приложение 4. Состав и технология приготовления эпоксидного клея. Установка болтов 57

Приложение 5. Технические характеристики механизированного оборудования для образования скважин в бетоне и железобетоне 63

Приложение 6. Инструмент для затяжки фундаментных болтов 68

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1. Руководство составлено к Инструкции по креплению технологического оборудования фундаментными болтами (СН 471-75) и распространяется на крепление технологического оборудования к бетонным и железобетонным фундаментам, эксплуатируемых при расчетной температуре наружного воздуха до минус 65° С включительно и при нагреве бетона фундамента до 50° С.

Примечание. Расчетная зимняя температура наружного воздуха принимается как средняя температура воздуха наиболее холодной пятидневки в зависимости от района строительства, согласно главе СНиП по строительной климатологии и геофизике. Расчетные технологические температуры устанавливаются заданием на проектирование.

Рекомендации настоящего Руководства должны также соблюдаться при установке и закреплении технологического оборудования на фундаментах в процессе монтажа.

1.2 (1.2). При нагреве бетона фундамента свыше 50° С в расчетах должно учитываться влияние температур на прочностные характеристики материала фундамента, болтов, подливок, клеевых составов и т. п.

1.3 (1.3). Фундаментные болты, предназначенные для работы в условиях агрессивной среды и повышенной влажности, должны проектироваться с учетом дополнительных требований, предъявляемых главой СНиП по защите строительных конструкций от коррозии.

Примечание. Далее в тексте Руководства (кроме заголовков и в подписях к рисункам) слова «фундаментные болты» для сокращения заменяются словом «болты».

1.4 (1.4). Рекомендации настоящего Руководства не исключают при наличии соответствующего обоснования применения других способов установки и закрепления технологического оборудования на фундаментах (например, на виброгасителях, клею и др.).

2. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ФУНДАМЕНТНЫХ БОЛТОВ И ОБЛАСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

2.1 (2.1). Болты для крепления технологического оборудования по своему назначению делятся на конструктивные и расчетные (силовые).

Конструктивные болты служат для фиксации оборудования на фундаментах и для предотвращения случайных смещений. Такие болты предусматриваются для оборудования, устойчивость которого против опрокидывания, сдвига или скручивания обеспечивается собственным весом.

Расчетные болты воспринимают нагрузки, которые возникают при работе технологического оборудования.

2.2 (2.2). Болты в зависимости от способа установки их подразделяются на следующие основные виды (табл. 1):

устанавливаемые непосредственно в массив фундамента (болты глухие);

устанавливаемые в массив фундамента с изолирующей трубой (болты съемные);

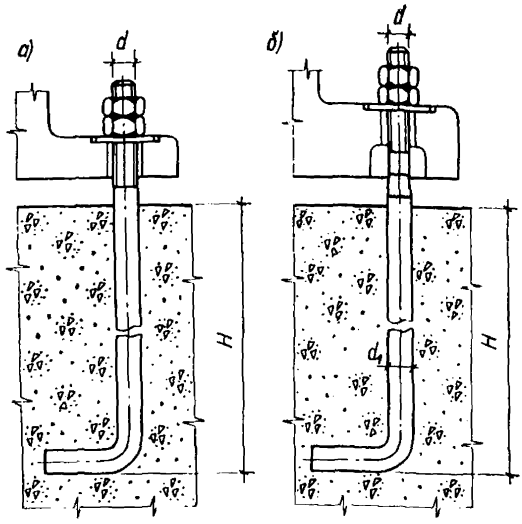


Рис. 1 Фундаментные болты с отгибом

а — с резьбой диаметром от М10 до М48 (тип. 1); *б* — с резьбой диаметром от М56 до М125 (тип 2)

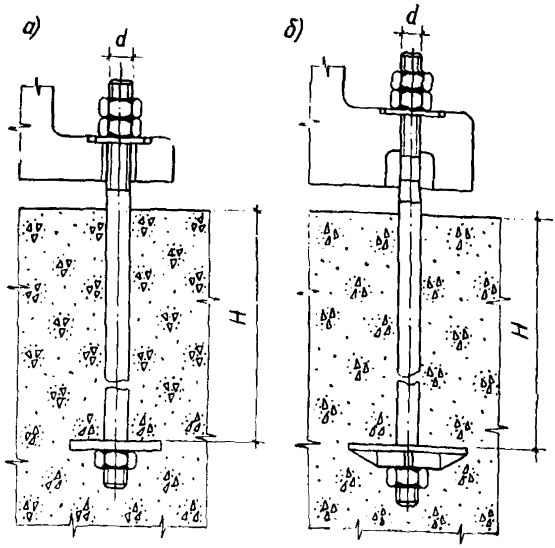


Рис. 2. Фундаметные болты с анкерными плитами

а — с резьбой диаметром от М10 до М48 (тип 3); *б* — с резьбой диаметром от М56 до М140 (тип 4)

устанавливаемые в готовые фундаменты в просверленные скважины (болты глухие и съемные);

устанавливаемые в колодцах (болты глухие).

2.3 (2.3). Болты глухие, устанавливаемые непосредственно в массив фундамента, могут выполняться:

с отгибами (рис. 1);

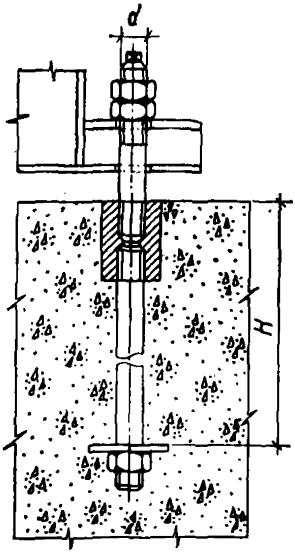


Рис. 3. Фундаментный болт составной с анкерной плитой с резьбой диаметром от М24 до М64 (тип 5)

с анкерными плитами (рис. 2);

составными с анкерными плитами (рис. 3).

Болты с отгибами, как наиболее простые в изготовлении, должны применяться в случаях, когда высота фундаментов не зависит от глубины заделки болтов в бетон.

Болты с анкерными плитами, имеющие меньшую глубину заделки в бетон по сравнению с болтами с отгибами, должны применяться в случаях, когда высота фундамента определяется глубиной заделки болтов в бетон.

Болты составные с анкерными плитами применяются в случаях установки оборудования методом поворота или надвижки (например, при монтаже вертикальных цилиндрических аппаратов химической промышленности). В этих случаях муфта и нижняя шпилька с анкерной плитой устанавливается в массив фундамента во время бетонирования, а верхняя шпилька ввертывается в муфту на всю длину резьбы после установки оборудования через отверстия в опорных частях.

2.4 (2.4). Болты съемные, устанавливаемые в массив фундамента с изолирующей трубой, могут выполняться:

без амортизирующих элементов (рис. 4);

с амортизирующими элементами (тарельчатыми пружинами) (рис. 5).

Болты без амортизирующих элементов состоят из шпильки и анкерной арматуры (трубы и плиты). Анкерная арматура закладывается в фундамент во время бетонирования фундамента, а шпилька устанавливается свободно в трубе после устройства фундамента.

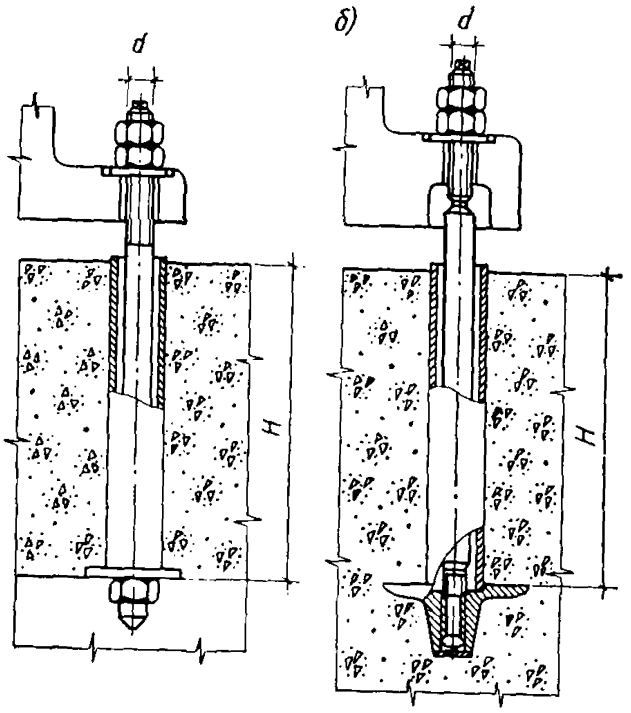


Рис. 4. Фундаментные болты с изолирующей трубой

а — с резьбой диаметром от М24 до М48 (тип 6); *б* — с резьбой диаметром от М56 до М125 (тип 7)

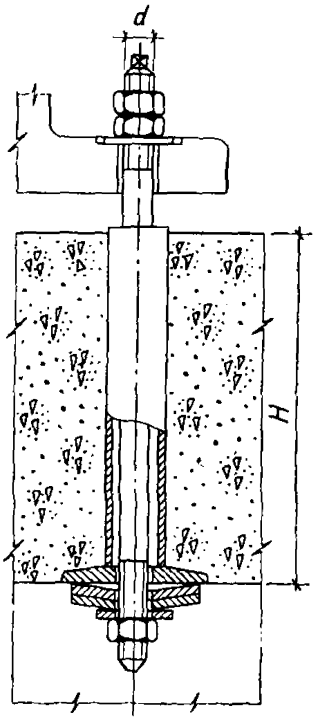


Рис. 5. Фундаментный болт с изолирующей трубой и амортизирующими элементами с резьбой диаметром от М36 до М80 (тип 8)

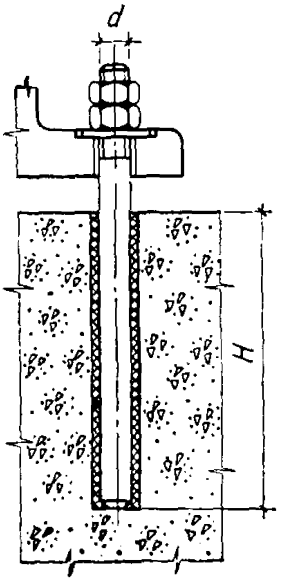


Рис. 6. Фундаментный болт на эпоксидном клею с резьбой диаметром от М10 до М100 (тип 9)

Таблица 1(I)

Способы установки болтов	Наименование болтов	Тип болтов	Диаметр резьбы болтов d	№ рис.	Назначение болтов	
					для расчетного закрепления	для конструктивного закрепления
Непосредственно в массив фундамента (болты глухие)	С отгибом	1 2	М10—М48 М56—М125×6	1, *а* 1, *б*	+ +	+ +
	С анкерной плитой	3 4	М10—М48 М56—М140×6	2, *а* 2, *б*	+ +	+ +
	Составные с анкерной плитой	5	М24—М64	3	+	+
В массив фундамента с изолирующей трубой (болты съемные)	Без амортизирующих элементов	6 7	М24—М48 М56—М125×6	4, *а* 4, *б*	+ +	— —
	С амортизирующими элементами	8	М36—М80×6	5	+	—
В готовые фундаменты в просверленные скважины (болты глухие и съемные)	Прямые на эпоксидном клею	9	М10—М100×6	6	+	—
	Конические с цементной зачеканкой	10	М12—М48	7, *а*	+	+
	Конические с распорными цангами	11	М12—М48	7, *б*	+	+
	Конические с распорной втулкой	12	М12—М48	7, *в*	+	+
	Составные с распорным конусом	13	М12—М24	8	—	+
В колодцах (болты глухие)	С отгибом	14	М12—М48	9	+	+

Примечание. «Плюс» (+) допускается; «минус» (—) не допускается.

Болты с амортизирующими элементами состоят из шпильки, анкерной арматуры (трубы и плиты) и тарельчатых пружин, устанавливаемых в нижней части болта.

Съемные болты без амортизирующих и с амортизирующими элементами следует применять для крепления тяжелого прокатного, кузнечно-прессового и другого оборудования, вызывающего большие динамические нагрузки, а также в случаях, когда болты в процессе эксплуатации оборудования подлежат возможной замене.

Болты с амортизирующими элементами (тарельчатыми пружинами) обеспечивают прочность соединения при меньших глубинах заделок болтов в бетон по сравнению с болтами без амортизирующих элементов за счет упругих деформаций тарельчатых пружин; при этом необходимо предусматривать возможность доступа к нижней части болтов.

2.5 (2.5). Болты, устанавливаемые в готовые фундаменты в просверленные скважины, подразделяются на:

прямые, закрепляемые с помощью эпоксидного клея (рис. 6);

конические, закрепляемые с помощью цементной зачеканки, распорных цанг и распорных втулок (рис. 7);

составные с распорным конусом (рис. 8).

Болты, устанавливаемые в готовые фундаменты, должны применяться во всех случаях, когда это возможно по технологическим и монтажным условиям.

Болты, закрепляемые эпоксидным клеем, могут устанавливаться как до, так и после монтажа и выверки оборудования через отверстия в опорных частях.

Болты с распорными цангами и распорными втулками позволяют вводить крепление в эксплуатацию сразу же после установки болтов в скважины. Кроме того, такие болты, в случае необходимости, могут быть извлечены из скважин и использованы повторно.

Болты составные с распорным конусом следует применять только для конструктивного закрепления оборудования.

2.6. (2.6). Болты, устанавливаемые в колодцах (рис. 9), допускается применять только в тех случаях, когда они не могут быть (по тем или иным причинам) установлены в просверленные скважины.

2.7 (2.7). При реконструкции промышленных предприятий и замене технологического оборудования для крепления нового оборудования на существующих фундаментах должны, как правило, применяться болты, устанавливаемые в просверленные скважины.

2.8. В случаях когда из условия эксплуатационной надежности возможно применение нескольких типов болтов, выбор типа болта осуществляется по технико-экономическим показателям: расходу металла на болты и кондукторные устройства, себестоимости и трудоемкости установки.

2.9. Технико-экономические показатели болтов, устанавливаемых непосредственно в массив фундамента до бетонирования (себестоимость, трудозатраты, расход металла), приведены в прил. 1.

2.10. При выборе типа болта следует также учитывать минимальные сроки, по истечении которых после установки креплений, возможно начало монтажных работ по выверке и закреплению оборудования, а также сроки введения болтов в эксплуатацию.

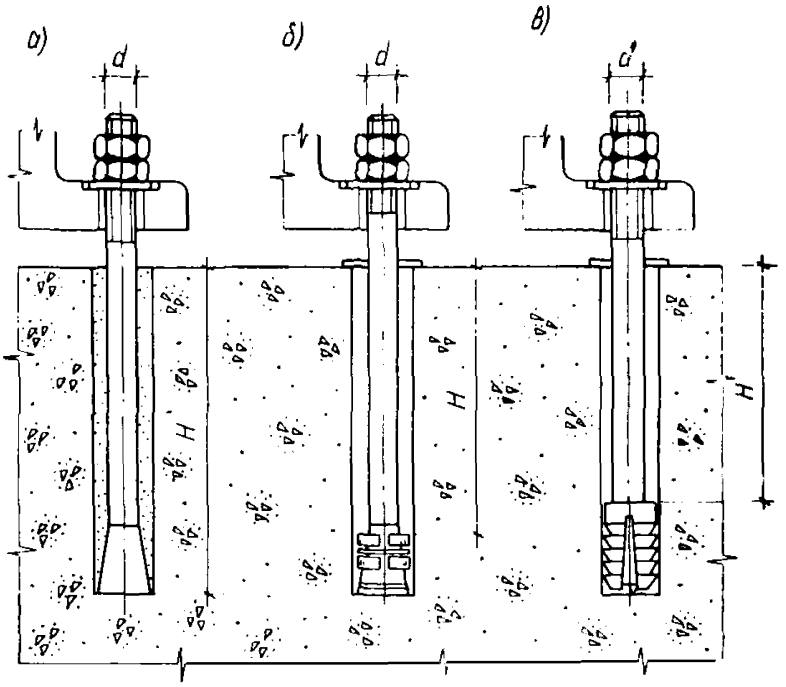


Рис. 7. Фундаментные болты конические

а — с цементной зачеканкой с резьбой диаметром от М12 до М48 (тип 10);
б — с распорными цангами с резьбой диаметром от М12 до М48 (тип 11);
в — с распорной втулкой с резьбой диаметром от М12 до М48 (тип 12)

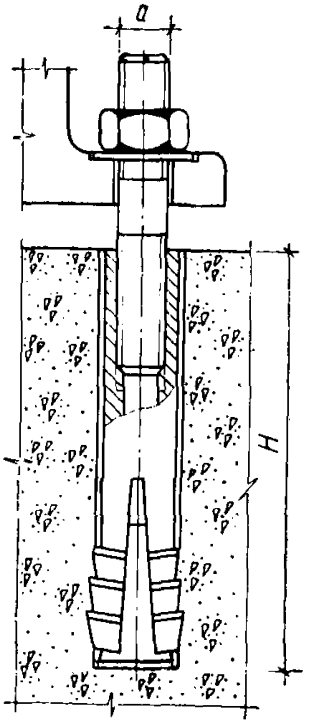


Рис. 8. Фундаментный болт составной с распорным конусом с резьбой диаметром от М12 до М24 (тип 13)

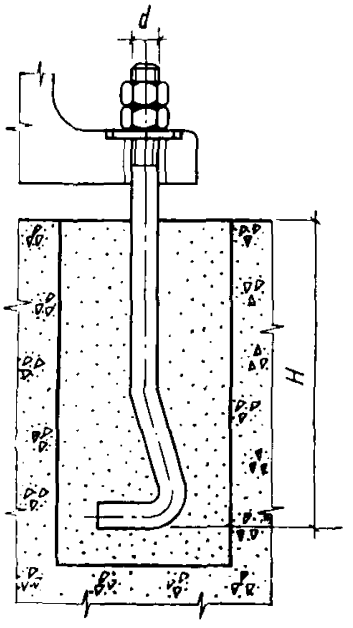


Рис. 9. Фундаментный болт, устанавливаемый в колодце с резьбой диаметром от М12 до М48 (тип 14)

2.11. Условные обозначения болтов на чертежах фундаментов и привязка их в плане приведены в прил. 2.

3. УСТАНОВКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ФУНДАМЕНТАХ

Способы опирания оборудования на фундамент

3.1 (3.1). В зависимости от способа опирания оборудования на фундамент различают три вида конструкций стыков «фундамент-оборудование» (рис. 10):

а) с применением пакетов плоских металлических подкладок, клиньев, опорных башмаков и т. п., с подливкой бетонной смеси после закрепления оборудования (вид 1);

б) с опиранием оборудования на бетонную подливку при «бесподкладочных» методах монтажа (вид 2);

в) с опиранием оборудования непосредственно на фундамент (вид 3).

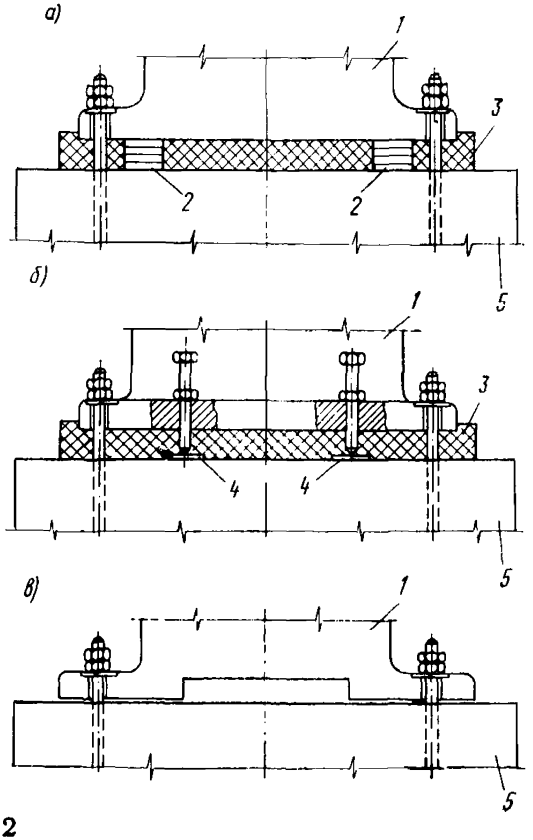


Рис. 10. Конструкции стыков фундамент—оборудование

а — с опиранием оборудования на металлические пакеты (вид 1); *б* — с опиранием на бетонную подливку при бесподкладочном методе монтажа оборудования (вид 2); *в* — с опиранием оборудования непосредственно на фундамент (вид 3): *1* — оборудование; *2* — металлические пакеты; *3* — бетонная подливка; 4 — регулировочные (установочные) болты; 5 — фундамент

3.2 (3.2). При применении стыка вида 1 передача монтажных и эксплуатационных нагрузок на фундамент осуществляется через отдельные элементы, используемые как постоянные опоры (металлические пакеты, опорные башмаки и др.), а подливка имеет вспомогательное, защитное или конструктивное назначение.

При необходимости регулировки положения оборудования в процессе эксплуатации подливка может не производиться, что должно предусматриваться инструкцией на монтаж.

3.3 (3.3). При установке оборудования с использованием в качестве несущих опорных элементов пакетов плоских металлических подкладок, опорных башмаков и т. п. соотношение суммарной площади контакта опор ($F_{оп}$) с поверхностью фундамента и суммарной площади поперечного сечения болтов (F) должно быть не менее 15.

3.4. (3.4). **При применении конструкции стыков вида 2 или 3 эксплуатационные нагрузки передаются на фундамент соответственно через бетонную подливку или через выверенную поверхность фундамента.**

3.5. При закреплении оборудования на фундаментах преимущественно применяются бесподкладочные методы монтажа (конструкции стыков вида 2 и 3).

В тех случаях, когда опорная площадь оборудования менее 15-кратной площади болтов, поверхность контакта с бетоном должна быть увеличена за счет установки постоянных опор, т. е. должны применяться стыки вида 1.

Конструкция стыков указывается в монтажных чертежах или в инструкции на монтаж оборудования и учитывается при расчете фундаментных болтов.

При отсутствии специальных указаний в инструкциях завода — изготовителя оборудования или в проекте фундамента конструкция стыка и тип опорных элементов назначаются монтажной организацией.

Выверка оборудования

3.6. Выверку оборудования (установку оборудования в проектное положение) производят в плане по высоте и по горизонтали.

Отклонения установленного оборудования от проектного положения не должны превышать допусков, указанных в заводской технической документации и в инструкциях на монтаж отдельных видов оборудования.

3.7. Выверку оборудования по высоте производят относительно рабочих реперов либо относительно ранее установленного оборудования, с которым выверяемое оборудование связано кинематически или технологически.

3.8. Выверку оборудования в плане (с заранее установленными болтами) производят в два этапа: сначала совмещают отверстия в опорных частях оборудования с болтами (предварительная выверка), затем производят введение оборудования в проектное положение относительно осей фундаментов или относительно ранее выверенного оборудования (окончательная выверка).

3.9. Контроль положения оборудования при выверке производят как общепринятыми контрольно-измерительными инструментами, так и оптико-геодезическим способом, а также с помощью спе-

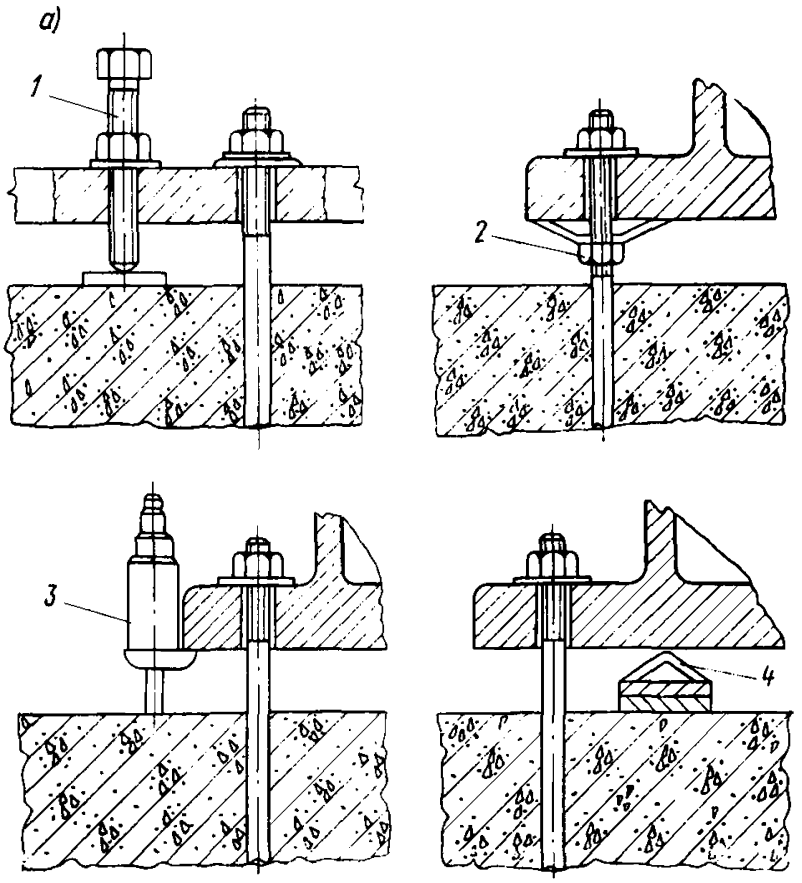


Рис. 11 Опорные элементы для выверки

а — временные; *б* — постоянные; *1* — отжимные регулировочные винты; *2* — *4* — облегченные металлические подкладки; *5* — пакеты металлических подкл

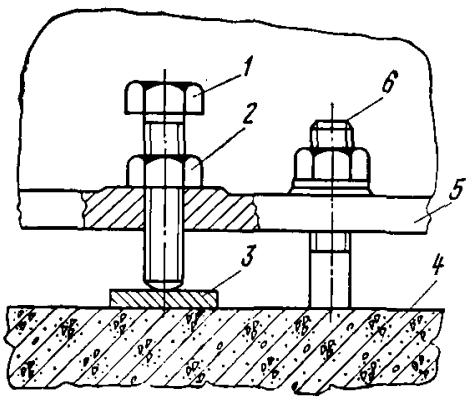
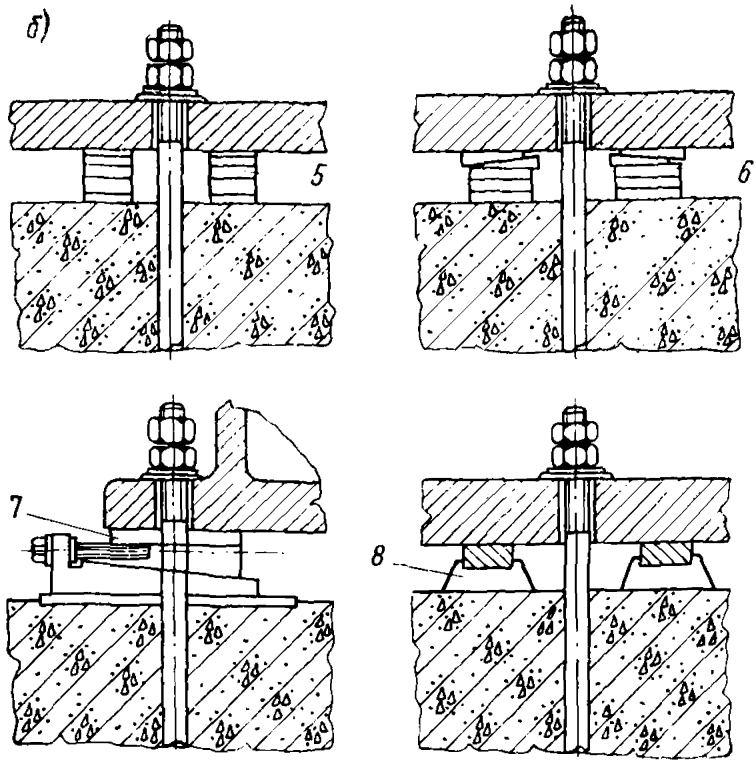


Рис. 12. Выверка оборудования с помощью отжимных регулировочных винтов

1 — отжимной регулировочный винт; *2*—стопорная гайка; *3* — опорная пластина; *4* — фундамент; *5* — опорная часть оборудования; *6* — фундаментный болт

циальных центровочных и других приспособлений, обеспечивающих контроль перпендикулярности, параллельности и соосности.

3.10. Выверку оборудования производят на временных (выверочных) или постоянных (несущих) опорных элементах (рис. 11).



и установки оборудования

установочные гайки с тарельчатыми пружинами; *3* — инвентарные домкраты; адок; *6* — клинья; *7* — опорные башмаки; *8* — жесткие опоры

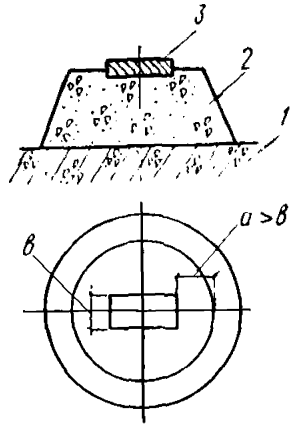


Рис. 13. Жесткая бетонная опора с металлической пластиной

1 — фундамент; *2* — бетонная опора; *3* — металлическая пластина

Выбор конструкций опорных элементов осуществляют в зависимости от вида стыка и способа выверки. Опорные элементы, устанавливаемые между фундаментом и опорной частью станины оборудования, также служат для компенсации неточности размеров и

отметок готовых фундаментов при установке оборудования в проектное положение.

3.11. В качестве временных (выверочных) опорных элементов при выверке оборудования до его подливки бетонной смесью используют:

отжимные регулировочные винты;

установочные гайки с тарельчатыми шайбами;

инвентарные домкраты;

облегченные металлические подкладки и др.

3.12. При выверке в качестве постоянных (несущих) опорных элементов, работающих и в период эксплуатации оборудования, используют:

пакеты металлических подкладок;

клинья;

опорные башмаки;

жесткие опоры (бетонные подушки).

3.13. Выбор временных (выверочных) опорных элементов и соответственно технологии выверки производится монтажной организацией в зависимости от веса отдельных монтажных блоков оборудования, устанавливаемых на фундамент, а также исходя из экономических показателей.

Количество опорных элементов, а также число и расположение затягиваемых при выверке болтов выбирается из условий обеспечения надежного закрепления выверенного оборудования до его подливки.

3.14. Площадь опирания временных (выверочных) опорных элементов на фундамент определяют из выражения

$$S \geqslant 6nF + 0{,}015G, \qquad (1)$$

n — число фундаментных болтов, затягиваемых при выверке оборудования;

F — расчетная площадь поперечного сечения фундаментных болтов, м².

Суммарная грузоподъемность W временных (выверочных) опорных элементов определяется соотношением

$$W \geqslant 1{,}3G + nF\sigma_0, \qquad (2)$$

где G — вес выверяемого оборудования, кгс;

σ_0 — напряжение предварительной затяжки фундаментных болтов, кгс/см².

3.15. Временные опорные элементы следует располагать, исходя из удобства выверки оборудования с учетом исключения возможной деформации корпусных деталей оборудования от собственного веса и усилий предварительной затяжки гаек болтов.

3.16. Постоянные (несущие) опорные элементы следует размещать на возможно близком расстоянии от болтов. При этом опорные элементы могут располагаться как с одной стороны, так и с двух сторон болта.

3.17. Закрепление оборудования в выверенном положении должно осуществляться путем затяжки гаек болтов в соответствии с рекомендациями раздела 7 настоящего Руководства.

3.18. Опорная поверхность оборудования в выверенном положении должна плотно прилегать к опорным элементам, отжимные

регулировочные винты — к опорным пластинам, а постоянные опорные элементы — к поверхности фундамента. Плотность прилегания проверяется щупом толщиной 0,1 мм.

ВЫВЕРКА ОБОРУДОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ РЕГУЛИРОВОЧНЫХ ВИНТОВ

3.19. Опорные пластины (рис. 12) устанавливают на фундамент в соответствии с расположением регулировочных винтов в опорной части оборудования. Места расположения опорных пластин на фундаментах выравнивают по горизонтали с отклонением не более 10 мм на 1 м.

3.20. Перед установкой оборудования на фундаменте размещают вспомогательные опоры, на которые опускают оборудование.

3.21. При опускании оборудования на фундамент без вспомогательных опор регулировочные винты должны выступать ниже установочной поверхности оборудования на одинаковую величину, но не более чем на 20 мм.

3.22. Положение оборудования по высоте и горизонтали следует регулировать поочередно всеми отжимными винтами, не допуская в процессе выверки отклонения оборудования от горизонтали более чем на 10 мм на 1 м.

3.23. После завершения выверки оборудования положения регулировочных винтов необходимо фиксировать стопорными гайками.

3.24. Перед подливкой резьбовую часть регулировочных винтов, используемых многократно, следует предохранить от соприкосновения с бетоном посредством обертывания плотной бумагой.

3.25. Перед окончательной затяжкой фундаментных болтов регулировочные винты должны быть вывернуты на 2—3 оборота. При повторном использовании винты выворачивают полностью. Оставшиеся отверстия (во избежание попадания масла) заделывают резьбовыми пробками или цементным раствором, поверхность которого покрывают маслостойкой краской.

ВЫВЕРКА ОБОРУДОВАНИЯ НА ЖЕСТКИХ ОПОРАХ (БЕТОННЫХ ПОДУШКАХ)

3.26. Жесткие опоры (рис. 13) изготавливают непосредственно на фундаментах с точностью, соответствующей допускаемым отклонениям положения оборудования по высоте и горизонтали. На жестких опорах выверяют оборудование с механически обработанными опорными поверхностями. После опускания на опоры оборудования его выверяют в плане и закрепляют.

3.27. Для изготовления жестких опор следует применять бетон марки не ниже М 200 с заполнителем в виде щебня или гравия фракции 5—12 мм.

3.28. Удельное давление от веса оборудования на опору не должно превышать 50 кгс/см^2.

3.29. Для изготовления опор в специальную опалубку на предварительно очищенную и увлажненную поверхность фундамента укладывают порцию бетонной смеси до уровня, на 1—2 см превышающего требуемую отметку. Затем излишки смеси удаляют и выравнивают поверхность опор.

3.30. Для повышения точности бетонных опор на них укладывают металлические пластины с механически обработанной опорной поверхностью или регулировочные клинья. Расстояние от пластины до края бетонной опоры не должно быть меньше ширины пластины ($а > в$).

3.31. Для изготовления бетонных опор с металлическими пластинами бетонную смесь укладывают в опалубку до уровня, который должен быть ниже проектной отметки на $^1/_2$—$^1/_3$ толщины пластины. Затем на несхватившийся бетон кладут пластину и легкими ударами молотка погружают ее до проектной отметки, выверяемой нивелиром или другим способом с точностью не меньшей, чем допуск размера, координирующего исполнительную или установочную поверхность оборудования. При применении регулировочных клиньев погрешность их установки по высоте не должна превышать ±2 мм. Горизонтальность пластин или клиньев проверяют с помощью уровня, устанавливаемого на пластину последовательно в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

3.32. Для оборудования, не требующего высокой точности установки, допускается применение жестких опор без металлических пластин.

3.33. В процессе выверки допускается точная регулировка высоты опорных элементов посредством добавления тонких металлических подкладок.

3.34. Установку оборудования производят после набора бетоном жестких опор прочности 100 кгс/см^2.

ВЫВЕРКА ОБОРУДОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ИНВЕНТАРНЫХ ДОМКРАТОВ

3.35. Для выверки оборудования с помощью инвентарных домкратов могут использованы винтовые, клиновые, гидравлические или другие домкраты, обеспечивающие требуемую точность выверки, безопасность и удобство регулировки.

3.36. Домкраты, размещенные на подготовленных фундаментах, предварительно регулируют по высоте с точностью ±2 мм. Затем на домкраты опускают оборудование.

3.37. При выверке оборудования в плане отрыв основания домкрата от поверхности фундамента вследствие отклонения домкрата от вертикали, не допускается.

3.38. Перед подливкой инвентарные домкраты выгораживают опалубкой. Опалубку и инвентарные домкраты удаляют через 2—3 сут после подливки. Оставшиеся ниши заполняют составом, используемым для подливки.

ВЫВЕРКА ОБОРУДОВАНИЯ НА УСТАНОВОЧНЫХ ГАЙКАХ

3.39. Для выверки оборудования с помощью установочных гаек (рис. 14) болты должны иметь удлиненную до 6 d резьбу, что предусматривается при изготовлении болтов по требованию монтажной организации.

3.40. Выверку оборудования производят либо на установочных гайках с помощью упругих элементов, либо непосредственно на установочных гайках.

3.41. В качестве упругих опорных элементов рекомендуются металлические тарельчатые, резиновые или пластмассовые шайбы.

3.42. Последовательность выверки оборудования с помощью тарельчатых шайб (рис. 14, *а*) следующая:

опорные гайки с тарельчатыми шайбами устанавливают так, чтобы верх тарельчатой шайбы был на 1—2 мм выше проектной отметки установочной поверхности оборудования;

оборудование устанавливают на шайбы;

производят выверку оборудования с помощью крепежных гаек.

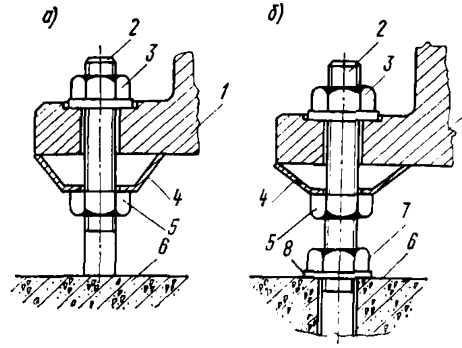


Рис. 14. Выверка оборудования на установочных гайках с помощью тарельчатых шайб

а — для болтов, установленных непосредственно в массив фундамента; *б* — для болтов, установленных в скважины готовых фундаментов; *1* — оборудование; *2* — болт; *3* — крепежная гайка; *4* — тарельчатая шайба; *5* — установочная гайка; *6* — фундамент; *7* — вспомогательная гайка; *8* — шайба

Аналогичным образом производят выверку на установочных гайках с упругими элементами в виде резиновых или пластмассовых шайб.

3.43. Выверку оборудования на установочных гайках без упругих элементов следует производить регулированием положения гаек на болтах по высоте. По окончании выверки установочные гайки выгораживают опалубкой, которую удаляют после схватывания бетонной смеси (через 2—3 сут. после подливки). Перед окончательной затяжкой болтов установочные гайки опускают на 3 — 4 мм. Оставшиеся ниши заполняют составом, используемым для подливки. Этот способ выверки применим, если диаметр фундаментных болтов не превышает 36 мм.

3.44. При выверке на установочных гайках с использованием конических болтов с распорными цангами (тип болта 11) или с распорной втулкой (тип болта 12) для их фиксации в фундаменте необходимо устанавливать дополнительно гайки с шайбами (рис. 14, *б*).

ВЫВЕРКА ОБОРУДОВАНИЯ НА ПАКЕТАХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОДКЛАДОК

3.45. Пакеты металлических подкладок применяют в качестве как постоянных (несущих), так и в качестве временных (выверочных) опорных элементов.

3.46. Пакеты набирают из стальных или чугунных подкладок толщиной 5 мм и более. Достижение проектного уровня установки оборудования осуществляют в процессе его предварительного закрепления с помощью регулировочных подкладок толщиной 0,5—5 мм.

3.47. Подкладки в пакетах, используемых в качестве постоянных опорных элементов, должны быть плоскими, без заусенцев, выпуклостей и впадин. В состав пакета кроме плоских могут входить клиновые и другие, регулируемые по высоте подкладки. Количество подкладок в пакете должно быть минимальным и не превышать 5 шт., включая и тонколистовые. Поверхность бетона фундамента под пакетами подкладок должна быть тщательно выверена. После окончательной затяжки болтов подкладки прихватывают между собой электросваркой.

3.48. Рекомендуемые размеры подкладок (в зависимости от массы машин) приведены в табл. 2. Количество несущих пакетов подкладок определяется из условия п. 3.4, а временных, используемых для выверки оборудования — по п. 3.14.

Подливка оборудования

3.49. Подливка оборудования должна осуществляться бетонной смесью, цементно-песчаными или специальными растворами после предварительной (для конструкций стыков вида 2) или после окончательной (для конструкций стыков вида 1) затяжки гаек болтов.

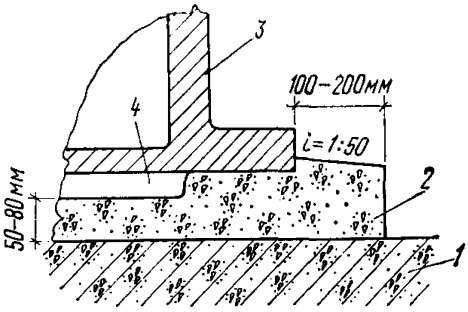


Рис. 15 Схема подливки под оборудование

1 — фундамент; *2* — подливка; *3* — опорная часть оборудования; *4* — ребро жесткости опорной части

3.50. Толщина слоя подливки под оборудованием допускается в пределах от 50 до 80 мм. При наличии на опорной поверхности оборудования ребер жесткости зазор принимается от низа ребер (рис. 15).

3.51. (3.7). Подливка в плане должна выступать за опорную поверхность оборудования не менее чем на 100 мм. При этом ее высота должна быть больше высоты основного слоя подливки под оборудованием не менее чем на 30 мм и не более толщины опорного фланца оборудования.

3.52. (3.8). Поверхность подливки, примыкающая к оборудованию, должна иметь уклон в сторону от оборудования и должна быть защищена маслостойким покрытием.

3.53. (3.9). Марка бетона или раствора при подливке оборудования должна приниматься не ниже марки бетона фундамента, а при установке оборудования при обесподкладочных методах монтажа (рис. 10, *б*) на одну ступень выше марки бетона фундамента.

Таблица 2

Металлические подкладки для установки оборудования

Вес машины, тс	Размеры подкладок, мм	Материалы
Более 100	250×120×80	Чугун
	250×120×60	»
	250×120×40	Сталь
	250×120×30	»
	200×100×20	»
	200×100×10	»
	200×100×5	»
От 30 до 100	200×100×50	Чугун или сталь
	200×100×30	Сталь
	200×100×20	»
	150×100×10	»
	150×100×5	»
От 10 до 30	150×100×30	Чугун или сталь
	150×100×20	Сталь
	120×80×10	»
	120×80×5	»
Менее 10	120×80×20	Сталь
	120×80×10	»
	120×80×5	»

3.54. Поверхность фундаментов перед подливкой следует очистить от посторонних предметов, масел и пыли. Непосредственно перед подливкой поверхность фундамента увлажняют, не допуская при этом скопления воды в углублениях и приямках.

3.55. Производить подливку под оборудование при температуре окружающего воздуха ниже 5°С без подогрева укладываемой смеси (электроподогрев, пропаривание и т. п.) не разрешается.

3.56. Бетонную смесь или раствор подают через отверстия в опорной части или с одной стороны подливаемого оборудования до тех пор, пока с противоположной стороны смесь или раствор не достигнут уровня, на 30 мм превышающего высоту уровня опорной поверхности оборудования.

Подачу смеси или раствора следует производить без перерывов. Уровень смеси или раствора со стороны подачи должен превышать уровень подливаемой поверхности не менее чем на 100 мм.

Для подливки оборудования можно использовать пневмонагнетатели бетона (например, типа С-862) или бетононасосы (например, типа СБ-68).

3.57. Подачу бетонной смеси или раствора рекомендуется осуществлять вибрированием с применением лотка-накопителя. Вибратор при этом не должен касаться опорных частей оборудования. При ширине подливаемого пространства более 1200 мм установка лотка-накопителя обязательна (рис. 16).

Длина лотка должна быть равна длине подливаемого пространства.

Опирание лотка на подливаемое оборудование не допускается.

Уровень бетонной смеси при подливке с лотком должен находиться выше опорной поверхности оборудования приблизительно на 300 мм и поддерживаться постоянным.

Для производства работ по подливке рекомендуется использовать вибраторы с гибким валом, например ИВ-34, ИВ-47, ИВ-56, ИВ-60, ИВ-65, ИВ-67 и др.

3.58. Поверхность подливки в течение трех суток после завершения работ необходимо систематически увлажнять, а для сохранности влаги следует посыпать опилками или укрывать мешковиной.

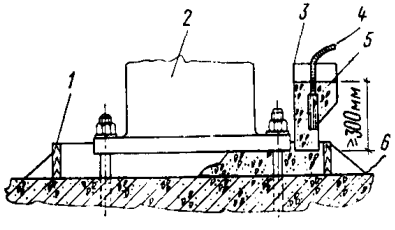


Рис. 16. Подливка оборудования с помощью лотка-накопителя

1 — опалубка; *2* — опорная часть оборудования; *3* — лоток-накопитель; *4* — вибратор; *5* — подливочная смесь; *6* — фундамент

3.59. При применении бетонной подливки размер крупного заполнителя должен быть не более 20 мм.

3.60. Подбор состава бетона производится в соответствии с «Руководством по производству бетонных работ» (Стройиздат, М., 1975). Осадка конуса бетонной смеси должна быть не менее 6 см. Для улучшения свойств бетона подливки (уменьшения усадки, увеличения подвижности) рекомендуется вводить добавку СДБ в количестве 0,2—0,3% массы цемента. При введении СДБ расход цемента и воды ориентировочно снижается на 8—10% при сохранении расчетного значения водоцементного отношения. В качестве подливки может быть использован песчаный бетон. Подбор состава такого бетона производить по СН 488-76.

3.61. Для защиты подливки от коррозии в агрессивных средах следует применять покрытия в соответствии с требованиям СНиП по защите строительных конструкций от коррозии.

4. РАСЧЕТ ФУНДАМЕНТНЫХ БОЛТОВ

4.1(4.1) Нагрузки, действующие на болты, по характеру воздействия подразделяются на статические и динамические. Величина, направление и характер действующих нагрузок от оборудования на болты должны быть указаны в задании на проектирование фундаментов под оборудование.

4.2 (4.2). Шпильки расчетных болтов должны назначаться из углеродистых и низколегированных сталей при эксплуатации болтов при расчетной температуре:

а) минус 40° С и выше — из стали марок ВСт3пс6 и ВСт3сп5

по ГОСТ 380—71. Допускается принимать при соответствующем обосновании сталь 20, 25, 30 и 35 по ГОСТ 1050—74;

б) ниже минус 40° С до минус 65° С — из стали марок ВСт3сп5, ВСт3Гпс5 (по ГОСТ 380—71), 09Г2С и 10Г2С1 (по ГОСТ 19281—73) с гарантиями по ударной вязкости не ниже 3 кгс·м/см² при температуре испытания минус 40° С.

Шпильки конструктивных болтов во всех случаях допускается изготовлять из стали марки ВСт3кп2 по ГОСТ 380—71.

4.3 Для шпилек расчетных болтов с резьбой диаметром от М56 до М140 допускается применять при соответствующем обосновании низколегированную сталь марок 09Г2С и 10Г2С1 при расчетной температуре минус 40° С и выше.

4.4 (4.3). Расчетные сопротивления растяжению металла болтов (шпилек) R^a_p следует принимать для стали марок ВСт3пс6, ВСт3сп5, ВСт3Гсп5 — 1400 кгс/см²; 09Г2С — 1700 кгс/см²; 10Г2С1 — 1900 кгс/см².

4.5. Расчетное сопротивление болтов усталостному разрушению $R^a_{р.у}$ при динамических нагрузках определяют по формуле

$$R^a_{р.у} = 0{,}278R^a_р \frac{\alpha}{\mu}, \qquad (3)$$

где μ — коэффициент, учитывающий масштабный фактор, принимаемый по табл. 3;

α — коэффициент, учитывающий число циклов нагружения, принимаемый по табл. 4.

Таблица 3(2)

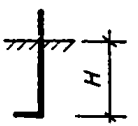
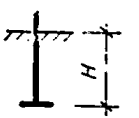
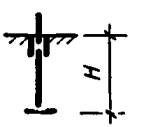
Диаметр резьбы болтов d	М10—М12	М16	М20—М24	М30—М36	М42—М48	М56—М72×6	М80×6—М90×6	М100×6—М125×6	М140×6
Коэффициент μ	1	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,5

Таблица 4(3)

Число циклов нагружений	$0{,}05\times10^6$	$0{,}2\times10^6$	$0{,}8\times10^6$	2×10^6	5×10^6 и более
Коэффициент α	3,15	2,25	1,57	1,25	1

4.6. Глубина заделки болтов в фундаменты H для шпилек из стали с расчетным сопротивлением растяжению $R^a_р$ = 1400 кгс/см² и марки бетона фундамента 150 с расчетным сопротивлением растяжению $R_р$ = 6,3 кгс/см² (в отличие от $R_р$ = 5,2 кгс/см², принятого в СН 471-75 по СНиП II-В.1-62 *) приведена в табл. 5.

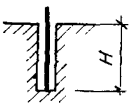
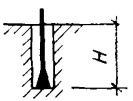
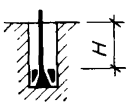
Таблица 5 (4)

Способ установки болтов	Наименование болтов	Тип болтов	Эскиз болта	Установочные параметры: глубина заделки болтов H, не менее	Установочные параметры: расстояние между осями болтов c, не менее	Установочные параметры: расстояние от оси крайних болтов до границ фундамента l, не менее	Расчетные параметры: коэффициент нагрузки, x (Вид стыка „фундамент—оборудование" (рис. 10): 1)	2)	3)	Расчетные параметры: коэффициент стабильности затяжки, $k_{ст}$ (Вид стыка „фундамент—оборудование" (рис. 10): 1)	2)	3)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Непосредственно в массив фундамента	С отгибом	1 и 2		25 d	6 d	4 d	0,55	0,45	0,5	$\frac{1,5}{2}$	$\frac{1,3}{1,8}$	$\frac{1,4}{1,9}$
	С анкерной плитой	3 и 4		15 d	10 d	6 d	0,55	0,45	0,5	$\frac{1,5}{1,9}$	$\frac{1,3}{1,7}$	$\frac{1,4}{1,8}$
	Составные	5		15 d	10 d	6 d	0,6	0,5	0,55	$\frac{1,5}{2,1}$	$\frac{1,3}{1,9}$	$\frac{1,4}{2,0}$

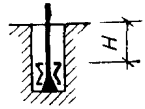
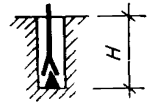
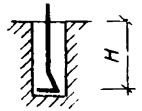
Продолжение таблицы 5 (4)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
В массив фундамента с изолирующей трубой	без амортизирующих элементов	6		15 d	10 d	5 d	0,4	0,3	0,35	1,5 / 1,6	1,4 / 1,5	1,45 / 1,55
		7		30 d	10 d	6 d	0,3	0,2	0,25	1,35 / 1,45	1,25 / 1,35	1,3 / 1,4
	с амортизирующими элементами	8		20 d	10 d	6 d	0,3	0,2	0,25	1,3 / 1,4	1,2 / 1,3	1,25 / 1,35

Продолжение таблицы 5 (4)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
В готовые фундаменты	Прямые на эпоксидном клею	9		10 d	5 d	5 d	0,65	0,6	0,6	2,0 / 2,5	2,0 / 2,5	2,0 / 2,5
	Конические с цементной зачеканкой	10		10 d	10 d	10 d	0,65	0,6	0,6	2,1 / 2,6	2,1 / 2,6	2,1 / 2,6
	Конические с распорными цангами	11		8 d	10 d	10 d	0,7	0,65	0,65	2,2 / 3	2,2 / 3	2,2 / 3

Продолжение таблицы 5 (4)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
В колодцах	Конические с распорной втулкой	12		7 d	10 d	10 d	0,7	0,65	0,65	2,2 / 3	2,2 / 3	2,2 / 3
	Конические с распорным конусом	13		6 d	8 d	8 d	—	—	—	—	—	—
	С отгибом	14		25 d	6 d	4 d	0,55	0,45	0,5	1,5 / 2,1	1,3 / 1,9	1,4 / 2,0

Примечания: 1. Для конструктивных болтов с отгибами (типы 1, 2 и 14) глубину заделки в бетон следует принимать равной 15 d, для болтов с анкерными плитами (типы 3—5) — 10 d, а для болтов, устанавливаемых в готовые фундаменты (типы 11 и 12), — 5 d.

2. В числителе приведены значения $k_{ст}$ при статических нагрузках, в знаменателе — при динамических.

3. В тех случаях, когда способ установки оборудования на фундаментах (вид стыка) не оговаривается, величины коэффициентов нагрузки χ и коэффициентов стабильности затяжки k_c для каждого типа болта принимается по максимальному значению.

При других расчетных сопротивлениях стали шпилек болтов или марках бетона фундаментов глубина заделки H для глухих и съемных болтов, устанавливаемых в массив фундаментов (типы болтов 1—8), определяются по формуле (4), но не менее 8 d, а для болтов, устанавливаемых на готовых фундаментах в просверленные скважины (типы болтов 9—12) и в колодцах (тип болта 14) — по формуле (5)

$$H_0 \geqslant H \frac{6{,}3}{1400} \frac{R_p^a}{R_p}; \qquad (4)$$

$$H_0 \geqslant H \frac{R_p^a}{1400}, \qquad (5)$$

где H — глубина заделки болтов в бетон, принимаемая по табл. 5;

R_p — расчетное сопротивление растяжению бетона фундамента, кгс/см², принимаемое по СНиП II-21-75;

R_p^a — расчетное сопротивление растяжению металла болтов принятой марки стали, кгс/см²;

1400 — расчетное сопротивление растяжению металла болта из стали марки ВСт3, кгс/см²;

6,3 — расчетное сопротивление растяжению бетона марки 150, кгс/см² (СНиП II-21-75).

4.7. (4.7) Наименьшие допускаемые расстояния между осями болтов c и от оси крайних рядов болтов до граней фундамента l приведены в табл. 5

Для глухих и съемных болтов, устанавливаемых в массив фундамента (типы болтов 1—8), размеры l и c, указанные в табл. 5, допускается уменьшать на 2 d при соответствующем увеличении глубины заделки болтов на 5d.

4.8. (4.8). Подбор сечения болтов производится по прочности из условия нераскрытия стыка в системе «фундамент—оборудование» и проверяется на выносливость усталостному разрушению.

4.9. (4.9). Подбор площади сечения F болтов (по резьбе) по прочности следует производить по формуле

$$F = \frac{V_3 + \chi P}{R_p^a}, \qquad (6)$$

где V_3 — величина усилия затяжки болта, определяемая по формуле 11;

χ — коэффициент нагрузки, принимаемый по табл. 5;

P — расчетная нагрузка, действующая на болт.

4.10. В случае если задана нагрузка от оборудования, то величина расчетной нагрузки P определяется для наиболее нагруженного болта по формуле

$$P = \frac{P_0 - G}{n} + \frac{My_1}{\Sigma y_i^2} \qquad (7)$$

где P_0 — расчетная вертикальная нагрузка от оборудования;

M — расчетный опрокидывающий момент от оборудования;

G — собственный вес оборудования;

y_1 — расстояние от оси поворота оборудования до наиболее удаленного болта в растянутой зоне стыка;

y_i — расстояние от оси поворота до i-го болта.

4.11. Допускается принимать, что ось поворота оборудования проходит через центр тяжести опорной поверхности оборудования.

4.12. (4.10) Для болтов, устанавливаемых без контроля усилия затяжки, подбор площади сечения болтов по прочности допускается производить по формуле

$$F = \frac{\chi P}{R_{\text{р}}^{\text{а}} - 1000}. \qquad (8)$$

Съемные болты с изолирующей трубой (типы болтов 6—8) устанавливать без контроля усилия затяжки не допускается.

4.13. (4.11). При динамических нагрузках площадь сечения болтов, вычисленную по формуле (6) или (8), необходимо проверить на выносливость по формуле

$$F = \frac{\chi P}{2R_{\text{р.у}}^{\text{а}}}. \qquad (9)$$

4.14. (4.12). Площадь сечения болтов для восприятия сдвигающих усилий определяется по формуле

$$F = \frac{V'_{\text{з}}}{R_{\text{р}}^{\text{а}}}, \qquad (10)$$

где $V'_{\text{з}}$ — величина усилия затяжки болтов, определяемая по формуле (12).

4.15. (4.13). Величина усилия затяжки фундаментных болтов ($V_{\text{з}}$) при вертикальных статических и динамических нагрузках должна назначаться по формуле

$$V_{\text{з}} = k_{\text{ст}}(1 - \chi) P, \qquad (11)$$

где $k_{\text{ст}}$ — коэффициент стабильности затяжки, принимаемой по табл. 5.

4.16. (4.14). Величина усилия затяжки болтов ($V'_{\text{з}}$) для восприятия горизонтальных (сдвигающих) сил в плоскости стыка должна назначаться по формуле

$$V'_{\text{з}} = k_{\text{ст}} \frac{Q - Gf}{n \cdot f}, \qquad (12)$$

где Q — расчетная сдвигающая нагрузка, действующая в плоскости стыка «фундамент — оборудование»;

G — собственный вес оборудования;

f — коэффициент трения, принимаемый равным 0,3 при бес-

подкладочном способе установки оборудования и 0,2 — при других способах установки;

n — количество болтов.

4.17. (4.15). При совместном действии вертикальных и горизонтальных (сдвигающих) сил величина усилия затяжки ($V^0_з$) принимается по суммарному ее значению

$$V^0_з = V_з + V'_з. \qquad (13)$$

4.18 (4.16). Расчетные площади поперечных сечений болтов (по резьбе) в зависимости от их диаметра приведены в табл. 6.

Таблица 6 (5)

Диаметр резьбы болтов d	Расчетная площадь поперечного сечения болтов по резьбе, F, см²	Диаметр резьбы болтов d	Расчетная площадь поперечного сечения болтов по резьбе, F, см²
М10	0,523	М56	18,74
М12	0,768	М64	25,12
М16	1,44	М72×6	32,23
М20	2,25	М80×6	40,87
М24	3,24	М90×6	53,68
М30	5,19	М100×6	67,32
М36	7,59	М110×6	82,67
М42	10,34	М125×6	108,56
М48	13,80	М140×6	138,01

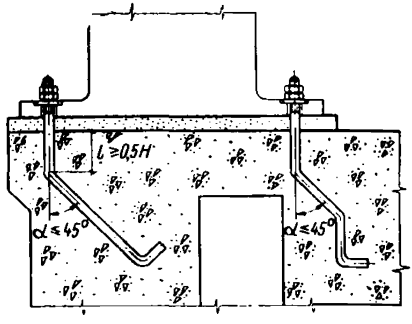
4.19 (4.17). При расчете съемных болтов с амортизирующими элементами (рис. 5) количество и тип тарельчатых пружин принимаются по табл. 7.

Таблица 7 (6)

Диаметр резьбы болтов d	Тип тарельчатых пружин по ГОСТ 3057—54 для съемных болтов с амортизирующими элементами	Количество, шт.
М36	ПД 130×40×10×2,5	2
М42	ПД 150×60×10×3	2
М48	ПД 200×60×12×4	2
М56	ПД 280×85×17×5,3	2
М64	ПД 300×100×20×5	2
М72×6	ПД 300×100×200×5	3
М80×6	ПД 300×122×20×6	3

4.20 (4.18). Диаметры конструктивных болтов должны быть указаны в задании на проектирование фундаментов. При отсутст-

Рис. 17. Виды гнутых болтов и установка их в фундаментах



вии указаний диаметры конструктивных болтов назначаются в соответствии с диаметром отверстий в опорных частях оборудования.

4.21. Примеры расчета фундаментных болтов приведены в прил. 3 настоящего Руководства.

5. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К УСТАНОВКЕ БОЛТОВ

5.1 (5.2). Глухие болты с отгибами и анкерными плитами (типы болтов 1—5), а также анкерная арматура съемных болтов (типы болтов 6—8) должны устанавливаться в фундамент до бетонирования на специальных кондукторах, строго фиксирующих и обеспечивающих проектное положение болтов и анкерной арматуры при бетонировании фундамента.

В этих случаях рекомендуется применять съемные кондукторы и объединять болты в блоки, а также использовать плазово-блочные методы монтажа и другие мероприятия, направленные на снижение расхода металла и повышение точности установки.

5.2 (5.3). При расположении глухих болтов с отгибами у края фундамента отогнутый конец болта необходимо ориентировать в сторону массива, а при расположении в углах — по их биссектрисе.

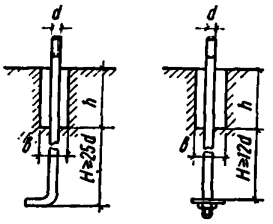
Нижние концы болтов, расположенные в местах пустот фундаментов (проемов, тоннелей и др.), допускается выполнять изогнутыми (рис. 17), при этом угол изгиба болтов к вертикали должен составлять не более 45°, а длина прямого участка у начала заделки l принимается не менее 0,5 H.

5.3 (5.4). *Верхние концы глухих болтов (типы болтов 1 и 3)* допускается изгибать, для чего вокруг верхней части болтов должны быть заранее устроены круглые или квадратные шанцы, размеры которых назначаются по табл. 8.

Глубина H заделки болтов в бетон в этом случае назначается (при соблюдении требований, приведенных в п. 4.6 настоящего Руководства) от низа шанцев не менее 25 d — для болтов с отгибами (тип болта 1) и не менее 12 d — для болтов с анкерными плитами (тип болта 3). Максимальная величина смещения верхнего конца болтов при изгибе не должна превышать 2 d.

5.4 (5.5). Болты на эпоксидном клею, конические с цементной зачеканкой, распорными цангами и втулками, а также с распорным конусом устанавливаются в скважины, просверленные в бе-

Таблица 8 (7)



Диаметр резьбы болтов d	Размеры шанцев, мм	
	h	b
М24	200	100
М30—М38	300	100
М42—М48	400	150

тоне или железобетоне специальным механизированным инструментом.

В тех случаях, когда это возможно по технологическим условиям, скважины под болты могут быть образованы после монтажа оборудования через отверстия в его опорных узлах (плитовинах).

5.5 (5.7). Толщину клеевого слоя для болтов, закрепляемых эпоксидным клеем, следует принимать от 3 до 8 мм для болтов с резьбой диаметром до М48 и от 5 до 15 мм для болтов с диаметром резьбы свыше М48.

Равномерность толщины эпоксидного клеевого слоя должна обеспечиваться установкой фиксирующих колец из холоднотянутой арматурной проволоки (по ГОСТ 6727—53). Нижнее кольцо устанавливается в скважину до заливки клея, верхнее — после установки болта.

Составляющие эпоксидного клея (за исключением песка) являются токсичными веществами, и при работе с ними необходимо соблюдать требования по технике безопасности и производственной санитарии при работе с эпоксидными смолами, предъявляемые органами Государственного санитарного надзора.

Состав и технология приготовления эпоксидного клея приведены в прил. 4 настоящего Руководства.

5.6 (5.8). Конические болты с цементной зачеканкой устанавливаются при температуре воздуха не ниже 3° С. Для зачеканки болтов в скважины следует применять цементный раствор с водоцементным отношением, равным 0,15, из цемента марки не ниже 300.

Подготовка цементного раствора производится непосредственно перед его применением путем тщательного перемешивания до получения однородной массы без вкраплений сухого цемента. До установки болта отверстие следует увлажнять.

Смесь в отверстие должна засыпаться равномерно отдельными порциями. Уплотнение рекомендуется производить вручную при помощи штыря или легкими ударами слесарного молотка по торцу отрезка трубы. Допускается для зачеканки использование уплотнительного устройства с вибратором.

После зачеканки уплотненную поверхность увлажнить мокрыми опилками или мешковиной. Увлажнение следует производить один раз в сутки в течение первых трех суток.

Конические болты с зачеканкой можно вводить в эксплуатацию через 10 сут. с момента заделки.

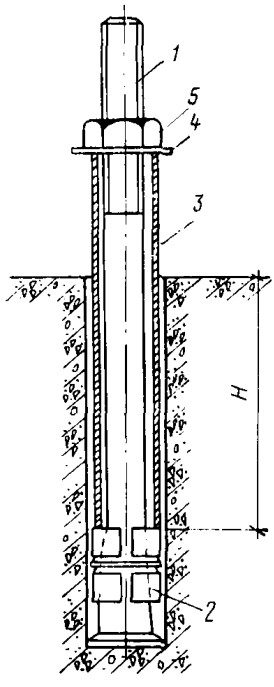


Рис. 18. Установка конического болта с распорными цангами с помощью съемной инвентарной монтажной трубки

1 — коническая шпилька; *2* — распорные цанги; *3* — инвентарная монтажная трубка; *4* — шайба; *5* — гайка; *H* — глубина заделки

Контроль за качеством зачеканки осуществляется путем определения ее прочности по испытанию трех кубов размером 3×3×3 см (допускается 4×4×4, 5×5×5 см) на сжатие в возрасте 10 дней, изготовленных в формах приемами, применяемыми при приготовлении цементно-песчаной смеси для заделки болтов. При этом прочность зачеканки должны быть не менее прочности основного бетона в возрасте 28 дней.

Прочность заделки конических болтов с зачеканкой можно определить путем прямых испытаний на выдергивание не менее трех установленных болтов.

5.7 (5.9). Конические болты с распорными цангами и втулками должны закрепляться в скважинах с помощью съемных инвентарных монтажных трубок, которые служат для распора цанг и фиксирования глубины заделки (рис. 18). После закрепления болта в скважине трубка снимается.

5.8 (5.10). При наличии производственной агрессивной среды (масляной, кислотной и др.), а также при закреплении оборудования с динамическими воздействиями, скважины для конических болтов с распорными цангами и втулками следует залить цементным раствором при напряженном рабочем состоянии цанговых креплений.

5.9 (5.11). Болты с распорным конусом закрепляются в скважинах путем осаживания разрезной втулки на распорный конус механизированным инструментом ударного действия. При этом верх втулки не должен выступать над поверхностью бетона.

Для осаживания разрезной втулки следует применять инстру-

Таблица 9(8)

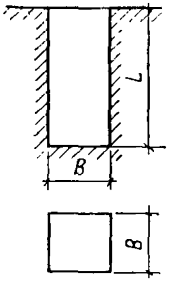
Диаметр резьбы болтов	Болт на эпоксидном клею, тип 9		Болт конический с цементной зачеканкой, тип 10		Болт конический с распорными цангами, тип 11		Болт конический с распорной втулкой, тип 12		Болт с распорным конусом, тип 13	
	d_0, мм	допустимые отклонения, мм	d_0, мм	допустимые отклонения, мм	d_0, мм	допустимые отклонения, мм	d_0, мм	допустимые отклонения, мм	d_0, мм	допустимые отклонения, мм
M10	16	+3	—	—	—	—	—	—	—	—
M12	18	+4	20	+10	20	±0,2	16	+1	16	+1
M16	22		25		25		22		22	
M20	26		35		35		28		28	
M24	34	+6	40		40	±0,3	32	+1,5	32	
M30	40		50		50	±0,5	40		—	—
M36	46		60		60		50	+2	—	—
M42	52		70		70		60		—	—
M48	58		80		80	±1	68		—	—
M56	66	+8	—	—	—	—	—	—	—	—
M64	74		—	—	—	—	—	—	—	—
M72×6	82		—	—	—	—	—	—	—	—
M80×6	90	+10	—	—	—	—	—	—	—	—
M90×6	100		—	—	—	—	—	—	—	—
M100×6	110		—	—	—	—	—	—	—	—

мент с энергией удара не менее 2 кгс·м для болтов диаметром М12—М16 и не менее 3 кгс·м для болтов диаметром М20—М24.

5.10 (5.12). Номинальные диаметры скважин для болтов, устанавливаемых на готовые фундаменты, приведены в табл. 9.

5.11 (5.13). Болты в колодцах заливают бетоном на мелкозернистом заполнителе проектной марки по прочности на сжатие не ниже 200. Размеры колодцев в зависимости от диаметра болтов приведены в табл. 10.

Таблица 10(9)

Эскиз колодца	Диаметр резьбы болтов d	Размеры колодца, мм	
		B	L
	М12	100	По проекту
	М16		
	М20	150	
	М24		
	М30	200	
	М36		
	М42	250	
	М48		

Расстояние от грани колодца до наружной грани фундамента должно быть не менее 50 мм для болтов с диаметром резьбы от М12 до М24 и 100 мм — для болтов диаметром резьбы от М30 до М48.

Допускается изготовление круглых колодцев путем их высверливания в готовых фундаментах алмазными инструментами. Диаметр колодца должен приниматься равным размеру B в табл. 10.

5.12. Отклонение осей забетонированных болтов, анкерной арматуры и болтов, устанавливаемых на готовых фундаментах (типы болтов 1—13) от проектного положения не должны превышать ±1,5 мм, а верха болта — ±10 мм.

5.13. Отклонения от проектного положения осей колодцев под болты с отгибом (тип болта 14) не должны превышать ± 10 мм.

6. ОБРАЗОВАНИЕ СКВАЖИН В БЕТОНЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОНЕ ДЛЯ УСТАНОВКИ БОЛТОВ

6.1. Образование скважин в бетоне и железобетоне производится механизированным инструментом, технические характеристики которого приведены в прил. 5 настоящего Руководства.

6.2. Для сверления скважин под конические болты с распорными цангами следует применять сверлильные машины, оснащенные алмазными кольцевыми сверлами.

6.3. Образование скважин в бетоне и железобетоне следует производить по разметке либо через отверстия под фундаментные болты в станинах предварительно выверенного оборудования.

6.4. Разметка мест установки болтов производится:

а) общепринятыми методами геодезической разбивки, при этом рекомендуется оси оборудования и оси отверстий намечать керном по масляной краске;

б) по шаблону (снятого с анкер-плана) с использованием его как кондуктора;

в) путем предварительной установки оборудования с накернриванием мест расположения болтов через отверстия в станине.

6.5. Разметка отверстий должна производиться в строгом соответствии с размерами на чертежах. Точность разметки осей отверстий должна быть не ниже величины, определяемой следующей зависимостью:

$$\sqrt{\delta_x^2 + \delta_y^2} = \frac{D-d}{4}, \qquad (14)$$

где δ_x, δ_y — величины отклонений от номинальных размеров, координирующих положение оси отверстий;

D — диаметр отверстия под болт в станине оборудования;

d — диаметр фундаментного болта.

6.6. Технология образования скважин должна отвечать требованиям действующих технических условий на производство работ и правилам техники безопасности.

6.7. При ударно-вращательном бурении электроперфораторами с применением спиральных сверл их хвостовики должны быть переточены под патрон механизированного инструмента. При этом рекомендуется применять сверла с пластинами из твердого сплава типа ВК6 и ВК15.

6.8. Для образования скважин диаметром более 60 мм пневмоперфораторами бурение может производиться в два этапа. Сначала просверливается скважина диаметром 20—40 мм, а затем скважина требуемого диаметра.

6.9. Бурение скважин в железобетоне с верхним армированием при необходимости может производиться с прорезкой арматуры, попавшей в сечение скважины, при помощи кислородно-ацетиленовых резаков.

6.10. Для образования скважин под болты с отгибом (тип болта 14) должны применяться кольцевые алмазные сверла с удлинителями.

6.11. При сверлении алмазными коронками и коронками, оснащенными твердыми сплавами необходима подача воды для охлаждения в зону резания. Расход воды зависит от диаметра пробуриваемой скважины. При диаметре скважины до 25 мм расход воды составляет 1,5 л/мин, а при диаметре выше 25 мм — до 2,5 л/мин.

6.12. Для получения при перфораторном бурении размеров скважин, указанных в табл. 9, крестовые и долотчатые коронки по

ГОСТ 17015—71 и ГОСТ 17016—71 могут перетачиваться до необходимого диаметра на величину от 1 до 10 мм.

6.13. Для образования отверстий перфораторами допускается изготовление крестовых коронок и буриков путем их оснащения пластинами из металлокерамических твердых сплавов формы Г11 и Г12 по ГОСТ 880—75 с последующей заточкой на нужный размер.

7. ЗАТЯЖКА ФУНДАМЕНТНЫХ БОЛТОВ

7.1 (6.1). При закреплении оборудования гайки болтов должны быть затянуты на величину усилия предварительной затяжки, указанной в технических условиях на монтаж оборудования.

При отсутствии таких указаний величина крутящего момента при окончательной затяжке болтов не должна превышать указанной в табл. 11.

Таблица 11(10)

Диаметр резьбы болтов d	М10	М12		М20	М24	М30	М36	М42	М48
Допускаемый максимальный крутящий момент M при затяжке конструктивных болтов, кгс. м.	1,2	2,4	6	10	25	55	95	150	230

7.2. Для затяжки фундаментных болтов следует применять ручной или механизированный инструменты, а также специальные приспособления, указанные в прил. 6 настоящего Руководства. Вид инструмента должен быть указан в проекте производства работ.

7.3 (6.4). **Расчетные болты с диаметром резьбы свыше М64, как правило, следует затягивать путем предварительной вытяжки специальными гидравлическими ключами с контролем усилия по манометру или удлинению.**

7.4 (6.5). Затяжка болтов должна производиться равномерно. **Для конструктивных болтов затяжка производится в два «обхода», для расчетных — не менее чем в три «обхода». Болты следует затягивать в шахматном порядке симметрично относительно осей оборудования.**

7.5. Затяжка болтов при бесподкладочном способе монтажа оборудования (для стыков вида 2) предварительная и окончательная выполняется в два этапа. Окончательную затяжку следует производить после достижения прочности материалом подливки не менее 70% проектной марки.

7.6 (6.7). При работе оборудования со значительными динамическими нагрузками гайки болтов в необходимых случаях должны предохраняться от самоотвинчивания путем их стопорения.

Стопорение осуществляется с помощью:

а) контргаек;

б) пружинных шайб (по ГОСТ 6402—70);

в) шайб стопорных с лапками (по ГОСТ 13463—77).

Необходимость установки контргаек, пружинных шайб и шайб стопорения зависит от типа и характера работы оборудования и должна быть указана в проекте оборудования.

7.7 (6.8). После завершения цикла пусконаладочных работ и опробования оборудования гайки болтов следует подтянуть до расчетной величины усилия затяжки.

7.8. Контроль усилия затяжки может осуществляться по величине крутящего момента, по перемещению или удлинению болта, углу поворота гайки или по величине давления в гидросистеме специальных гидроключей.

7.9 (6.2). Величина крутящего момента, приложенного к гайке конструктивного болта, назначается в соответствии с типом и характером оборудования, но не более величины, приведенной в табл. 11.

7.10 (6.3). Расчетные болты затягиваются на величину крутящего момента $M_к$ (кгс·м), определяемого по формуле

$$M_к = V_з \xi, \qquad (15)$$

где $V_з$ — усилие затяжки, определяемое по формулам 11, 12 или 13, кгс;

ξ — коэффициент, учитывающий геометрические размеры резьбы, а также трение на торце гайки и в резьбе, принимается по табл. 12.

Таблица 12(11)

Диаметр резьбы болтов d	Коэффициент ξ	Диаметр резьбы болтов d	Коэффициент ξ
М10	$2 \cdot 10^{-3}$	М56	$1{,}4 \cdot 10^{-2}$
М12	$2{,}4 \cdot 10^{-3}$	М64	$1{,}7 \cdot 10^{-2}$
М16	$3{,}2 \cdot 10^{-3}$	М72×6	$1{,}9 \cdot 10^{-2}$
М20	$4{,}4 \cdot 10^{-3}$	М80×6	$2{,}1 \cdot 10^{-2}$
М24	$5{,}8 \cdot 10^{-3}$	М90×6	$2{,}3 \cdot 10^{-2}$
М30	$7{,}5 \cdot 10^{-3}$	М100×6	$2{,}5 \cdot 10^{-2}$
М36	$9 \cdot 10^{-3}$	М110×6	$2{,}8 \cdot 10^{-2}$
М42	$1{,}1 \cdot 10^{-2}$	М125×6	$3{,}2 \cdot 10^{-2}$
М48	$1{,}2 \cdot 10^{-2}$	М140×6	$3{,}5 \cdot 10^{-2}$

7.11. Усилие затяжки для болтов, устанавливаемых в фундамент с изолирующей трубой (тип болтов 7 и 8), может контроли-

Таблица 13

Диаметр резьбы болтов d	Усилие затяжки $V_з$, кгс	Перемещение нагруженного конца болта Δ, мм	Диаметр резьбы болта d	Усилие затяжки $V_з$, кгс	Перемещение нагруженного конца болта Δ, мм
М36	5000	1,40	М64	20000	4,06
	6000	1,75		22000	4,48
	7000	2,11		24000	4,90
	8000	2,46		26000	5,33
	9000	2,82		28000	5,75
	11000	3,52		30000	6,17
М42	7000	2,13	М72×6	24000	6,33
	8000	2,64		30000	8,17
	9000	3,15		36000	10,01
	10000	3,66		42000	11,85
	11000	4,17		44000	13,03
	12000	4,69		48000	14,31
М48	8000	3,11	М80×6	30000	7,86
	10000	4,08		36000	9,78
	12000	5,06		42000	11,71
	14000	6,04		48000	13,63
	16000	7,02		54000	15,56
	18000	8,00		60000	17,49
М56	16000	5,91	—	—	—
	18000	6,21	—	—	—
	20000	6,50	—	—	—
	22000	6,80	—	—	—
	24000	7,09	—	—	—
	26000	7,38	—	—	—

Примечание. Промежуточные значения усилия затяжки и перемещений определяются интерполяцией.

роваться по величине удлинения шпильки δ. Величина удлинения шпильки болта определяется по формуле

$$\delta = \frac{V_з(H + l)}{EF}, \qquad (16)$$

где H — глубина заделки болта, см;

l — высота выступающей над фундаментом части болта до середины затянутой гайки, см;

$E = 2 \cdot 10^6$ — модуль упругости материала болта, кгс/см^2.

7.12. Усилие затяжки для болтов с амортизирующими элементами (тип болта 8) может контролироваться по величине перемещения верхнего конца болта Δ. Величину перемещения верхнего конца болта Δ следует определять в соответствии с табл. 13.

7.13. Контроль окончательной величины усилия затяжки (для стыков вида 2 и 3) допускается осуществлять **по углу поворота** гайки.

Для болтов типа 1—5 угол поворота гайки следует определять по формуле:

$$\gamma_з^0 = 360° \frac{V_з 14d}{EFS}, \qquad (17)$$

а для болтов типа 6 и 7 — по формуле:

$$\gamma_з^0 = 360° \frac{V_з (H + 2d)}{EFS}, \qquad (18)$$

где S — шаг резьбы.

7.14. При определении удлинения δ и вертикальных перемещений **Δ болта** следует пользоваться часовыми индикаторами, прецизионными нивелирами и другими приборами, обеспечивающими замеры с точностью не менее ±0,02 мм относительно ненагруженной поверхности фундамента.

Угол поворота гайки следует определять с помощью мерных подкладок, шаблонов, транспортиров и других приспособлений, обеспечивающих точность измерений не менее ±5°.

7.15. Величину крутящего момента $M_к$ можно контролировать с помощью предельных и динамометрических ключей, указанных в прил. 5.

7.16. При применении редкоударных гайковертов типа ИЭ3112, ИЭ3115А, ИЭ3118 крутящий момент следует контролировать по времени работы гайковерта либо по числу ударов в соответствии с ГОСТ 21692—76.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ФУНДАМЕНТНЫХ БОЛТОВ

Себестоимость фундаментных болтов, устанавливаемых непосредственно в массив фундамента, руб/болт

Диаметр болта, мм	Вес болта, кгс	Себестоимость болтов без кондукторных устройств	При отношении веса кондукторных устройств к весу болтов, равным:						
			1	5	10	15	20	25	30
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Фундаментные болты с отгибом (тип 1)									
10	0,24	0,11	0,18	0,47	0,83	1,18	1,54	1,90	2,26
12	0,42	0,20	0,32	0,82	1,45	2,07	2,70	3,32	3,95
16	0,95	0,45	0,78	1,87	3,28	4,69	6,11	7,52	8,94
20	1,85	0,88	1,43	3,63	6,38	9,14	11,90	14,65	17,41
24	3,17	1,51	2,45	6,23	10,95	15,67	20,39	25,11	29,83
30	6,23	2,96	4,81	12,23	21,51	30,79	40,06	49,94	58,62
36	10,75	5,11	8,31	21,12	37,12	53,13	69,14	85,14	101,15
42	17,04	8,09	13,17	33,46	58,84	84,21	109,58	134,95	160,33
48	24,33	11,83	19,26	48,95	96,07	123,19	160,31	197,43	234,56
Фундаментные болты с отгибом (тип 2)									
56	45,90	21.79	35,45	90,13	158,48	226,82	295,17	363,51	431,56
64	70,74	33,59	54,66	138,92	244,25	349,59	454,32	560,25	665,58
72	91,56	43,47	70,74	179,80	316,14	452,47	588,80	725,13	861,47

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
80	129,86	61,42	99,94	254,03	446,65	639,27	831,88	1024,50	1217,12
90	182,15	86,49	140,73	357,71	628,93	900,15	1171,37	1442,59	1713,51
100	233,37	110,79	180,29	458,28	805,77	1153,26	1500,75	1848,23	2195,72
110	350,12	165,09	269,36	686,42	1207,75	1729,08	2250,41	2771,74	3293,06
125	470,03	223,15	363,13	923,03	1622,90	2322,78	3022,65	3722,53	4422,40
			Фундаментные болты с анкерной плитой (тип 3)						
10	0,26	0,12	0,20	0,51	0,90	1,28	1,28	2,06	2,45
12	0,46	0,21	0,35	0,89	1,58	2,26	2,95	3,63	4,32
16	0,97	0,50	0,78	1,94	3,38	4,83	6,27	7,72	9,16
20	2,02	0,96	1,56	3,97	6,97	9,98	12,99	16,00	19,01
24	3,56	1,69	2,75	6,99	12,29	17,59	22,89	28,20	33,50
30	6,46	3,07	4,99	12,69	22,31	31,93	41,55	51,17	60,78
36	11,14	5,29	8,61	21,88	38,47	55,05	71,64	88,23	104,82
42	17,25	8,18	13,32	33,87	59,55	85,24	110,92	136,61	162,30
48	24,82	11,78	19,17	48,74	85,70	122,65	159,61	196,57	233,52
			Фундаментные болты с анкерной плитой (тип 4)						
56	56,67	26,20	43,08	110,59	194,97	279,17	363,73	448,13	532,49
64	73,47	34,88	56,76	144,28	253,67	363,07	472,47	581,86	691,26
72	93,83	44,55	72,49	184,26	323,97	463,69	603,40	743,11	882,83
80	125,99	59,82	97,34	237,42	435,02	632,62	810,22	997,81	1185,41
90	180,27	85,59	139,28	354,01	622,43	890,86	1152,23	1427,70	1696,12
100	215,30	102,22	166,33	422,80	743,38	1063,96	1384,54	1705,12	2025,71
110	303,86	144,26	234,75	596,71	1049,16	1501,60	1954,05	2406,50	2858,95

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Фундаментные болты составные с анкерной плитой (тип 5)									
24	4,97	3,41	3,89	9,81	17,21	24,61	32,01	39,41	46,81
30	8,78	4,22	6,83	17,29	30,37	43,44	56,51	69,59	82,66
36	14,89	7,11	11,55	29,28	51,45	73,63	95,80	117,97	140,14
42	22,65	10,81	17,55	44,53	78,26	111,99	145,71	179,43	213,16
48	32,64	15,55	25,27	64,15	112,75	161,35	209,95	258,55	307,15
56	49,43	23,52	38,24	97,12	170,72	244,32	317,92	391,52	465,12
64	72,38	34,41	55,96	142,18	249,96	357,73	465,50	573,28	681,05
Фундаментные болты съемные (тип 6)									
24	2,15	2,71	3,35	5,37	9,12	12,32	15,52	18,72	21,92
30	4,20	4,63	6,06	11,08	17,34	23,59	29,85	36,10	42,35
36	7,20	7,21	9,35	17,98	23,65	39,37	50,09	60,81	71,54
42	11,50	11,46	14,88	28,58	45,71	62,83	79,95	97,08	114,20
48	17,15	14,88	19,99	40,42	65,96	91,49	117,03	142,56	168,10
Фундаментные болты съемные (тип 7)									
56	43,05	35,45	43,27	99,55	163,65	227,75	291,85	355,35	420,05
64	63,85	53,11	72,12	148,18	243,25	338,38	433,40	528,47	623,54
72	90,56	74,14	101,11	208,99	343,83	478,68	613,52	748,36	883,21
80	123,63	92,83	129,65	276,92	377,40	645,09	829,17	1013,26	1197,34
90	175,96	130,35	182,75	392,35	654,36	916,36	1178,37	1440,37	1702,38

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
100	247,50	206,02	279,73	574,55	943,08	1311,60	1680,13	2048,66	2417,19
110	319,24	258,44	353,51	733,78	1209,13	1684,48	2159,83	2635,18	3110,53
125	469,03	353,91	453,58	1052,29	1750,68	2449,06	3147,45	3845,83	4544,22
				Фундаментные болты съемные (тип 8)					
36	8,57	7,49	10,04	20,25	33,01	45,77	58,53	71,29	84,05
42	13,70	10,63	14,71	31,03	51,43	41,83	92,23	112,62	133,02
48	20,34	16,15	22,21	46,44	76,73	107,01	137,30	167,59	197,87
56	32,30	26,07	35,69	74,16	122,26	170,35	217,45	266,54	314,64
64	47,83	37,52	51,76	108,73	179,95	251,17	323,39	393,61	464,83
72	67,70	52,89	73,05	153,70	254,50	355,31	456,11	556,92	657,72
80	92,33	67,70	95,20	205,18	342,66	480,14	617,61	755,10	892,58

Примечание. Себестоимость фундаментных болтов определялась по формуле:

$$C = C_1 + (0{,}15\,a + \frac{H}{8{,}2}0{,}6),$$

где C_1 — стоимость болтов по ЕРЕР (сборник № 12 «Железобетонные и бетонные конструкции монолитные»);
a — заработная плата по ЕРЕР;
H — затраты труда по ЕРЕР.
Себестоимость кондукторов определялась по ЕРЕР (сборник № 14 «Металлические конструкции») и по ценнику № 1 «Строительные конструкции и изделия».

Таблица 2

Трудозатраты на установку фундаментных болтов, устанавливаемых непосредственно в массив фундамента, чел.-ч/болт

Диаметр болта, мм	Вес болта, кгс	Трудозатраты на установку болтов без кондукторных устройств	*При отношении веса кондукторных устройств к весу болтов равным:*						
			1	5	10	15	20	25	30
Фундаментные болты с отгибом (тип 1)									
10	0,24	0,12	0,13	0,15	0,19	0,22	0,25	0,28	0,32
12	0,42	0,15	0,16	0,21	0,27	0,32	0,38	0,43	0,49
16	0,35	0,16	0,19	0,29	0,32	0,55	0,67	0,81	0,98
20	1,85	0,2	0,25	0,45	0,70	0,95	1,20	1,45	1,70
24	3,17	0,27	0,35	0,69	1,12	1,55	1,98	2,41	2,83
30	6,23	0,36	0,53	1,20	2,04	2,88	3,72	4,57	5,41
36	10,75	0,38	0,67	1,83	3,28	4,73	6,19	7,64	9,09
42	17,04	0,42	0,88	2,72	5,02	7,32	9,62	11,92	14,22
48	24,93	0,52	1,19	3,89	7,25	10,62	13,98	17,35	20,71
Фундаментные болты с отгибом (тип 2)									
56	45,90	0,84	2,08	7,04	13,23	19,43	25,63	31,82	38,02
64	70,74	1,21	3,12	10,76	20,31	29,86	39,41	48,96	58,51
72	91,56	1,51	3,98	13,87	26,23	38,59	50,95	63,31	75,67
80	129,36	2,03	5,52	19,49	36,96	54,42	71,88	89,35	106,81
90	182,15	2,66	7,58	27,25	51,84	76,43	101,02	125,61	150,20

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
100	233,37	3,22	9,52	34,73	66,23	97,74	129,24	160,75	192,25
110	350,12	4,09	13,54	51,36	93,62	145,89	198,15	240,42	287,63
125	470,03	4,62	17,31	68,07	131,53	194,98	258,44	321,89	385,34
Фундаментные болты с анкерной плитой (тип 3)									
10	0,26	0,14	0,15	0,18	0,21	0,25	0,28	0,32	0,36
12	0,46	0,17	0,18	0,23	0,29	0,35	0,42	0,48	0,54
16	0,97	0,18	0,21	0,31	0,44	0,57	0,70	0,84	0,97
20	2,02	0,21	0,26	0,48	0,76	1,03	1,30	1,57	1,85
24	3,56	0,28	0,38	0,76	1,24	1,72	2,20	2,68	3,16
30	6,46	0,36	0,61	1,23	2,10	2,98	3,85	4,72	5,59
36	11,14	0,39	0,69	1,89	3,40	4,90	6,41	7,91	9,41
42	17,25	0,44	0,91	2,77	5,01	7,34	9,67	12,00	14,32
48	24,82	0,52	1,19	3,87	7,22	10,57	13,92	17,27	20,62
Фундаментные болты с анкерной плитой (тип 4)									
56	56,67	1,00	2,53	8,65	16,30	23,95	31,60	39,25	46,90
64	73,47	1,27	3,25	11,19	21,11	31,02	40,94	50,86	60,78
72	93,83	1,56	4,09	14,23	26,89	39,56	52,23	64,90	77,56
80	125,99	2,00	5,13	17,66	33,32	48,98	64,63	80,29	97,95
90	180,27	2,60	7,47	26,94	51,27	75,61	99,95	124,28	148,62
100	215,30	3,02	8,83	32,09	61,15	90,22	119,28	148,35	177,41
110	303,86	3,83	12,03	44,85	85,87	126,89	167,91	208,94	249,96
125	395,22	4,34	15,01	57,69	111,05	164,40	217,76	271,11	324,47
140	526,33	4,80	19,01	75,85	146,91	217,96	289,02	360,07	431,13

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Фундаментные болты составные с анкерной плитой (тип 5)									
24	4,97	0,35	0,48	1,02	1,69	2,36	3,03	3,71	4,38
30	8,78	0,36	0,60	1,55	2,73	3,92	5,1	6,29	7,47
36	14,89	0,40	0,80	2,41	4,42	6,43	8,44	10,45	12,46
42	22,65	0,49	1,10	3,55	6,61	9,66	12,72	15,78	18,84
48	32,64	0,62	1,50	5,03	9,43	13,84	18,25	22,65	27,06
56	49,43	0,89	2,22	7,56	14,24	20,91	27,58	34,26	40,98
64	72,38	1,25	3,20	11,02	20,79	30,56	40,34	50,11	59,83
Фундаментные болты съемные (тип 6)									
24	2,15	0,66	0,75	0,95	1,24	1,53	1,82	2,11	2,40
30	4,20	1,06	1,23	1,63	2,19	2,76	3,32	3,89	4,45
36	7,20	1,36	1,65	2,33	3,30	4,28	5,25	6,22	7,19
42	11,50	1,98	2,45	3,53	5,09	6,63	8,19	9,74	11,29
48	17,15	2,19	2,88	4,51	6,82	9,14	11,45	13,77	16,08
Фундаментные болты съемные (тип 7)									
56	43,05	4,67	6,41	10,48	16,29	22,11	27,82	33,73	39,54
64	63,85	6,99	9,58	15,61	24,23	32,85	41,47	40,09	58,71
72	90,56	9,53	13,80	21,76	33,98	46,21	58,43	70,66	82,88
80	123,63	10,84	15,85	27,53	44,22	60,91	77,50	94,19	110,88
90	175,96	14,35	21,48	65,11	115,86	166,62	217,37	268,13	318,88
100	247,50	26,28	36,30	86,69	147,11	207,52	267,93	323,34	388,76

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
110	319,24	31,40	44,33	101,50	171,60	241,69	311,79	381,89	451,99
125	469,03	37,88	56,88	128,20	218,52	303,84	399,16	489,48	579,79
				Фундаментные болты съемные (тип 8)					
36	8,57	1,25	1,60	2,41	3,56	4,72	5,88	7,03	8,19
42	13,70	1,44	1,99	3,29	5,14	6,99	8,84	10,69	12,54
48	20,34	2,10	2,92	4,85	7,59	10,34	13,08	15,83	18,58
56	32,30	3,37	4,68	7,73	12,09	16,45	20,81	25,17	29,53
64	47,83	4,65	6,59	11,11	17,56	24,02	30,48	36,94	43,39
72	60,70	6,45	9,19	15,59	24,73	33,87	43,01	52,15	61,29
80	92,33	7,53	11,27	19,99	32,46	44,92	57,39	69,85	82,32

Примечания: 1. В трудозатраты на установку фундаментных болтов типа 6, 7, 8 включены трудозатраты по закреплению арматуры болта в кондукторе.

2. Трудоемкость установки фундаментных болтов определялась по «Нормам и расценкам на строительные, монтажные и строительно-монтажные работы», утвержденным Минмонтажспецстроем СССР, сборник В-12.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ФУНДАМЕНТНЫХ БОЛТОВ И ИХ ПРИВЯЗКА В ПЛАНЕ

1. Болты на чертежах в плане наносятся условными обозначениями и маркируются двумя буквами русского алфавита и цифрой (табл. 1 настоящего приложения). Например, «Ав2», где прописная буква «А» обозначает диаметр резьбы, строчная буква «в» — длину болта, цифровой индекс «2» — установочную марку и отметку верха болта данной марки.

2. Фундаментные болты в плане привязываются к разбивочным осям оборудования (см. рисунок) и отражаются в спецификации по форме, приведенной в табл. 2 настоящего приложения.

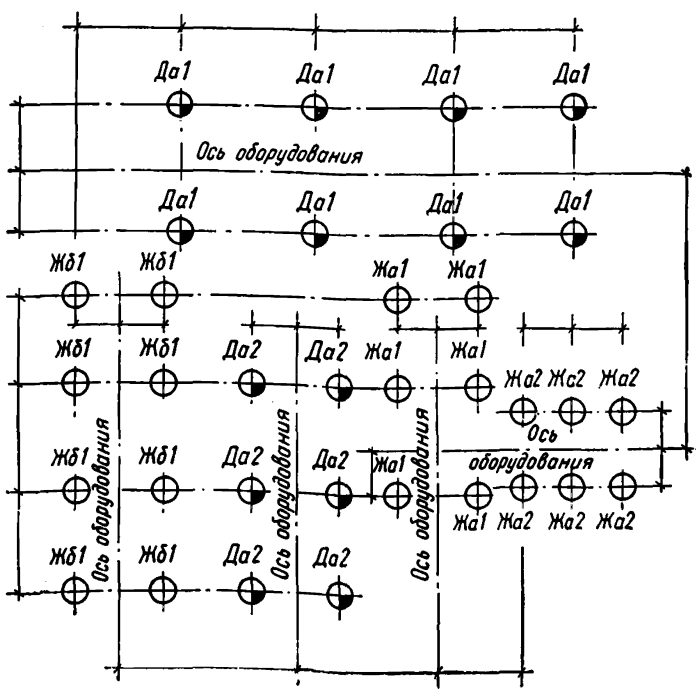


Таблица 1(1)

Условные обозначения фундаментных болтов

Диаметр резьбы болтов d_1		М10	М12	М16	М20	М24	М30	М36	М42	М48
Условные обозначения										
Марка бетона	заготовочная	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	И	К
		а, б, в, г, д, е...								
	установочная	1, 2, 3, 4, 5, 6...								

Продолжение табл. 1 (1)

Диаметр резьбы болтов		М56	М64	М72	М80	М90	М100	М110	М125	М140
Условные обозначения										
Марка бетона	заготовочная	Л	М	Н	П	Р	С	Т	У	Ф
		а, б, в, г, д, е...								
	установочная	1, 2, 3, 4, 5, 6...								

Таблица 2(2)

Спецификация фундаментных болтов

Марка фундамента	Марка болтов			Диаметр резьбы болтов d, мм	Количество болтов, шт.	Отметки, мм		Длина выступающей части, мм	Длина болта, мм
	заготовочная	установочная	условные обозначения			верха болта	верха бетона		
ФО-3	Да	1		М24	8	+50	—150	200	1400
	Да	2		М24	6	—100	—300	200	1400
	Жа	1		М36	6	—50	—350	300	1800
	Жа	2		М36	6	—150	—450	300	1800
	Жб	1		М36	8	—100	—500	400	1900
		и т. д.							

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ФУНДАМЕНТНЫХ БОЛТОВ

Пример 1. Определить диаметр фундаментных болтов с отгибом (тип 1) и глубину их заделки в бетон фундамента при следующих исходных данных.

Расчетная динамическая нагрузка, приходящаяся на наиболее нагруженный болт $P=4$ тс: сталь шпилек болтов ВСт3пс6 ($R_р^а = 1400$ кгс/см²); марка бетона фундаментов М150; способ опирания оборудования на фундамент с применением пакетов плоских металлических подкладок (вид стыка 1).

1. По табл. 5 для данного болта и способа опирания оборудования находим: $\chi=0{,}55$; $k_{ст} = 2$; $H=25\,d$.

2. Необходимое усилие предварительной затяжки фундаментных болтов определяем по формуле (11)

$$V_з = k_{ст}(1-\chi)P = 2(1-0{,}55)4 = 3{,}6 \text{ тс}.$$

3. Необходимую площадь сечения болтов по прочности определяем по формуле (6)

$$F = \frac{V_з + \chi P}{R_р^а} = \frac{3600 + 0{,}55 \cdot 4000}{1400} = 4{,}14 \text{ см}^2.$$

4. По табл. 6 принимаем болт с резьбой диаметром М30 ($F=5{,}19$ см²).

5. Проверяем сечение болта на выносливость.

Расчетное сопротивление болта определяется по формуле (3)

$$R_{р.у}^а = 0{,}278\, R_р^а \frac{\alpha}{\mu} = 0{,}278 \cdot 1400 \frac{1}{1{,}4} = 278 \text{ кгс/см}^2.$$

Необходимую площадь сечения болта определяем по формуле (9)

$$F = \frac{\chi P}{2R_{р.у}^а} = \frac{0{,}55 \cdot 4000}{2 \cdot 278} = 3{,}96 \text{ см}^2 < 5{,}19 \text{ см}^2.$$

Принимаем болты диаметром М30 и глубину заделки в бетон $H=25 \cdot 30 = 750$ мм.

Пример 2. Определить диаметр фундаментных болтов с анкерной плитой (тип 3) и глубину их заделки в бетон фундамента при следующих исходных данных:

расчетная динамическая нагрузка, приходящаяся на болт, $P=9$ тс; сталь шпилек болтов — 09Г2С ($R_р^а = 1700$ кгс/см²); бетон марки М 200 ($R_р = 7{,}5$ кгс/см²); способ опирания оборудования— на бетонную подливку при бесподкладочном методе монтажа (вид стыка 2), $\alpha=1$.

1. По табл. 5 $\chi=0{,}45$; $k_{ст}=1{,}7$; $H=15\ d$ (при бетоне марки М 150).

2. Усилие предварительной затяжки по формуле (11)

$$V_з = 1{,}7(1-0{,}45)9 = 8{,}4 \text{ тс}.$$

3. Площадь сечения болтов по прочности по формуле (6)

$$F = \frac{8400 + 0{,}45 \cdot 9000}{1700} = 7{,}35 \text{ см}^2.$$

4. По табл. 6 принимаем болт с резьбой диаметром М36 ($F = 7{,}59$ см^2).

5. Проверяем сечение болта на выносливость

$$R^a_{р.у} = 0{,}278 \cdot 1700 \frac{1}{1{,}4} = 336 \text{ кгс/см}^2;$$

$$F = \frac{0{,}45 \cdot 9000}{2 \cdot 336} = 6 \text{ см}^2 < 7{,}59 \text{ см}^2.$$

6. Определяем глубину заделки болтов в бетон по формуле

$$H_0 = H \frac{6{,}3}{1400} \frac{R^a_р}{R_р} = 15 \cdot 3{,}6 \frac{6{,}3}{1400} \frac{1700}{7{,}5} = 55 \text{ см}.$$

Пример 3. Определить диаметр фундаментных болтов с изолирующей трубой без амортизирующих элементов (тип 7) и глубину их заделки в бетон фундамента при следующих исходных данных: расчетная динамическая нагрузка, приходящаяся на болт $P = 25$ тс; сталь шпилек болтов ВСт3пс6 ($R^a_р = 1400$ кгс/см^2); марка бетона фундаментов М150.

1. По табл. 5 (примечание 3) находим

$$\chi = 0{,}3;\ k_{ст} = 1{,}45;\ H = 30\ d.$$

2. Усилие предварительной затяжки по формуле (11)

$$V_з = 1{,}45\,(1 - 0{,}3)\,25 = 25{,}4 \text{ тс}.$$

3. Площадь сечения болтов по прочности по формуле (6)

$$F = \frac{25\,400 + 0{,}3 \cdot 25\,000}{1400} = 23{,}5 \text{ см}^2.$$

4. По табл. 6 принимаем болт с резьбой диаметром М64 ($F = 25{,}12$ см^2).

5. Проверяем сечение болта на выносливость

$$R^a_{р.у} = 0{,}278 \cdot 1400 \frac{1}{1{,}8} = 216 \text{ кгс/см}^2;$$

$$F = \frac{0{,}3 \cdot 25\,000}{2 \cdot 216} = 17{,}3 \text{ см}^2 < 25{,}12 \text{ см}^2.$$

6. Глубина заделки болтов равна:

$$H = 30 \cdot 6{,}4 = 192 \text{ см}.$$

Пример 4. По данным примера 3 определить диаметр фундаментных болтов с изолирующей трубкой и амортизирующими элементами (тип 8) и глубину их заделки в бетон.

1. По табл. 5 (примечание 3) находим:

$$\chi = 0{,}3;\ k_{ст} = 1{,}4;\ H = 20d.$$

2. Усилие предварительной затяжки по формуле (11)

$$V_з = 1{,}4\,(1 - 0{,}3)\,25 = 24{,}5 \text{ тс}.$$

3. Площадь сечения болтов по прочности по формуле (6)

$$F = \frac{24\,500 + 0{,}3 \cdot 25\,000}{1400} = 22{,}8 \text{ см}^2.$$

4. По табл. 6 принимаем болт с резьбой диаметром резьбы М64 (F=25,12 см^2).

5. По табл. 7 назначаем тип и количество тарельчатых пружин (амортизирующих элементов).

Принимаем две тарельчатые пружины типа ПД 300×100×20×5, ГОСТ 3057—54.

6. Проверка на выносливость приведена в примере 3.

7. Глубина заделки болтов равна:

$$H = 20 \cdot 6{,}4 = 128 \text{ см}.$$

Пример 5. По данным примера 2 определить диаметр фундаментных болтов, устанавливаемых в готовые фундаменты на эпоксидном клее (тип 9).

1. По табл. 5 имеем:

$\chi = 0{,}60;\ k_{ст} = 2{,}5;\ H = 10d$ (при бетоне марки М 150).

2. Усилие предварительной затяжки по формуле (11)

$$V_з = 2{,}5\,(1 - 0{,}6)\,9 = 9 \text{ тс}.$$

3. Площадь сечения болтов по прочности по формуле (6)

$$F = \frac{9000 + 0{,}6 \cdot 9000}{1700} = 8{,}5 \text{ см}^2.$$

4. По табл. 6 принимаем болт с резьбой диаметром М42 (F= =10,34 см^2).

5. Проверяем сечение болта на выносливость

$$R^a_{р.у} = 0{,}278 \cdot 1700 \frac{1}{1{,}6} = 295 \text{ кгс/см}^2;$$

$$F = \frac{0{,}6 \cdot 9000}{2 \cdot 295} = 9{,}17 \text{ см}^2 < 10{,}34 \text{ см}^2.$$

6. Определяем глубину заделки болтов в бетон по формуле (5)

$$H_0 = H \frac{R^a_р}{1400} = 10 \cdot 4{,}2 \frac{1700}{1400} = 51 \text{ см}.$$

Пример 6. Определить диаметр конических фундаментных болтов с распорной втулкой (тип 12), устанавливаемых в готовые фундаменты, и глубину их заделки в бетон при следующих исходных данных:

расчетная статическая нагрузка, приходящаяся на болт:

$$P = 5 \text{ тс};$$

сталь шпилек ВСт3пс6 ($R_p^a = 1400$ кгс/см²); марка бетона фундаментов М150; способ опирания — непосредственно на фундамент (вид стыка 3), $\alpha = 1$.

1. По табл. 5 $\chi = 0{,}65$; $k_{ст} = 2{,}2$; $H = 8\,d$.

2. Усилие предварительной затяжки по формуле (11)

$$V_з = 2{,}2\,(1 - 0{,}65)\,5 = 3{,}85 \text{ тс}.$$

3. Площадь сечения болтов по прочности по формуле (6)

$$F = \frac{3850 + 0{,}65 \cdot 5000}{1400} = 5{,}08 \text{ см}^2.$$

4. По табл. 6 принимаем болт с резьбой диаметром М30 ($F = 5{,}19$ см²).

5. Глубина заделки болтов в бетон равна: $H = 8 \cdot 3{,}0 = 24$ см. Глубина скважины принимается равной 10 d (30 см).

6. При отсутствии тарировочных инструментов по контролю предварительной затяжки площадь сечения болтов определяется по формуле (8)

$$F = \frac{\chi P}{R_p^a - 1000} = \frac{0{,}65 \cdot 5000}{1400 - 1000} = 8{,}14 \text{ см}^2.$$

7. По табл. 6 принимаем болт с резьбой диаметром М42 ($F = 10{,}34$ см²).

Пример 7. Определить диаметр фундаментных болтов с отгибом (тип 14), устанавливаемых в колодцах, и глубину их заделки в бетон при следующих исходных данных:

расчетная динамическая вертикальная нагрузка, приходящаяся на болт, $P = 5$ тс; расчетная статическая горизонтальная сдвигающая нагрузка $Q = 4$ тс; сталь шпилек болтов ВСт3Гпс5 ($R_p^a = 1400$ кгс/см²), марка бетона фундамента М 150; марка бетона заполнения колодцев М 200; способ опирания — на бетонную подливку (вид стыка 2); количество болтов 6 шт; собственный вес оборудования $P = 2$ тс.

1. По табл. 5 $\chi = 0{,}45$; $k_{ст} = 2$ (для динамической нагрузки); $k_{ст} = 1{,}4$ (для статической нагрузки); $H = 25\,d$.

2. Усилие предварительной затяжки от действия вертикальной нагрузки на болт по формуле (11)

$$V_з = 2(1 - 0{,}45)\,5 = 5{,}5 \text{ тс}.$$

3. Усилие предварительной затяжки от сдвигающей (горизонтальной) нагрузки определяем по формуле (12)

$$V'_з = k_{ст} \frac{Q - Gf}{nf} = 1{,}4 \frac{4 - 2 \cdot 0{,}3}{6 \cdot 0{,}3} = 2{,}8 \text{ тс}.$$

4. Суммарное значение величины усилия предварительной затяжки по формуле (13)

$$V^0_з = V_з + V'_з = 5{,}5 + 2{,}8 = 8{,}3 \text{ тс}.$$

5. Площадь сечения болтов по прочности определяем по формуле (6)

$$F = \frac{V_з^0 + \chi P}{R_р^а} = \frac{8300 + 0{,}45 \cdot 5000}{1400} = 7{,}53 \text{ см}^2.$$

6. По табл. 6 принимаем болт с резьбой диаметром М36

$$F = 7{,}59 \text{ см}^2.$$

7. Проверяем сечение болта на выносливость:

$$R_{р.у}^а = 0{,}278 \cdot 1400 \frac{1}{1{,}4} = 2{,}78 \text{ кгс/см}^2;$$

$$F = \frac{0{,}45 \cdot 5000}{2 \cdot 278} \quad 4{,}04 \text{ см}^2 < 7{,}59 \text{ см}^2.$$

Принимаем болты диаметром М36 и глубину заделки в бетон $H = 25 \cdot 3{,}6 = 90$ см.

Пример 8. Определить расчетную нагрузку, приходящуюся на наиболее нагруженный болт при следующих исходных данных:

расчетный опрокидывающий момент от оборудования $M = 120$ тс; собственный вес оборудования $G = 10$ тс; количество болтов 8 шт. (по 4 шт. с каждой стороны): расстояние от оси поворота оборудования до двух наиболее удаленных болтов 2 м, до двух отдельных — 1,5 м.

По формуле (7)

$$P = \frac{P_0 - G}{n} + \frac{My_1}{\sum y_i^2} = \frac{0 - 10}{8} + \frac{120 \cdot 2}{2 \cdot 2^2 + 2 \cdot 1{,}5^2} =$$

$$= -1{,}25 + 19{,}2 = 17{,}95 \text{ тс}.$$

Расчетная динамическая нагрузка, приходящаяся на наиболее нагруженный болт, составляет 17,95 тс.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

СОСТАВ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЭПОКСИДНОГО КЛЕЯ. УСТАНОВКА БОЛТОВ

Приготовление клея

1. Для приготовления клея допускается применять компоненты, соответствующие требованиям ГОСТов (таблица 1), снабженные заводскими паспортами со сроком годности с момента изготовления, не превышающих: 12 мес. для эпоксидной смолы; 12 мес. для пластификатора; 6 мес. для отвердителя.

Таблица 1

Рекомендуемые составы эпоксидного клея

Наименование составляющих клея	Условные обозначения	Весовые части составляющих составов клея			Нормативный документ
		первого	второго	третьего	
Эпоксидная смола	ЭД-16 или ЭД-20	100	100	100	ГОСТ 10587—76
Полиэтиленполиамин	ПЭПА	15	15	7,5	СТУ 49-2529-63
Метафенилендиамин	МФД	—	—	7,5	ГОСТ 5826—68
Дибутилфталат	ДБФ	20	—	—	ГОСТ 2102—67
Полиэфиркрилат	МГФ-9	—	10	10	ТУ 6-01-450-70
Песок вольский	ПВ	200	—	—	ГОСТ 6139—70
Песок кварцевый с удельной поверхностью от 1000 до 2000 см²/г	ПМ	—	200	200	

Примечания: 1. Когезионная прочность при сжатии по ГОСТ 4651—68 для первого состава должна быть не ниже 500 кгс/см², а для второго и третьего — 700—800 кгс/см².

2. Технологическая жизнеспособность клея при температуре окружающей среды 20° С равна: для первого состава — 85 мин, для второго и третьего — 25—30 мин.

3. Состав клея № 1 применять на участках фундаментов, прогреваемых (на глубине заделки болта) до температуры 50° С, состав № 2 — от +50 до —90° С, а состав № 3 — до 100° С.

2. Компоненты клея следует хранить в сухом помещении с соблюдением условий пожарной безопасности для легковоспламеняющихся жидкостей.

3. До приготовления эпоксидного клея смолу ЭД-16 (ЭД-20) заблаговременно пластифицируют. Для этого навеску смолы (10—20 кг) разогревают в водяной бане до температуры 70° С, затем вводят в нее пластификатор ДБФ либо МГФ-9 и тщательно перемешивают 10—15 мин до исчезновения воздушных пузырьков. После этого пластифицированную смолу охлаждают до температуры окружающей среды.

4. Приготовление клея рекомендуется производить при массовой установке болтов порциями по 5—7 кг в следующей последовательности.

Необходимое количество пластифицированной смолы, отвердителя и кварцевого песка отвешивают в отдельные емкости. Затем в пластифицированную смолу вводят отвердитель (ПЭПА) и смесь перемешивают 5 мин, после чего вводят песок и продолжают перемешивание еще 5 мин.

Качество перемешивания пластифицированной смолы с отвер-

дителем определяют получением одноцветной жидкости, просматриваемой при стекании ее с поднятого шпателя.

Качество перемешивания клея после введения наполнителя определяют при достижении равномерного распределения зерен песка в объеме клея.

5. Приготовление клея при температуре окружающей среды от +15 до —20° С требует предварительного подогрева пластифицированной смолы и кварцевого песка до температуры +30° С.

6. При приготовлении клея контролируют температуру смеси, не допуская ее выше +40° С.

Увеличение температуры «саморазогрева» клея, вызываемого экзотермическим процессом его отверждения, приводит к значительному сокращению технологической жизнеспособности, т. е. времени удобоукладываемости клея с момента приготовления.

Примечание. Подогревать пластифицированную смолу рекомендуется в водяной бане. Перемешивать эпоксидный клей следует в посуде типа «противень» либо в клеемешалках с водяным охлаждением.

Подготовка поверхности к склеиванию

7. Подготовка поверхности скважины к установке болтов заключается в инструментальной проверке глубины и в визуальной проверке отсутствия в ней инородных включений, воды, наледи.

При необходимости производится дополнительная очистка скважины продувкой, либо механическим путем (ершом, металлической щеткой).

8. Поверхность болтов (подлежащая склеиванию) не должна иметь следов коррозии и масляных включений.

9. Подготовка поверхности болта состоит из предварительной механической и окончательной химической обработки.

Предварительная (механическая) обработка болта производится с целью удаления консервирующих покрытий в виде жировой смазки, бумаги и т. п.

Окончательная (химическая) обработка болтов выполняется в 20%-ном растворе соляной кислоты, в который добавляют 1% (по объему раствора) уротропина (ГОСТ 1381—73).

10. Травление заделываемой поверхности фундаментных болтов рекомендуется производить в зоне их установки в течение 2—4 ч.

11. Непосредственно перед установкой болты вынимают из раствора соляной кислоты, а затем протирают ветошью, смоченной в ацетоне (ГОСТ 2768—69).

Установка болтов в скважину

12. Установка болтов при температуре наружной среды выше +15° С состоит из следующих операций:

в скважину опускают нижнее фиксирующее кольцо;

из малогабаритной посуды клей заливают в скважину самотеком на высоту (h), равную:

$$h = \frac{H(d_c^2 - d)}{d_c^2};$$

устанавливают болт медленным погружением в клей до фиксации его в нижнем кольце;

устанавливают верхнее фиксирующее кольцо (заподлицо с поверхностью бетона фундамента).

Примечание. Фиксирующие кольца изготавливаются из проволоки катанки с внутренним диаметром на 1—2 мм больше диаметра болта и наружным диаметром на 1—2 мм меньше диаметра скважины.

13. При температуре наружной среды от +15 до —20° С технология установки болтов следующая:

в скважину заливают эпоксидный клей с температурой не ниже +20° С;

устанавливают болты, предварительно нагретые, в зависимости от температуры окружающей среды:

Температура окружающей среды, ° С	Температура предварительного нагрева болта, ° С
+15÷0	150÷200
0÷—5	200÷250
—5÷—15	250÷300
—15÷—20	300

14. Затяжка болтов, устанавливаемых при температуре окружающей среды выше 15° С, допускается через 72 ч. При необходимости срок передачи нагрузки на болты может быть сокращен до 3 ч путем установки предварительно нагретых болтов до температуры 150° С.

Затяжка болтов, устанавливаемых при температуре ниже +15° С, допускается через 240 ч.

15. Для разогрева болтов следует применять электрические печи, оборудованные автоматическими регуляторами температуры. Мощность печей должна обеспечивать постоянство заданной температуры с учетом цикличного характера загрузки-выгрузки печи.

16. Время нахождения болтов в нагревательной печи должно гарантировать распределение рекомендуемой температуры по всему сечению болта и на заданной длине.

Не допускается снижение температуры болтов перед их установкой в скважину против нижних пределов температуры, рекомендованных в п. 13.

Контроль качества производства работ

17. Несущая способность болтов обеспечивается: прочностью бетона фундамента; прочностью эпоксидного клея (п. 1); пооперационным контролем технологических процессов установки болтов.

18. Для контроля качества клея из каждой партии поступающих на стройку компонентов приготавливаются и испытываются образцы клея на сжатие (ГОСТ 4651—68).

19. Изготовление образцов для испытания клея на сжатие следует производить в стальных формах на стеклянном поддоне.

Наполнение форм эпоксидным клеем осуществляется самотеком без уплотнения.

Выдерживание образцов осуществляется при температуре ±20° С. После извлечения образцов из формы верхняя грань их шлифуется.

Образцы эпоксидного клея на сжатие испытывают через 3 сут. с момента изготовления. Одновременно испытывают не менее 5 образцов.

20. Для испытания следует применять гидравлический пресс малой мощности (до 5 т), позволяющий определять прочность клея с погрешностью до 1%.

21. Допустимым к производству работ следует считать клей, показавший при испытании образцов на сжатие прочность, соответствующую п. 1.

22. Пооперационному контролю подлежат:

диаметр, вертикальность и глубина скважины;

технология приготовления клея;

очистка скважин и обработка поверхности болта;

нагрев болтов в условиях установки при пониженной температуре среды;

равномерность распределения клея в скважине вокруг болта.

23. Для контроля качества производства работ на объекте устанавливают контрольное количество болтов из расчета 3 болта диаметром 20 мм на 500 установленных в дело (но не менее трех при численности от 50 до 500 болтов).

Болты испытываются по истечении времени (п. 14) при помощи гидравлического домкрата, передающего осевую статическую нагрузку на болт.

Расстояние от оси болта до упора домкрата может быть выбрано произвольно, в зависимости от конструкции домкрата.

Для испытаний могут быть применены домкраты типа ДС-15-125 или аналогичные ему по конструкции.

24. Средняя величина сцепления на контакте клей—металл при глубине заделки болта 10 диаметров должна быть не менее 60 кгс/см^2.

Техника безопасности

1. Составляющие эпоксидного клея (за исключением песка) являются токсичными веществами и при работе с ними необходимо соблюдать специальные меры по технике безопасности.

2. К работам, связанным с клеями, должны допускаться рабочие, прошедшие медицинский осмотр и инструктаж по технике безопасности и производственной санитарии. Работающие с клеями должны периодически проходить медицинские осмотры.

3. Рабочим, занятым приготовлением клеев и работами по установке фундаментных болтов на клею, необходимо выдавать защитную одежду: комбинезон, резиновый фартук, резиновые перчатки, косынки и защитные очки.

Все операции по приготовлению эпоксидного клея следует производить в хорошо проветриваемом помещении.

4. Рабочие, занятые производством работ с эпоксидным клеем, должны иметь возможность пользования горячей и холодной водой.

5. Капли смолы или отвердителя, попавшие на кожу, должны быть немедленно смыты марлевым тампоном, смоченным ацетоном, после чего пораженное место тщательно промыть теплой мыльной водой.

6. Прием пищи на производственном месте запрещается.

7. Бурение скважин без промывки следует вести с применением респираторов.

Пример расчета весовой дозы эпоксидного клея

1. Условия: требуется установить 20 фундаментных болтов диаметром 20 мм с относительной глубиной заделки десять диаметров.

2. Необходимое количество клея в граммах определяется по формуле

$$P = \frac{\pi H}{4}(d_c^2 - d^2) N\gamma,$$

где H — глубина скважины, см; d_c — диаметр скважины, см; d — диаметр болта, см; N — количество болтов, шт.; γ — объемный вес клея (2 г/см³).

$$P = \frac{3 \cdot 14 \cdot 20}{4}(3^2 - 2^2)\,20 \cdot 2 = 3149 \text{ г}.$$

3. Определение количества составляющих эпоксидного клея

а) состав клея ЭД-16 [100 вес. ч. + ДБФ (20 вес. ч.)] = = 120 вес. ч.:

ПЭПА	— 15 вес. ч.
Песок	— 200 вес. ч.
Итого	335 вес. ч;

б) вес одной весовой части

$$q = \frac{P}{335} = \frac{3149}{335} = 9{,}4 \text{ г}.$$

в) вес составляющих:

ЭД-16+ДБФ	120·9,4=1128 г;
ПЭПА	15·9,4=141 г;
Песок	200·9,4=1880 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕХАНИЗИРОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ СКВАЖИН В БЕТОНЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОНЕ

Таблица 1

Механизированный инструмент для сверления отверстий в бетоне и железобетоне

Техническая характеристика	Электросверлильные машины								Пневмосверлильные машины	
	ИЭ1022А	ИЭ1013	ИЭ1015	ИЭ1017А	ИЭ1029	ИЭ1023	ИЭ1801	ИЭ1805	ИП1023	ИП1016
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Наибольший диаметр сверления, мм	15	15	25	25	25	25	50—125	85—160	25	32
Частота вращения шпинделя, об/мин	800	650	450	450	3800	250	1800	850	1200	550
Потребляемая мощность электродвигателем, Вт	250	270	600	600	800	370	2200	3000	—	—
Напряжение, В	220	220	220	36	36	220	220	220	—	—
Частота тока, Гц	50	50	50	200	200	50	50	50	—	—

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Рабочее давление воздуха, кгс/см²	—	—	—	—	—	—	—	—	5,0	5,0
Удельный расход воздуха, м³/мин	—	—	—	—	—	—	—	—	1,2	1,9
Удельный расход охлаждающей воды, л/мин	—	—	—	—	—	—	3—5	4—6	—	—
Вес (без кабеля), кгс	3,2	2,8	9,7	4,1	6,7	6,5	140	130	5,4	1,5
Изготовитель	Ростовский завод «Электроинструмент»	Даугавпилсский завод «Электроинструмент»		Выборгский завод «Электроинструмент»		Резекненское производств. объединение «Электроинструмент»		Одесский завод строительно-отделочных машин	Маковский завод «Пневмостроймашина»	Свердловский завод «Пневмостроймашина»

Таблица 2

Механизированный инструмент для ударно-вращательного бурения отверстий в бетоне и железобетоне

Техническая характеристика	Электроперфораторы					Пневмоперфораторы				
	ИЭ4712	ИЭ4709	ИЭ4710	ИЭ4708	ИЭ4707	ПР-12	ПР-20	ПР-25	ПР-27	ПР-30
Наибольший диаметр бурения, мм	12	16	26	32	40	28—32	32—40	36—40	36—40	40—46
Частота удара бойка, мин	1500	3000	1620	3000	900	1800	2000	2000	2000	1800
Энергия удара, Дж	2	2,5	4	10	25	25	34	49	54	64
Потребляемая мощность электродвигателем, Вт	400	650	450	570	1359	—	—	—	—	—
Напряжение, В	220	220	220	220	220	—	—	—	—	—
Частота тока, Гц	50	50	50	50	50	—	—	—	—	—
Рабочее давление воздуха, кгс/см^2	—	—	—	—	—	5	5	5	5	5
Удельный расход воздуха, м^3/мин	—	—	—	—	—	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Вес (без кабеля), кгс	4	7	7	15,5	29	12,5	20	25	27	30
Изготовитель	Даугавпилсский завод «Электроинструмент»					Ногинский опытный завод монтажных приспособлений	Ленинградский завод «Пневматика»			

Таблица 3

Режущий инструмент для вращательного и ударно-вращательного сверления и бурения в бетоне и железобетоне

Режущий инструмент			Завод- изготовитель
Наименование	Тип (шифр)	Диаметр, мм	
Сверла спиральные с коническим хвостовиком, оснащенные пластинками твердого сплава по ГОСТ 22735—77 и ГОСТ 22736—77	Исп. 1 Исп. 2	10—30	Завод «Фрезер», им. Калинина, Сестрорецкий инструментальный завод им. Воскова
Сверла спиральные цельные, твердосплавные с цилиндрическим и коническим хвостовиками по ГОСТ 17275--71, и, ГОСТ 17276—71	1—1в, 2б	10—12	Завод «Фрезер», им. Калинина, Сестрорецкий инструментальный завод им. Воскова
Сверла кольцевые твердосплавные по ГОСТ 17013—71	СК	16; 20; 25; 32; 40; 50; 75; 85	Оршанский инструментальный завод
Коронки долотчатые твердосплавные по ГОСТ 17014—71	КД	16; 18; 20; 22; 25	Каменец-Подольский завод им. Петровского

Режущий инструмент			Завод- изготовитель
Наименование	Тип (шифр)	Диаметр, мм	
Коронки крестовые по ГОСТ 17015—71	ККЦ-1 ККЦ-2	32; 36; 40 45; 52; 55; 60	То же
Резцы кольцевые по ГОСТ 13807—68	РК РД	20; 32 40; 50	»
Сверла кольцевые алмазные по ГОСТ 19527—74	СКА-1 СКА-2 СКА-3	20—40 40—60 60—85	г. Терек, Кабардино-Балкарский завод алмазного инструмента

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ЗАТЯЖКИ ФУНДАМЕНТНЫХ БОЛТОВ

Таблица 1

Ручной инструмент для затяжки фундаментных болтов

№ п.п.	Наименование и марка инструмента	Диапазон затягиваемых диаметров	Завод-изготовитель
1	Ключи зевные накидные, двусторонние, односторонние, комбинированные:		Пермский завод монтажных изделий и средств автоматизации
	по ГОСТ 2839—71	М16—М56	
	по ГОСТ 2841—71	М16—М56	
	по ГОСТ 3108—71	М64—М140	
	по ГОСТ 2906—71	М64—М140	
	по ГОСТ 16983—71	М16—М42	
2	Ключи коликовые монтажные (с открытым зевом), марки КК	М10—М24	Пермский завод монтажных изделий и средств автоматизации
3	Ключ-мультипликатор марки:		Пермский завод монтажных изделий и средств автоматизации
	КМ-70	М27—М36	
	КМ-130	М30—М42	
	КМ-200	М42—М56	
	КМ-400	М48—М64	
	КМ-600	М64—М76	
	КМ-800	М64—М100	
4	Ключи зевные с самоподжимающимися губками, марки СГД-916/4	М14—М24	Горьковский завод электромонтажных инструментов
5	Ключ трещоточный коликовый, с набором сменных головок, марки СГД-961/7	М14—М30	То же

Продолжение табл. 1

№ п.п.	Наименование и марка инструмента	Диапазон затягиваемых диаметров	Завод-изготовитель
6	Ключ трещоточный, с шарнирно-закрепленной рукояткой для болтов с удлиненной резьбовой частью КТ-42, 80, 100 и 140	М42—М140	Ногинский опытный завод монтажных приспособлений
7	Ключи специальные монтажные для гаек анкерных болтов типа КТ-22р, КТ-30р, КТ-36р	М22—М36	Ногинский опытный завод монтажных приспособлений

Таблица 2

Механизированный инструмент для затяжки фундаментных болтов

Техническая характеристика	Электрогайковерты							Пневмогайковерты		
	ИЭ3116	ИЭ3117	ИЭ3113	ИЭ3114А	ИЭ3118	ИЭ3115А	ИЭ3112	ИП3111	ИП3112	ИП3113
Наибольший диаметр затягиваемой резьбы болтов, мм	12	12	16	16	27	27	48	12	14	18
Наибольший момент затяжки, *кгс·м*	6,3	6,3	12,5	12,5	70	70	210	6,3	10	25
Потребляемая мощность электродвигателя, Вт	120	120	180	180	210	210	120	—	—	—
Напряжение, В	220	36	220	36	36	220	220	—	—	—
Частота тока, Гц	50	200	50	200	200	50	50	—	—	—
Рабочее давление воздуха, кгс/см^2	—	—	—	—	—	—	—	5	5	5
Удельный расход воздуха, м^3/мин	—	—	—	—	—	—	—	0,7	0,7	0,9
Вес (без кабеля), кгс	3,3	3,1	3,8	3,5	5,2	5,2	12,0	1,9	2,2	3
Изготовитель	Конаковский завод механизированного инструмента					Ростовский завод «Электроинструмент»	Выборгский завод «Электроинструмент»	Московский завод «Пневмостроймашина»		

Таблица 3

Инструмент для контроля затяжки фундаментных болтов

№ п.п.	Наименование и марка инструмента	Диапазон регулируемых крутящих моментов, кгс·м	Завод-изготовитель
1	Динамометрические ключи КД-60	1—60	Ногинский опытный завод монтажных приспособлений
2	Ключи предельные трещеточные:		
	КПТР-8	1—8	Ногинский опытный завод монтажных приспособлений
	КПТР-30	8—30	
	КПТР-60	30—60	
	КПТР-130	60—130	
3	Гидроключи в комплекте с передвижной насосной станцией (ГК-12)	До 1000	Минмонтажспецстрой

ЦНИИпромзданий
Госстроя СССР

ВНИИмонтажспецстрой
Минмонтажспецстроя

Руководство
по креплению технологического оборудования
фундаментными болтами

Редакция инструктивно-нормативной литературы
Зав. редакцией *Г. А. Жигачева*
Редактор *Л. Г. Бальян*
Технические редакторы *Ю. Л. Циханкова, Т. В. Кузнецова*
Корректор *Е. И. Кудрявцева*

Сдано в набор 29.03.79. Подписано в печать 31.10.79. Т-19519. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага типографская № 2. Гарнитура «Литературная». Печать высокая. Усл. печ. л. 3,78. Уч.-изд. л. 3,92. Тираж 37 000 экз. Изд. № XII—8297. Заказ № 2060. Цена 20 к.

Стройиздат
101442, Москва, Каляевская, 23а

Московская типография № 8 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
Хохловский пер., 7.

gost.e-ecolog.ru