ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

ГОССТРОЙ СССР

СНиП II-19-79

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА

Часть II

НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Заменен СН и П 2.02.05-87 с 01.07.88
пост № 242 от 16.10.87
БСТ 1-88 с. 11

Глава 19

Фундаменты машин с динамическими нагрузками

Москва 1980

gost.e-ecolog.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

1. **Общие положения** 3
Область распространения норм 3
Состав задания на проектирование фундаментов 3
Материалы фундаментов 4
Общие требования к проектированию фундаментов 4
Общие указания по расчету оснований и фундаментов 8
Особенности проектирования свайных фундаментов 11
Особенности проектирования фундаментов машин на вечномерзлых грунтах 12
2. **Фундаменты машин с вращающимися частями** 13
3. **Фундаменты машин с кривошипно-шатунными механизмами** 16
4. **Фундаменты кузнечных молотов** 18
5. **Фундаменты формовочных машин литейного производства** 20
6. **Фундаменты формовочных машин для производства сборного железобетона** 23
7. **Фундаменты оборудования копровых бойных площадок** 25
8. **Фундаменты дробилок** 26
9. **Фундаменты мельничных установок** 27
10. **Фундаменты прессов** 28
11. **Фундаменты прокатного оборудования** 30
12. **Фундаменты металлорежущих станков** 33
13. **Фундаменты вращающихся печей** 36

Приложение 1. Расчет колебаний фундаментов машин с периодическими нагрузками 38

Приложение 2. Расчет колебаний фундаментов машин с импульсными нагрузками 40

Приложение 3. Расчет колебаний фундаментов машин на случайные динамические нагрузки 41

Государственный комитет СССР
по делам строительства (Госстрой СССР)

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА

Часть II
Нормы проектирования

Глава 19
Фундаменты машин с динамическими нагрузками

СНиП II-19-79

Редакция инструктивно-нормативной литературы
Зав. редакцией *Г. А. Жигачева*
Редактор *Е. А. Волкова*
Мл. редактор *А. Н. Ненашева*
Технический редактор *Ю. Л. Циханкова*
Корректор *Г. Г. Морозовская*

Сдано в набор 30.04 80. Подписано в печать 20.11.80. Формат 84×108¹/₁₆. Бумага тип. № 2. Гарнитура «Литературная». Печать высокая. Усл. печ. л. 4,20. Уч.-изд. л. 4,66. Тираж 80 000 экз. Изд. № XII—8684. Заказ № 373 Цена 25 коп.

Стройиздат
101442, Москва, Каляевская, 23а

Владимирская типография «Союзполиграфпрома» при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА
(ГОССТРОЙ СССР)

СНиП II-19-79 СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА

Часть II НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Глава 19 Фундаменты машин с динамическими нагрузками

Утверждены
постановлением Государственного комитета
СССР по делам строительства
от 13 июля 1979 г. № 119

МОСКВА СТРОЙИЗДАТ 1980

УДК 624.159.11.04(083.75)

Глава СНиП II-19-79 «Фундаменты машин с динамическими нагрузками» разработана НИИОСП им. Н. М. Герсеванова Госстроя СССР с участием Донецкого Промстройниипроекта, института Ленинградский Промстройпроект, Харьковского Промстройниипроекта, ЦНИИпромзданий, ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко Госстроя СССР, ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева, института Теплоэлектропроект, Ленинградского отделения института Теплоэлектропроект Минэнерго СССР, Гипромеза Минчермета СССР, ДИСИ Минвуза Украинской ССР, Красноярского Промстройниипроекта Минтяжстроя СССР, института Фундаментпроект, Ленинградского отделения института Фундаментпроект Минмонтажспецстроя СССР и ЭНИМСа Минстанкопрома.

Редакторы: инж. *Л. Е. Темкин* (Госстрой СССР), доктора техн. наук *В. А. Ильичев* и *Д. Д. Баркан*, кандидаты техн. наук *О. Я. Шехтер* и *М. Н. Голубцова* (НИИОСП им. Н. М. Герсеванова Госстроя СССР), канд. техн. наук В. М. Пятецкий (Ленинградский Промстройпроект).

С $\frac{30213-312}{047(01)-80}$ Инструкт.-нормат., 1 вып. — 1.5—80. 3201000000

© Стройиздат, 1980

Государственный комитет СССР по делам строительства (Госстрой СССР)	Строительные нормы и правила	СНиП II-19-79
	Фундаменты машин с динамическими нагрузками	Взамен главы СНиП II-Б.7-70

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ НОРМ

1.1. Нормы настоящей главы должны соблюдаться при проектировании фундаментов машин с динамическими нагрузками, в том числе фундаментов машин с вращающимися частями, машин с кривошипно-шатунными механизмами, кузнечных молотов, формовочных машин для литейного производства, формовочных машин для производства сборного железобетона, копрового оборудования бойных площадок, дробильного оборудования, мельничных установок, прессового оборудования, прокатного оборудования, металлорежущих станков и вращающихся печей.

1.2. При наличии в проектируемом здании коммуникаций, примыкающих к фундаментам машин с динамическими нагрузками или проходящих вблизи них, а также при расположении вблизи фундаментов сосудов под давлением надлежит учитывать требования соответствующих нормативных документов по проектированию, устройству и эксплуатации этих коммуникаций, а при наличии трубопроводов, транспортирующих горючие, токсичные и сжиженные газы и жидкости, или сосудов под давлением — также требования соответствующих правил Госгортехнадзора СССР по устройству и безопасной эксплуатации таких трубопроводов и сосудов под давлением

1.3. Фундаменты машин с динамическими нагрузками, предназначенные для строительства в особых природно-климатических и технологических условиях, в том числе в районах Северной строительно-климатической зоны, на просадочных, набухающих, насыпных и заторфованных грунтах, в сейсмических районах, на подрабатываемых территориях, на геологически неустойчивых площадках (на которых имеются или могут возникнуть оползни, карсты, сели), на предприятиях с систематическим воздействием повышенных (более 50° С) технологических температур, агрессивных сред и в других особых условиях, надлежит проектировать с учетом требований, предъявляемых соответствующими нормативными документами к проектированию и строительству зданий и сооружений в этих условиях.

СОСТАВ ЗАДАНИЯ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНДАМЕНТОВ

1.4. Задание на проектирование фундаментов машин с динамическими нагрузками в дополнение к общим данным по оборудованию, предусмотренным Инструкцией по разработке проектов и смет для промышленного строительства, должно содержать:

а) техническую характеристику машин (наименование, тип, число оборотов в минуту, мощность, общий вес и вес движущихся частей, скорость ударяющих частей и т. п.);

б) данные о величинах, местах приложения и направлениях действия статических нагрузок, а также об амплитудах, частотах, фазах, местах приложения и направлениях действия динамических нагрузок, в том числе усилий, действующих на расчетные (силовые) фундаментные болты;

в) данные о предельно-допускаемых деформациях фундаментов и их оснований (осадка, крен, прогиб фундамента и его элементов, амплитуда колебаний и др.), если такие ограничения вызываются условиями технологии производства или работы машины (оборудования);

г) требования к условиям размещения машины (оборудования) на фундаментах: отдельные фундаменты под каждую машину

Внесены НИИОСП им. Н. М. Герсеванова Госстроя СССР	Утверждены постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 13 июля 1979 г. № 119	Срок введения в действие — 1 июля 1980 г.

(агрегат) или групповая их установка на общем фундаменте;

д) чертежи габаритов фундамента в пределах расположения машины, элементов ее крепления, а также вспомогательного оборудования и коммуникаций с указанием расположения и размеров выемок. каналов и отверстий (для фундаментных болтов, закладных труб и других деталей, необходимых для подвода электроэнергии, воды, пара, воздуха, смазки и т. п.), размеров подливки и пр., чертежи расположения фундаментных болтов с указанием их типа и диаметра, закладных деталей, обортовок и т. п.;

е) чертежи всех коммуникаций, примыкающих к фундаментам машин и проходящих через них;

ж) данные об инженерно-геологических условиях участка строительства и физико-механических свойствах грунтов основания на глубину сжимаемой толщи, определяемой в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию оснований зданий и сооружений;

з) данные о привязке проектируемого фундамента к конструкциям здания (сооружения), в частности к его фундаментам, данные об особенностях здания (сооружения), в том числе о виде и расположении имеющегося в нем оборудования и коммуникаций;

и) специальные требования к защите фундамента и его приямков от грунтовых вод, агрессивного воздействия смазочных материалов и воздействия высоких, а также низких (отрицательных) температур;

к) размеры и данные о расположении и материале футеровки участков фундамента, подверженных воздействию высоких температур;

л) данные об использовании машин по времени для фундаментов, строящихся на вечномерзлых грунтах основания.

Кроме перечисленных выше данных, включаемых в состав задания на проектирование, в соответствующих разделах настоящей главы приведены также дополнительные данные к заданию на проектирование, вытекающие из специфики каждого вида машин.

МАТЕРИАЛЫ ФУНДАМЕНТОВ

1.5. Фундаменты машин с динамическими нагрузками следует проектировать бетонными или железобетонными монолитными и сборно-монолитными, а при соответствующем обосновании — сборными.

Монолитные фундаменты допускается предусматривать под все виды машин с динамическими нагрузками, а сборно-монолитные (или сборные) — главным образом под машины периодического действия (с вращающимися частями, с кривошипно-шатунными механизмами и др.); устройство сборно-монолитных и сборных фундаментов под машины с ударными (импульсными) нагрузками, как правило, не допускается.

1.6. Проектная марка бетона по прочности на сжатие для монолитных и сборно-монолитных фундаментов должна быть не ниже М150, а для сборных — не ниже М 200. Для неармированных фундаментов станков допускается бетон марки М 100. В случае одновременного воздействия на фундамент динамической нагрузки и повышенных технологических температур марка бетона должна быть не ниже М 200.

Проектная марка бетона по морозостойкости должна быть не ниже Мрз 50, если по условиям, указанным в задании на проектирование, не предусмотрены более высокие требования к бетону по морозостойкости.

1.7. Арматурная сталь, а также фасонный, листовой и другие виды проката, применяемые для армирования фундаментов, для закладных и соединительных деталей, а также монтажных (подъемных) петель сборных элементов, должны назначаться в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию бетонных и железобетонных конструкций, а в части фасонного, листового и других видов проката—главы СНиП по проектированию стальных конструкций. При этом должны учитываться температурные и технологические условия эксплуатации и характер действующих нагрузок и воздействий.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ФУНДАМЕНТОВ

1.8. Фундаменты машин с динамическими нагрузками должны удовлетворять условиям прочности, устойчивости и экономичности, а также требованиям санитарных норм в части уровня предельно допустимых вибраций для обслуживающего персонала.

Колебания фундаментов не должны оказывать вредного влияния на технологические процессы, оборудование и приборы, расположенные на фундаменте или вне его, а также на находящиеся вблизи конструкции зданий и сооружений.

1.9. При составлении планов размещения оборудования машины с динамическими нагрузками следует располагать на максимально возможном расстоянии от объектов, чувствительных к вибрациям (зданий и помещений, оборудованных станками особо высокой точности или точной измерительной аппаратурой), а также от жилых и общественных зданий.

1.10. Фундаменты машин допускается проектировать отдельными под каждую машину (агрегат) или общими под несколько машин (агрегатов). Общие фундаменты под несколько машин следует проектировать в случаях, когда это позволяет наиболее удобно размещать машины и производить перестановку их в период эксплуатации, дает экономический эффект, а также уменьшает амплитуды колебаний фундаментов.

1.11. Фундаменты машин с динамическими нагрузками, как правило, должны отделяться от смежных фундаментов здания, сооружения и оборудования сквозным швом. Расстояния между боковыми гранями фундаментов машин и смежных фундаментов конструкций должны быть не менее 100 мм.

Примечание В отдельных случаях, указанных в соответствующих разделах настоящей главы, в виде исключения допускается соединение фундаментов машин с фундаментами здания или опирание на них конструкций здания.

1.12. Для уменьшения вибраций фундаментов машин с динамическими нагрузками рекомендуется (при технико-экономическом обосновании) предусматривать виброизоляцию, руководствуясь при этом требованиями соответствующих нормативных документов по проектированию виброизоляции.

1.13. При наличии в основании фундаментов машин слоев слабого грунта (заторфованного, илистого и т. п.) в проекте следует предусматривать мероприятия, направленные на уменьшение возможных недопускаемых деформаций основания, руководствуясь соответствующими требованиями, изложенными в главах СНиП по проектированию оснований зданий и сооружений и по проектированию свайных фундаментов. При этом выбор мероприятия, а следовательно, и вида основания и фундаментов (например, фундаментов на естественном или искусственно закрепленном основании, на свайных фундаментах с прорезкой слоев слабых грунтов и т п.) должен производиться по результатам технико-экономического сравнения вариантов с учетом конкретных условий строительства.

1.14. Устройство фундаментов машин с динамическими нагрузками, за исключением фундаментов турбоагрегатов мощностью более 25 тыс кВт, допускается на насыпных грунтах, если такие грунты не содержат гумуса, древесных опилок (стружек), органического мусора и других примесей, вызывающих неравномерные осадки грунта при сжатии. При этом основание из насыпных грунтов должно быть тщательно уплотнено (тяжелыми трамбовками, вибрированием или другими способами) и удовлетворять требованиям глав СНиП по проектированию оснований зданий и сооружений и по устройству оснований и фундаментов.

Примечание Фундаменты машин неимпульсного (неударного) действия с двигателями мощностью менее 500 кВт со средним давлением на грунт менее 0,7 кгс/см^2 допускается возводить на насыпных грунтах без искусственного уплотнения, если возраст насыпи из песчаных грунтов составляет не менее двух лет и из глинистых грунтов — не менее пяти лет.

1.15. Общий центр тяжести проектируемого фундамента машины и засыпки грунта на обрезах и выступах фундамента и центр тяжести площади подошвы фундамента, как правило, должны располагаться на одной вертикали. При этом величина эксцентриситета не должна превышать для грунтов с условным расчетным давлением $R_0 \leqslant 1{,}5$ кгс/см^2 3%, а для грунтов с условным расчетным давлением $R_0 > 1{,}5$ кгс/см^2 — 5% размера стороны подошвы фундаментов, в направлении которой происходит смещение центра тяжести. Величину R_0 следует определять в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию оснований зданий и сооружений, для фундаментов турбоагрегатов величина эксцентриситета не должна превышать 3% независимо от величины условного расчетного давления Для оснований, сложенных скальными грунтами, величина эксцентриситета не нормируется

1.16. Размеры и форму верхней части фундамента машины следует назначать в соответствии с результатами расчетов, выполняемых при проектировании фундаментов, с учетом требований, предъявленных заводом—поставщиком оборудования.

При этом необходимо предусматривать наиболее простые формы фундамента, а в случае применения сборно-монолитных или сборных фундаментов — учитывать также условия возможно бóльшей унификации и простоты конструкций сборных элементов фундаментов.

1.17. Подошву фундаментов машин следует предусматривать, как правило, прямоугольной формы в плане и располагать на одной отметке.

Примечание В неводонасыщенных грунтах в отдельных случаях при соответствующем обосновании допускается предусматривать уступы в подошве монолитных фундаментов под глубокими приямками или в местах примыкания таких фундаментов к фундаментам здания

1.18. Глубину заложения фундаментов машин следует назначать в зависимости от:

а) конструкции фундамента, глубины заложения расположенных рядом с фундаментом каналов, приямков, фундаментов зданий, установок и др.;

б) инженерно-геологических условий строительной площадки; в случае установки машин вне зданий на открытых площадках или в зданиях с неотапливаемыми помещениями надлежит учитывать глубину сезонного промерзания грунта в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию оснований зданий и сооружений.

1.19. Высоту фундаментов машин следует назначать минимальной по условиям размещения в них технологических выемок и шахт, а также надежной заделки фундаментных болтов с учетом следующих требований:

а) расстояние от нижних концов наиболее глубоко заделанных болтов до подошвы фундамента должно быть не менее 100 мм;

б) толщина нижней плиты монолитных фундаментов принимается в консольных частях по расчету в зависимости от вылета консоли, но не менее 0,4 м, под замкнутыми углублениями — не менее 0,2 м.

Если по местным грунтовым условиям или по условиям размещения фундамента глубина его заложения значительно превышает указанную минимальную высоту фундамента, рекомендуется в целях экономии бетона предусматривать устройство под фундаментом подушки из тщательно уплотненного песчаного или крупнообломочного грунта, или глинистого грунта при наличии просадочных грунтов.

1.20. Для крепления машин следует применять фундаментные болты:

глухие изогнутые и с анкерной плитой, устанавливаемые непосредственно в массив фундамента или в колодцы, заранее предусмотренные при бетонировании фундамента,

съемные, устанавливаемые в массив фундамента с изолирующей трубой;

глухие и съемные прямые и с коническим концом, устанавливаемые в готовые фундаменты в просверленные скважины.

Болты, устанавливаемые в просверленные скважины готовых фундаментов, предпочтительно должны применяться, когда это возможно по технологическим и монтажным условиям и удовлетворяет требованиям расчета прочности заделки.

При ударной нагрузке, а также при высоких уровнях динамической нагрузки, требующей установки болтов диаметром не менее 42 мм, следует применять съемные фундаментные болты с изолирующей трубой.

По согласованию с заводом—поставщиком машин допускается изменять указанные в задании на проектирование типы и диаметры болтов и уменьшать их длину до пределов, обоснованных расчетом по заданным нагрузкам, действующим на болты. Если нагрузки не могут быть точно определены, глубину заделки фундаментных болтов в бетон следует принимать равной 15 диаметрам болта — для болтов с анкерной плитой и 20 диаметрам — для болтов с отгибом, при этом длина болтов должна быть не более 1,5 м

Материал и установочные параметры фундаментных болтов (глубину заделки в бетон, минимальные расстояния между осями болтов и от оси болта до грани фундаментов) следует назначать в соответствии с требованиями нормативных документов и Государственных стандартов на фундаментные болты.

1.21. При назначении размеров верхней части фундамента с учетом габаритов, заданных заводом—поставщиком машин, расстояние от грани колодцев фундаментных болтов до наружной грани фундаментов следует принимать: для болтов диаметром до 24 мм включительно — не менее 50 мм и для болтов бо́льшего диаметра — не менее 100 мм.

В случае применения болтов с анкерными плитами расстояние от оси болта до края фундамента следует принимать равным не менее четырех диаметров болта При невозможности соблюдения этого условия между болтом и гранью фундамента следует предусматривать установку дополнительных арматурных сеток.

1.22. Армирование фундаментов, в том числе стыкование, анкеровку арматуры, следует предусматривать в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию бетонных и железобетонных конструкций с учетом следующих дополнительных требований.

а) для общего армирования монолитных фундаментов машин следует предусматривать применение сварных сеток и каркасов, а для армирования их отдельных элементов (участков фундаментов) — вязаную арматуру;

б) для армирования (в том числе косвенного) участков фундаментов, воспринимающих ударные нагрузки, применение сварных сеток и каркасов не допускается; в этих случаях должна применяться только вязаная горячекатаная стержневая арматура, как правило, периодического профиля

1.23. Армирование монолитных массивных и стенчатых фундаментов машин должно производиться по расчету в следующих случаях:

а) общее — когда фундамент рассматривается как балка или плита на упругом основании, а также при одновременном воздействии на фундамент динамических нагрузок и высоких температур;

б) местное — когда элементы фундамента загружены местной нагрузкой

В остальных случаях следует предусматривать конструктивное армирование (без расчета).

1.24. Конструктивное армирование монолитных массивных фундаментов машин неударного действия объемом 20 м³ и менее, как правило, следует предусматривать только в виде местного армирования, а таких же фундаментов объемом более 20 м³ и фундаментов машин ударного действия (независимо от их объема) — в виде местного и общего армирования.

Конструктивное армирование монолитных стенчатых фундаментов во всех случаях надлежит предусматривать как общим, так и местным.

1.25. Конструктивное местное армирование массивных и стенчатых фундаментов следует предусматривать в местах резкого изменения размеров сечений фундамента, а также по контуру вырезов с размерами сторон более 600 мм и в местах, значительно ослабленных отверстиями или выемками В качестве арматуры для местного армирования следует применять сетки из стержневой арматуры класса А-I или А-II диаметром 10—12 мм, расположенных с шагом в обоих направлениях 200 мм

1.26. Конструктивное общее армирование массивных и стенчатых фундаментов следует предусматривать в виде горизонтальных сеток, укладываемых по подошве фундамента и у его верхней грани, а для стенчатых фундаментов, кроме того, в виде вертикальных сеток, устанавливаемых по боковым граням стен Противоположные сетки арматуры стен следует соединять между собой стержнями (шпильками), устанавливаемыми в шахматном порядке через 3—4 стержня сеток.

В местах сопряжения стен с верхней горизонтальной плитой (или рамой) следует предусматривать установку дополнительной вертикальной арматуры с площадью сечения, равной 50% площади сечения основной арматуры; стержни дополнительной арматуры следует заводить в тело плиты (рамы) и стены на глубину заделки стержней основной арматуры.

Глубину заделки концов вертикальных стержней арматуры стен в верхнюю горизонтальную плиту (раму) и нижнюю фундаментную плиту назначают не менее установленной для заделки концов растянутых стержней арматуры.

Площадь сечения арматуры верхней железобетонной плиты (или рамы) следует определять по расчету в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию бетонных и железобетонных конструкций Кроме того, в верхней горизонтальной раме, а также в обвязочных балках должна быть предусмотрена арматура, устанавливаемая по боковым вертикальным граням.

Для общего армирования следует применять сетки из стержневой арматуры класса А-I или А-II. Количество сеток, расстояния между стержнями и их диаметры для фундаментов различных типов машин приведены в соответствующих разделах настоящей главы

1.27. Армирование рамных монолитных, сборно-монолитных и сборных фундаментов должно производиться в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию бетонных и железобетонных конструкций с учетом следующих дополнительных указаний

а) арматура всех балок, ригелей и колонн должна иметь замкнутые хомуты или стержни, приваренные по периметру поперечного сечения конструкции;

б) колонны во всех случаях следует армировать симметричной арматурой; при этом расстояния между продольными стержнями должны составлять не более 300 мм и каждые 3—5 стержней должны охватываться хомутами или шпильками;

в) по наружным боковым граням балок и ригелей промежуточные стержни следует устанавливать не реже, чем через 300 мм по высоте сечения, диаметры этой стержневой арма-

туры класса А-I или А-II принимают 16—18 мм для элементов верхнего строения и 10—12 мм для элементов нижнего ростверка,

г) заделку рабочей арматуры ригелей и балок в колонны следует предусматривать как для жестких рамных узлов;

д) независимо от требования расчета во всех отверстиях в элементах фундамента при размерах стороны отверстий более 300 мм надлежит предусматривать окаймляющую противоусадочную стержневую арматуру диаметром 10—12 мм класса А-I или А-II, расположенную соответственно через 150—200 мм, с запуском концов стержней в тело бетона на длину, принимаемую в соответствии с требованиями главы СНиП, указанной в настоящем пункте;

е) в монолитных фундаментах арматуру колонн при толщине нижней плиты до 1 м доводят до низа последней; при большей толщине плиты арматуру колонн следует заводить в плиту на глубину анкеровки в соответствии с требованиями главы СНиП, указанной в настоящем пункте.

1.28. Стыки элементов сборно-монолитных и сборных конструкций рамных фундаментов должны устраиваться в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию бетонных и железобетонных конструкций с учетом следующих дополнительных указаний:

а) стыки сборных элементов следует располагать в узлах рам;

б) стыкование элементов следует, как правило, предусматривать в виде свариваемых между собой выпусков арматуры с последующим замоноличиванием узлов.

1.29. Толщину защитного слоя бетона следует принимать в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию бетонных и железобетонных конструкций. При этом для арматуры, устанавливаемой на участках фундаментов, воспринимающих ударную нагрузку, защитный слой следует принимать во всех случаях не менее 30 мм.

1.30. Температурно-усадочные швы надлежит устраивать в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию бетонных и железобетонных конструкций, при этом швы следует располагать таким образом, чтобы на отдельных участках фундамента в пределах между швами располагалось оборудование, не связанное жестко между собой.

Для уменьшения усадочных деформаций допускается устраивать временные усадочные швы шириной 0,7—1,2 м. С обеих сторон шва следует предусматривать выпуски верхней и нижней арматуры, которую сваривают между собой спустя 20—30 дней после бетонирования. Сварные соединения должны быть равнопрочны соединенным стержням. Заполнение временных усадочных швов следует предусматривать бетоном той же проектной марки, что и бетон фундамента При отсутствии арматуры в месте расположения временного усадочного шва в проекте должна быть предусмотрена установка выпусков из стержней диаметром 20 мм класса А-II с шагом 200 мм в один ряд с последующей их сваркой и замоноличиванием

При ограничении прогиба фундамента по технологическим требованиям вместо температурно-усадочных швов следует предусматривать противоусадочные мероприятия при укладке бетона и противоусадочное армирование. В этом случае устройство временных усадочных швов допускается только в виде исключения.

1.31. Гидроизоляцию фундаментов или дренаж следует проектировать с учетом требований соответствующих нормативных документов. Внутри приямков следует предусматривать днище с уклоном и зумпфы, позволяющие производить при необходимости откачку воды.

Для фундаментов или их отдельных участков, подвергаемых воздействию агрессивных грунтовых (или производственных) вод, а также технических масел или других агрессивных по отношению к бетону жидкостей, должны быть предусмотрены меры по их защите в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию антикоррозионной защиты строительных конструкций.

1.32. Примыкающие к фундаменту паро- и воздухопроводы должны быть изолированы таким образом, чтобы температура на поверхности изоляции не превышала 50° С. Между поверхностью изоляции и телом фундамента должен быть оставлен воздушный просвет не менее 50 мм.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАСЧЕТУ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ

1.33. В настоящем подразделе содержатся только общие специфические указания по расчету оснований и фундаментов машин, вытекающие из особенностей эксплуатационных воздействий машин.

Эти указания являются дополнительными к общепринятым требованиям по расчету оснований зданий и сооружений, а также по расчету элементов бетонных и железобетонных конструкций, регламентируемым соответствующими главами СНиП

Расчет фундаментов машин должен производиться, как правило, с помощью ЭВМ по разработанным для этой цели типовым программам.

1.34. Расчет фундаментов машин и их оснований состоит из:

а) определения амплитуд колебаний фундаментов A или отдельных их элементов;

б) проверки среднего статического давления на грунт $p_{ср}$ для фундаментов на естественном основании и несущей способности основания для свайных фундаментов,

в) расчета прочности элементов конструкций фундамента

1.35. Амплитуды вынужденных и свободных колебаний фундамента или отдельных его элементов следует определять для различных типов машин согласно требованиям соответствующих разделов настоящей главы; при этом расчетную статическую и динамическую нагрузки следует определять как произведение величины нормативной нагрузки, принимаемой по указаниям соответствующих разделов настоящей главы, и коэффициента перегрузки $n=1$.

Амплитуды колебаний фундамента должны удовлетворять условию

$$A \leqslant A_д, \qquad (1)$$

где A — наибольшая амплитуда колебаний фундамента, определяемая расчетом;

$A_д$ — максимальная предельно допускаемая амплитуда колебаний фундамента, принимаемая, как правило, по данным соответствующих разделов настоящей главы, допускается величину $A_д$ уточнять в соответствии с заданием на проектирование

При расчете колебаний фундаментов машин допускается

а) рассматривать основание как упруговязкое линейно-деформируемое, свойства которого определяются коэффициентами упругого равномерного и неравномерного сжатия, упругого равномерного и неравномерного сдвига и коэффициентами, характеризующими демпфирование;

б) не учитывать эксцентриситет в распределении масс фундамента, если он не превышает величин, указанных в п 1 15 настоящей главы.

1.36. Среднее статическое давление на основание фундамента $p_{ср}$ должно удовлетворять условию

$$p_{ср} \leqslant m_0 m_1 R, \qquad (2)$$

где $p_{ср}$ — среднее давление на основание под подошвой фундамента от расчетных статических нагрузок при коэффициенте перегрузки $n=1$;

m_0 — коэффициент условий работы, учитывающий характер динамических нагрузок и ответственность машин,

m_1 — коэффициент условий работы грунтов основания, учитывающий возможность возникновения длительных деформаций при действии динамических нагрузок, численные значения коэффициентов m_0 и m_1 приведены в соответствующих разделах настоящей главы,

R — расчетное давление на основание, определяемое в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию оснований зданий и сооружений

1.37. Расчет прочности элементов конструкций фундамента следует производить в случаях, предусмотренных в соответствующих разделах настоящей главы, руководствуясь требованиями главы СНиП по проектированию бетонных и железобетонных конструкций.

При этом в качестве расчетных нагрузок следует принимать:

а) статические нагрузки, в число которых входят вес фундамента, засыпки грунта, вес машины и вес вспомогательного оборудования, определяемые как произведение нормативных значений нагрузок и коэффициента перегрузки n, принимаемого в соответствии с требованиями главы СНиП по нагрузкам и воздействиям;

б) нагрузки, заменяющие динамическое воздействие движущихся частей машины или представляющие какой-либо особый вид силового воздействия (например, тягу вакуума, момент короткого замыкания и т. п.), определяемые по формуле (3).

1.38. Расчетную динамическую нагрузку $P_д$ следует определять по формуле

$$P_д = n\eta P^н, \qquad (3)$$

где n и η — коэффициенты соответственно перегрузки и динамичности, принимаемые для каждого типа машин по соответствующим разделам настоящей главы,

$P^н$ — нормативное значение динамической нагрузки, соответствующее нормальному эксплуатационному режиму работы машины и принимаемое по соответствующим разделам настоящей главы

При расчете прочности элементов конструкций фундаментов допускается производить динамический расчет усилий от расчетных динамических нагрузок, определяемых по формуле (3) настоящей главы, принимая в ней коэффициент динамичности $\eta=1$.

1.39. При проектировании фундаментов машин с динамическими нагрузками для строительства в сейсмических районах расчет проч-

ности элементов массивных фундаментов следует производить без учета сейсмических воздействий

При расчете рамных и стенчатых фундаментов на сейсмические воздействия в особое сочетание нагрузок не включаются динамические нагрузки, создаваемые машинами.

1.40. Расчет прочности нижних фундаментных плит или лент следует производить исходя из линейного распределения реакций грунта по опорной площади, равномерной — в случае нагрузки, симметричной относительно середины плиты (ленты), и трапецеидальной — в случае эксцентричной нагрузки.

Нагрузки от колонн или стен следует принимать соответственно сосредоточенными в точках или распределенными по линиям пересечения плит со срединными плоскостями стен.

1.41. Основную упругую характеристику естественных оснований фундаментов машин — коэффициент упругого равномерного сжатия C_z, тс/м^3, следует определять, как правило, по результатам испытаний.

При отсутствии экспериментальных данных значение C_z для фундаментов с площадью подошвы F не более 200 м^2 допускается определять по формуле

$$C_z = b_0 E \left(1 + \sqrt{\frac{F_0}{F}}\right), \qquad (4)$$

где b_0 — коэффициент, м$^{-1}$, принимаемый равным для песков 1, для супесей и суглинков 1,2, для глин и крупнообломочных грунтов 1,5,
E — модуль деформации грунта, тс/м^2, определяемый в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию оснований зданий и сооружений,
F — площадь подошвы фундамента, м^2,
$F_0 = 10$ м^2.

Для фундаментов с площадью подошвы F, превышающей 200 м^2, значение коэффициента C_z принимается как для фундаментов с площадью подошвы $F = 200$ м^2.

1.42. Коэффициенты упругого неравномерного сжатия C_φ, тс/м^3, упругого равномерного сдвига C_x, тс/м^3, и упругого неравномерного сдвига C_ψ, тс/м^3, принимаются равными:

$$C_\varphi = 2C_z; \qquad (5)$$

$$C_x = 0{,}7\,C_z; \qquad (6)$$

$$C_\psi = C_z. \qquad (7)$$

1.43. Коэффициенты жесткости для естественных оснований K_z, K_φ, K_x и K_ψ определяются по формулам:

а) при упругом равномерном сжатии — K_z, тс/м,

$$K_z = C_z F; \qquad (8)$$

б) при упругом неравномерном сжатии (повороте подошвы фундамента относительно горизонтальной оси, проходящей через центр тяжести подошвы фундамента перпендикулярно плоскости колебаний) — K_φ, тс·м,

$$K_\varphi = C_\varphi J; \qquad (9)$$

в) при упругом равномерном сдвиге — K_x, тс/м,

$$K_x = C_x F; \qquad (10)$$

г) при упругом неравномерном сдвиге (повороте подошвы фундамента относительно вертикальной оси, проходящей через центр тяжести подошвы фундамента) — K_ψ, тс·м,

$$K_\psi = C_\psi J_\psi, \qquad (11)$$

где F — площадь подошвы фундамента, м^2;
J, J_ψ — соответственно момент инерции подошвы фундамента относительно горизонтальной и вертикальной осей фундамента, м^4.

1.44. Демпфирующие свойства основания должны учитываться коэффициентами относительного демпфирования ξ (доля критического затухания колебаний), определяемыми, как правило, по результатам испытаний.

При отсутствии экспериментальных данных значение коэффициента относительного демпфирования для вертикальных колебаний ξ_z допускается определять по формулам:

а) для установившихся (гармонических) колебаний

$$\xi_z = \frac{0{,}7}{\sqrt{p_{ср}}}; \qquad (12)$$

б) для неустановившихся (импульсных) колебаний

$$\xi_z = 2\sqrt{\frac{E}{C_z\, p_{ср}}}, \qquad (13)$$

где $p_{ср}$ — то же, что в п 1 36 настоящей главы, тс/м^2,
E, C_z — то же, что в п 1 41 настоящей главы

1.45. Значения коэффициентов относительного демпфирования для горизонтальных колебаний ξ_x и вращательных колебаний относительно горизонтальной ξ_φ и вертикальной ξ_ψ осей принимаются равными:

$$\xi_x = 0{,}6\,\xi_z; \qquad (14)$$

$$\xi_\varphi = 0{,}5\,\xi_z; \qquad (15)$$

$$\xi_\psi = 0{,}3\xi_z \qquad (16)$$

или, если из опытов известны модули затухания колебаний Φ, с, — по формуле

$$\xi_{z,x,\varphi,\psi} = \frac{\Phi_{z,x,\varphi,\psi}\,\lambda_{z,x,\varphi,\psi}}{2}, \qquad (17)$$

где λ_z, λ_x, λ_φ, λ_ψ — круговые частоты колебаний, определяемые по соответствующим разделам настоящей главы

1.46. При групповой установке j однотипных машин на общем фундаменте, где $j \geqslant 2$, значения амплитуд колебаний A фундамента следует определять по формуле

$$A = k\sqrt{\sum_{i=1}^{j} A_i^2}, \qquad (18)$$

где k — коэффициент, принимаемый для машин с синхронными двигателями равным 1,5, для машин с асинхронными двигателями и молотов 0,7,

A_i — амплитуда колебаний фундамента при работе i-той машины

При групповой установке различного типа машин на общем фундаменте амплитуду колебаний фундамента следует определять как сумму амплитуд колебаний, вызываемых работой каждой из машин

Расчетные амплитуды должны удовлетворять условию (1).

При установке машин на отдельно стоящих фундаментах амплитуду колебаний каждого фундамента следует определять с учетом колебаний, распространяющихся в грунте при работе машин, установленных на других фундаментах. При этом максимальные предельно допускаемые амплитуды колебаний фундаментов $A_д$ следует принимать на 30% более значений допускаемых амплитуд, приведенных в соответствующих разделах.

1.47. Расчет амплитуд вертикальных (горизонтальных) колебаний грунта соответственно при вертикальных (горизонтальных) вибрациях фундамента машин следует производить по формуле

$$A = A_0\left\{\frac{1}{\delta\left[1+(\delta-1)^2\right]} + \frac{\delta^2-1}{(\delta^2+1)\sqrt{3\delta}}\right\}, \qquad (19)$$

где A — амплитуда вертикальных (горизонтальных) колебаний грунта на поверхности в точке, расположенной на расстоянии r от оси фундамента, т е источника волн в грунте,

A_0 — амплитуда свободных или вынужденных вертикальных (горизонтальных) колебаний фундамента, т е. источника волн в грунте, определяемая для различных видов машин по указаниям соответствующих разделов настоящей главы,

r_0 — приведенный радиус подошвы фундамента, м, равный $\sqrt{\frac{F}{\pi}}$; $\delta = \frac{r}{r_0}$;

F — то же, что в п 1 41 настоящей главы.

Частоту волн, распространяющихся в грунте, следует принимать равной частоте колебаний фундамента машины.

Примечание В целях уточнения амплитуд колебаний, распространяющихся в грунте, допускается производить прогнозирование колебаний грунта на основе специальных экспериментальных исследований

1.48. При проектировании фундаментов зданий и сооружений, чувствительных к неравномерным осадкам и воспринимающих динамические нагрузки, передаваемые машинами через строительные конструкции или грунт, среднее статическое давление на основание этих фундаментов должно удовлетворять условию

$$p_{ср} \leqslant m_1 R, \qquad (20)$$

где m_1 и R — то же, что в п. 1 36 настоящей главы

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

1.49. Свайные фундаменты машин следует применять, если.

а) при проектировании фундаментов на естественном основании не удовлетворяются условия (1) или (2) пп. 1.35 и 1 36 настоящей главы;

б) строительная площадка сложена сильно и неравномерно сжимаемыми грунтами (см. п. 1.13), использование которых в качестве естественного основания может привести к недопустимым осадкам и перекосам фундамента;

в) стесненность площадки не позволяет разместить фундамент на естественном основании.

1.50. Для фундаментов машин с периодическими нагрузками возможно применение свай любых видов, предусмотренных главой СНиП по проектированию свайных фундаментов; для фундаментов машин ударного действия следует применять только железобетонные сваи сплошного сечения

Расстояние между центрами свай в свайных фундаментах из висячих свай следует, как правило, принимать не менее $5d$ и не более $10d$ (где d — диаметр или меньший размер стороны поперечного сечения свай).

1.51. В свайных фундаментах машин расчет несущей способности свай из условия сопротивления грунта основания следует производить на действие расчетных статических нагрузок в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию свайных фундамен-

тов с учетом дополнительных коэффициентов условий работы $m_{св}$, принимаемых равными для висячих свай 0,8, для свай-стоек —1, и коэффициентов условий работы грунтов основания $m_{1св}$, принимаемых равными 0,7 при прорезании висячими сваями рыхлых песков любой крупности и влажности, мелких и пылеватых водонасыщенных песков и глинистых грунтов с показателем консистенции $I_L > 0{,}6$. В случае опирания висячих свай на такие грунты несущую способность свай следует определять по результатам испытаний динамической нагрузкой Для всех остальных видов и состояний грунтов, а также для свай-стоек $m_{1св} = 1$

1.52. Расчет свайных фундаментов машин на колебания следует производить по тем же формулам, что и для фундаментов на естественном основании, при введении вместо значений характеристик масс и жесткостей $m_п$, θ, θ_0, K_z, K_φ соответствующих им приведенных значений $m_{пр}$, $\theta_{пр}$, $\theta_{0\,пр}$, $K_{z\,пр}$, $K_{\varphi\,пр}$

а) для вертикальных колебаний свайных фундаментов

$$m_{пр} = m_р + \beta^* \sum_{i=1}^{n} m_{iсв}; \qquad (21)$$

$$K_{zпр} = nE_б d^2 \bar{\beta} \frac{\bar{\beta}\,\mathrm{th}\,\bar{\beta}l + \alpha}{\bar{\beta} + \alpha\,\mathrm{th}\,\bar{\beta}l}; \qquad (22)$$

$$\bar{\beta} = \frac{k_1}{\sqrt{E_б d}}; \quad \alpha = \frac{C_z^*}{E_б}, \qquad (23)$$

где $m_р$ — общая масса ростверка с установленной на нем машиной, тс·с^2/м,
$m_{iсв}$ — масса i-той сваи, тс·с^2/м;
n — число свай,

β^*—коэффициент, принимаемый равным $k_2\left(0{,}2+0{,}8\,\mathrm{th}\,\frac{6}{l}\right)$;

th — тангенс гиперболический,
C_z^* — коэффициент упругого равномерного сжатия грунта на уровне нижних концов свай, тс/м^3, определяемый по формуле (4), в которой площадь подошвы фундамента F принимается равной площади поперечного сечения сваи, а значение коэффициента b_0 для забивных свай удваивается,
$E_б$ — начальный модуль упругости бетона, тс/м^2, принимаемый в соответствии с главой СНиП по проектированию бетонных и железобетонных конструкций,
l — длина свай, м,
d — сторона поперечного сечения сваи, м,
k_1 — коэффициент, учитывающий упругое сопротивление грунта по боковой поверхности сваи, принимаемый равным 10^2 тс$^{1/2}$ м$^{-3/2}$,
k_2 — коэффициент, учитывающий влияние свойств прорезаемого грунта на приведенную массу свайного фундамента, принимаемый равным 2.

б) для горизонтально-вращательных колебаний свайных фундаментов $m_{пр}$ принимается равной $m_р$;

$$\theta_{пр} = \theta_р + \beta^* \sum_{i=1}^{n} m_{iсв}\, r_i^2; \qquad (24)$$

$$\theta_{опр} = \theta_{пр} + h_0^2 m_р; \qquad (25)$$

$$K_{\varphi пр} = \frac{K_{zпр}}{n} \sum_{i=1}^{n} r_i^2, \qquad (26)$$

где $\theta_р$ — момент инерции массы ростверка и машины относительно горизонтальной оси, проходящей через их общий центр тяжести перпендикулярно плоскости колебаний, тс м с^2,
h_0 — расстояние от центра тяжести массы $m_р$ до подошвы ростверка, м;
r_i — расстояние от оси i-той сваи до оси поворота подошвы фундамента, м,
$K_{zпр}$ — приведенный коэффициент жесткости свайного фундамента, тс/м, определяемый по формуле (22),

β^*, $m_р$, $m_{i\,св}$, n — те же, что и в формулах (21) — (23).

Коэффициенты жесткости при упругом равномерном и неравномерном сдвиге свайного фундамента K_x, тс/м, и K_ψ, тс·м, следует принимать такими же, как и для фундаментов на естественном основании, считая площадь фундамента и момент инерции его подошвы такими же, как для ростверка

1.53. Значения коэффициентов относительного демпфирования ξ_z для свайного фундамента следует принимать равными 0,2 для установившихся колебаний и 0,6 — для неустановившихся колебаний Значения коэффициентов относительного демпфирования ξ_x, ξ_φ, ξ_ψ определяются по формулам (14)—(16) настоящей главы СНиП

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФУНДАМЕНТОВ МАШИН НА ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

1.54. Фундаменты машин с динамическими нагрузками, возводимые на вечномерзлых грунтах, следует проектировать в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию оснований и фундаментов на вечномерзлых грунтах и дополнительными требованиями, изложенными в пп. 1.55—1.59 настоящей главы

1.55. Несущую способность оснований фундаментов машин на вечномерзлых грунтах, используемых в качестве оснований по принципу I, следует определять в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию оснований и фундаментов на вечномер-

Таблица 1

Коэффициент использования машин по времени	Коэффициент условий работы основания $m_д$ из вечномерзлых грунтов, используемых по принципу I
Менее 0,5	0,8
От 0,5 до 0,7	0,7
Свыше 0,7	0,5

злых грунтах с учетом дополнительного коэффициента условий работы $m_д$, принимаемого по табл 1.

1.56. Среднее статическое давление $p_{ср}$ на естественное основание и несущую способность оснований свайных фундаментов машин с динамическими нагрузками на вечномерзлых грунтах, используемых по принципу II, следует определять согласно требованиям соответственно п. 1 36 и п. 1.51 настоящей главы.

1.57. Расчет вертикальных и горизонтальных колебаний массивных и стенчатых фундаментов и вертикальных колебаний рамных фундаментов на естественном основании, а также вертикальных колебаний свайных фундаментов машин с вращающимися частями, с кривошипно-шатунными механизмами, дробильных и мельничных установок, возводимых на твердомерзлых грунтах, используемых по принципу I, производить не следует.

Расчет горизонтальных колебаний рамных фундаментов указанных типов машин в этих условиях следует производить в соответствии с указаниями прил. 1 и 3 настоящей главы.

1.58. Расчет вертикальных колебаний фундаментов (в том числе свайных) машин с импульсными нагрузками в твердомерзлых грунтах, используемых по принципу I, а также фундаментов машин всех типов в пластичномерзлых грунтах следует производить, как на немерзлых грунтах в соответствии с требованиями, изложенными в разделах настоящей главы для разных типов машин; при этом коэффициенты жесткости оснований фундаментов следует определять по данным результатов полевых испытаний грунтов.

1.59. Расчет амплитуд горизонтальных колебаний свайных фундаментов машин с периодическими и случайными динамическими нагрузками, возводимых на твердомерзлых грунтах, используемых по принципу I, следует производить в соответствии с указаниями прил 1 и 3 настоящей главы. При этом коэффициенты жесткости конструкции фундамента S_x и S_φ следует определять по формулам:

$$S_x = \sum_{i=1}^{n} S_i'; \qquad (27)$$

$$S_\varphi = \sum_{i=1}^{n} S_i' e_i^2, \qquad (28)$$

где $S_i' = \dfrac{12E_б J_i}{h_i^3}$ — коэффициент жесткости i-той сваи с жесткой заделкой в ростверк в горизонтальном направлении, тс/м;

J_i — момент инерции площади поперечного сечения i-той сваи, м^4;

$h_i = l_0 + H + 3d$ — расчетная длина сваи, м;

H — величина, изменяющаяся в пределах $0 \leqslant H \leqslant H_т$, принимаемая для наиболее неблагоприятного случая при расчете на колебания;

l_0 и $H_т$ — соответственно расстояние от нижней грани плиты фундамента до поверхности грунта, м, и толщина сезонноотаивающего слоя, м, определяемая в соответствии с указаниями главы СНиП по проектированию оснований и фундаментов на вечномерзлых грунтах;

d — диаметр или сторона поперечного сечения сваи в направлении действия динамической нагрузки, м;

e_i — расстояние от центра тяжести ростверка до i-той сваи, м;

$E_б$, n — то же, что в п. 1.52 настоящей главы.

1.60. Расчет колебаний фундаментов машин, возводимых на вечномерзлых грунтах, используемых по принципу II, следует производить, как на немерзлых грунтах в соответствии с требованиями, изложенными в разделах настоящей главы для разных типов машин.

2. ФУНДАМЕНТЫ МАШИН С ВРАЩАЮЩИМИСЯ ЧАСТЯМИ

2.1. Требования настоящего раздела распространяются на проектирование фундаментов следующих видов машин:

а) турбомашин (турбоагрегатов мощностью до 135 тыс кВт, турбокомпрессоров, турбовоздуходувок, турбонасосов);

б) электрических машин (мотор-генераторов и синхронных компенсаторов);

в) центрифуг;

г) центробежных насосов мощностью более 50 кВт;

д) дымососов и вентиляторов, устанавливаемых на отдельных фундаментах.

2.2. В состав задания на проектирование фундаментов машин, указанных в п. 2.1 настоящей главы, кроме материалов, перечисленных в п. 1.4 настоящей главы, должны входить:

а) схема действующих на фундамент нормативных статических нагрузок от неподвижных и вращающихся частей машины (каждого ротора машины) с указанием величин нагрузок и координат точек их приложения;

б) данные о нормативных значениях нагрузок от момента короткого замыкания генератора и от тяги вакуума в конденсаторе и координаты точек их приложения;

в) схемы расположения и нормативные нагрузки от вспомогательного оборудования (масло- и воздухоохладителей, масляных баков, насосов, трубопроводов и др.);

г) схемы площадок, опирающихся на фундамент, и данные о величинах нормативных нагрузок от них;

д) данные для определения нормативных монтажных нагрузок;

е) схемы расположения горячих трубопроводов и данные о температуре наружной поверхности их изоляции.

Примечание. Для проектирования фундаментов турбоагрегатов мощностью более 25 тыс. кВт данные об инженерно-геологических условиях участка строительства и физико-механических свойствах грунтов (см. п. 1.4 «ж» настоящей главы) должны устанавливаться по результатам инженерных изысканий, выполняемых по заданию организации, разрабатывающей проект фундамента, в котором должны быть указаны количество и глубина разведочных выработок. При этом особое внимание должно быть уделено непосредственному определению следующих показателей физико-механических свойств грунтов: коэффициента пористости, показателя консистенции и коэффициента фильтрации глинистых грунтов, модуля деформации.

2.3. Фундаменты машин с вращающимися частями следует проектировать:

а) рамными, состоящими из ряда поперечных рам, опирающихся на нижнюю плиту или ростверк и связанных поверху продольными балками; вместо продольных балок и поперечных ригелей рам допускается устраивать плиту;

б) стенчатыми в виде поперечных или продольных стен, опирающихся на нижнюю плиту и связанных между собой поверху ригелями или плитой;

в) массивными.

2.4. При установлении конструктивной схемы рамного фундамента следует предусматривать наиболее возможное упрощение ее, в связи с чем необходимо:

а) соблюдать симметрию фундамента относительно вертикальной плоскости, совпадающей с осью вала машины (как в отношении общей геометрической схемы, так и по форме элементов);

б) располагать ригели поперечных рам симметрично по отношению к осям колонн;

в) как правило, не допускать эксцентричного нагружения ригелей и балок, сводя до минимума величину крутящих моментов относительно их осей;

г) проектировать верх фундамента без уступов по высоте;

д) проектировать колонны связанными с поперечными ригелями;

е) назначать вылеты всех консолей минимально возможных размеров, причем высоту опорного сечения консоли принимать не менее 0,75 ее вылета;

ж) уменьшать количество выемок, гнезд и скосов.

2.5. Элементы рамных фундаментов следует проектировать, как правило, прямоугольного или таврового сечения.

2.6. Стенчатые фундаменты следует проектировать преимущественно с поперечными стенами, расположенными под подшипниками машины, имеющими необходимые отверстия для пропуска коммуникаций и размещения вспомогательного оборудования.

2.7. Элементы верхнего строения фундамента должны быть связаны между собой и с нижней плитой (или с ростверком) жесткими рамными узлами, что должно быть обеспечено соответствующим армированием узлов сопряжений.

2.8. Толщину нижней фундаментной плиты (или ростверка) надлежит предусматривать не менее рабочей высоты сечения колонн поперечных рам (для фундаментов рамного типа) или не менее толщины стен (для стенчатых фундаментов).

2.9. Армирование фундаментов должно производиться в соответствии с требованиями пп. 1.22—1.27 настоящей главы. Для общего армирования массивных и стенчатых фундаментов следует применять сетки из стержней диаметром 12—16 мм с шагом в обоих направлениях соответственно 200—300 мм.

2.10. На нижние плиты (или ростверки) фундаментов машин, перечисленных в п. 2.1 настоящей главы, допускается опирать колонны обслуживающих площадок и перекрытия над подвалом.

В случае устройства под всем машинным залом общей фундаментной плиты допускается непосредственно на этой плите возводить рамные фундаменты машин.

Элементы верхнего строения фундаментов не допускается связывать с элементами и конструкциями здания.

Примечание. В виде исключения на элементы верхнего строения фундаментов машин допускается опирать вкладные участки перекрытия и площадки для об-

служивания машин. В этом случае под опоры балок перекрытия и площадок необходимо предусматривать прокладку из нескольких слоев рубероида, фторопласта и других подобных изолирующих материалов.

2.11. При проверке по формуле (2) среднего статического давления $p_{ср}$ на основание фундамента машины с вращающимися частями следует принимать значение коэффициента условий работы $m_0=0{,}8$, а коэффициента условий работы грунтов основания m_1 для мелких и пылеватых водонасыщенных песков и глинистых грунтов текучей консистенции 0,7, для всех остальных видов и состояний грунтов 1.

2.12. Расчет прочности элементов конструкций рамных фундаментов следует производить на действие статических и динамических расчетных нагрузок в соответствии с указаниями пп. 1.37 и 1.38 настоящей главы.

2.13. При вычислении расчетной динамической нагрузки $P_д$ по формуле (3) величину коэффициента перегрузки n следует принимать $n=4$ для всех машин, кроме машин, у которых имеются также возвратно-поступательно-движущиеся массы; для последних следует принимать $n=1{,}3$.

2.14. Величину коэффициента динамичности η в формуле (3) для рамных фундаментов всех машин, указанных в п. 2.1 настоящей главы, следует принимать по табл. 2.

Таблица 2

Число оборотов машины $n_{об}$ в 1 мин	Коэффициент динамичности η для нагрузок	
	вертикальных	горизонтальных
Свыше 1500	10	2
От 1500 до 500	6	2
Менее 500	3	2

Примечание: Для турбомашин мощностью более 25 тыс кВт величину коэффициента η следует уменьшить в 2 раза

2.15. Величины нормативных динамических нагрузок (вертикальных $P^н_в$ и горизонтальных $P^н_г$), тс, от машин с вращающимися частями следует принимать по данным задания на проектирование, а при отсутствии этих данных равными:

$$P^н_в = P^н_г = \mu \sum_{i=1}^{s} Q_i, \qquad (29)$$

где Q_i — вес каждого ротора машины, тс;
μ — коэффициент пропорциональности, устанавливаемый по табл. 3.

Таблица 3

Вид машины	Коэффициент пропорциональности μ
Турбомашины	0,2
Электрические машины с числом оборотов $n_{об}$ в 1 мин.	
свыше 750	0,2
от 750 до 500	0,15
менее 500	0,1
Центрифуги (d-диаметр ротора, м)	$\left(\frac{n_{об}}{1000}\right)^2 d$
Центробежные насосы	0,15
Дымососы и вентиляторы	$0{,}8\left(\frac{n_{об}}{1000}\right)^2$, но не менее 0,2

2.16. Расчетные динамические нагрузки от машин, соответствующие максимальному динамическому воздействию машины на фундамент, следует принимать сосредоточенными и приложенными к элементам, поддерживающим подшипники (ригелям, балкам) на уровне осей этих элементов.

2.17. Для фундаментов турбомашин величину расчетной динамической нагрузки в продольном горизонтальном направлении следует принимать равной 0,5 величины той же нагрузки в поперечном горизонтальном направлении; для остальных машин с вращающимися частями величину продольной нагрузки следует принимать равной нулю.

2.18. Расчетные нагрузки на фундаменты турбомашин, соответствующие моменту короткого замыкания $M_к$ и тяги вакуума в конденсаторе $P_в$, следует принимать равными нормативным величинам, указанным в задании на проектирование, с коэффициентами перегрузки n и динамичности η, равными при расчете на действие момента короткого замыкания $n=1$ и $\eta=2$, а при расчете на действие тяги вакуума в конденсаторе $n=1{,}2$ и $\eta=1$.

Расчетное усилие от тяги вакуума в конденсаторе $P_в$, тс, возникающее только при гибком присоединении конденсатора к турбине, следует определять по формуле

$$P_в = 10a, \qquad (30)$$

где a — площадь поперечного сечения соединительной горловины конденсатора с турбиной, м²,
10 — усилие тяги вакуума на 1 м² сечения трубопровода, тс/м².

2.19. При определении расчетных значений усилий в элементах фундаментов машин с вращающимися частями в каждое отдельное сочетание следует включать только одну из нагрузок, соответствующих динамическому

воздействию машины: вертикальную (действующую вниз) или горизонтальную.

В расчетах фундаментов под турбомашины в любое из этих сочетаний следует вводить дополнительно тягу вакуума в конденсаторе.

Сочетание, в которое входит момент короткого замыкания $M_к$, является особым.

2.20. Монтажную нормативную нагрузку на верхней плите фундамента следует принимать по заданию на проектирование, но не менее 2 тс/м^2; коэффициент перегрузки для нее следует принимать $n=1{,}2$ и коэффициент динамичности $\eta=1$.

2.21. Для фундаментов машин с вращающимися частями с числом оборотов в 1 мин больше 1000 расчет колебаний допускается не производить.

2.22. Расчет колебаний фундаментов всех видов машин с вращающимися частями сводится к определению максимальной амплитуды горизонтальных (поперечных) колебаний верхней плиты (для рамных фундаментов) или верхней грани фундамента (для массивных и стенчатых фундаментов); расчет следует производить в соответствии с требованиями прил. 1.

Расчет амплитуд вертикальных колебаний, как правило, не производится.

2.23. При расчетах горизонтальных колебаний (см. п. 2.22 настоящей главы) величины расчетных динамических нагрузок $P_г$, тс, следует определять в соответствии с требованиями пп.1.35 и 2.15 настоящей главы.

2.24. Расчетные значения амплитуд колебаний должны быть не более максимальных предельно допускаемых, устанавливаемых в задании на проектирование, а при их отсутствии — по табл. 4.

Таблица 4

Число оборотов машины $n_{об}$ в 1 мин	Максимальные предельно допускаемые амплитуды колебаний $A_д$, мм
От 1000 до 750	0,1
Менее 750 до 500	0,15
Менее 500	0,2

3. ФУНДАМЕНТЫ МАШИН С КРИВОШИПНО-ШАТУННЫМИ МЕХАНИЗМАМИ

3.1. Требования настоящего раздела распространяются на проектирование фундаментов машин с кривошипно-шатунными механизмами, мощностью более 50 кВт, имеющих неуравновешенные силы и моменты, в том числе дизелей, поршневых компрессоров, мотор-компрессоров, лесопильных рам, локомобилей и тому подобных машин.

3.2. В состав задания на проектирование фундаментов машин, указанных в п.3.1. настоящей главы, кроме материалов, перечисленных в п.1.4 настоящей главы, должны входить следующие данные:

а) нормативные значения равнодействующих неуравновешенных (возмущающих) сил и моментов первой и второй гармоники от всех цилиндров машины (см. п. 3.17 настоящей главы), места приложения сил и плоскости действия моментов; в случае их отсутствия — все необходимые данные для их определения;

б) расстояние от оси главного вала машины до верхней грани фундамента;

в) характеристика привода (синхронный, асинхронный электродвигатель и т. п.).

3.3. Фундаменты машин с кривошипно-шатунными механизмами следует проектировать массивными или стенчатыми, а в отдельных случаях для машин с вертикально расположенными кривошипно-шатунными механизмами допускается также предусматривать устройство рамных фундаментов.

3.4. Массивные фундаменты следует проектировать в виде сплошного, конструктивно армированного бетонного массива с необходимыми приямками, колодцами и отверстиями для размещения частей машины, оборудования и коммуникаций.

3.5. Стенчатые фундаменты надлежит проектировать из следующих элементов: нижней фундаментной плиты, продольных и поперечных стен и верхней горизонтальной железобетонной плиты (или рамы), на которой устанавливают и крепят машину. Конструкция

Таблица 5

Нормируемый размер элементов фундамента	Ориентировочные размеры элементов стенчатых фундаментов, м
Толщина стен, $d_{ст}$	От 0,6 и более
Толщина нижней фундаментной плиты $d_{пл}$	От $d_{ст}$ и более
Вылет консольных участков нижней фундаментной плиты	От 2,5 $d_{пл}$ и менее
Вылет консольных участков верхней плиты	От 2 и менее
Толщина верхней плиты фундамента	От 0,1 и более

верхней железобетонной плиты (рамы) фундамента должна быть надежно связана со стенами и обеспечивать общую жесткость фундамента в горизонтальной плоскости. Размеры конструктивных элементов стенчатых фундаментов назначают с учетом требований, содержащихся в задании на проектирование и в соответствии с данными, приведенными в табл. 5.

3.6. Армирование фундаментов машин с кривошипно-шатунными механизмами следует производить в соответствии с требованиями пп. 1.22—1.27 настоящей главы.

Массивные фундаменты объемом более 20 м^3, кроме того, следует конструктивно армировать по наружным боковым граням фундамента. Армирование производится сетками с квадратными ячейками 300—400 мм из стержней диаметром соответственно 12—16 мм в зависимости от размеров фундамента.

3.7. Нижнюю фундаментную плиту стенчатых фундаментов следует армировать верхней и нижней сетками с квадратными ячейками 300—400 мм из стержней диаметром соответственно 12—16 мм; площадь сечения арматуры надлежит проверять расчетом по прочности.

3.8. Стены армируют по вертикальным граням арматурными сетками с размерами ячеек 300—400 мм, причем вертикальные стержни сеток назначают диаметром соответственно 12—16 мм, а горизонтальные — диаметром 10—12 мм. Сетки следует связывать между собой поперечными стержнями диаметром 10—12 мм соответственно через 600—800 мм по высоте и длине стены.

3.9. На фундаменты машин допускается свободно опирать отдельные площадки и стойки, а также вкладные участки перекрытий (между смежными фундаментами), не соединенные с конструкциями здания.

Примечание. Опирание отдельных элементов конструкций здания на фундаменты машин допускается только в виде исключения при наличии специального обоснования, что это не ухудшит условий работы фундамента машины и конструкций здания.

3.10. При ограниченных размерах площади основания допускается предусматривать установку нескольких однотипных машин на общей фундаментной плите толщиной не менее 600 мм. Участки плиты между смежными фундаментами следует армировать понизу и поверху; количество этой арматуры следует принимать из расчета минимального процента армирования для железобетонных конструкций в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию бетонных и железобетонных конструкций.

3.11. Для массивных и стенчатых фундаментов машин с кривошипно-шатунными механизмами необходимо производить расчет амплитуды вынужденных колебаний A и проверку среднего статического давления на основание $p_{ср}$ в соответствии с требованиями пп.1.34.—1.36 настоящей главы; для рамных фундаментов тех же машин должен производиться, кроме того, расчет прочности элементов верхнего строения фундамента (ригелей, колонн, плиты).

3.12. При проверке по формуле (2) среднего статического давления $p_{ср}$ на основание следует принимать значение коэффициента условий работы $m_0=1$, а коэффициент условий работы грунтов основания m_1: для мелких и пылеватых водонасыщенных песков и глинистых грунтов текучей консистенции 0,6 и для остальных видов и состояний грунтов 1.

3.13. Расчет прочности элементов конструкций рамного фундамента следует производить с учетом требований пп.1.37 и 1.38 настоящей главы, причем в формуле (3) следует принимать:

$P^н$ — нормативную величину динамической нагрузки, соответствующей наибольшей амплитуде первой или второй гармоники возмущающих нагрузок машины, устанавливаемой в задании на проектирование;

$n=2$ — коэффициент перегрузки;

$\eta=1$ — коэффициент динамичности для первой и второй гармоники возмущающих сил.

3.14. При определении амплитуды колебаний фундаментов горизонтальных машин расчет допускается ограничивать только вычислением амплитуды колебаний в направлении, параллельном скольжению поршней, и не учитывать влияние вертикальной составляющей возмущающих сил.

При расчете амплитуд колебаний фундаментов вертикальных машин допускается:

а) расчет амплитуд горизонтальных колебаний ограничить только для направления, перпендикулярного главному валу машины;

б) расчет амплитуды вертикальных колебаний производить только с учетом влияния вертикальной составляющей возмущающих сил.

Для фундаментов машин с угловым расположением цилиндров расчет амплитуды вынужденных колебаний следует производить с учетом как вертикальной, так и горизонтальной составляющей возмущающих сил и мо-

ментов машины для плоскости фундамента, перпендикулярной главному валу машины.

3.15. Расчет колебаний фундаментов машин с кривошипно-шатунными механизмами следует производить в соответствии с требованиями прил. 1, причем величины нормативных возмущающих сил первой или второй гармоники следует принимать по заданию на проектирование.

3.16. Если из двух гармоник возмущающих сил и моментов одна составляет менее 20%, другой и ее частота отличается более чем на 25% от собственной частоты колебаний фундамента, то при расчете амплитуд вынужденных колебаний ее не учитывают, в остальных случаях расчет амплитуд следует производить для каждой из первых двух гармоник возмущающих сил и моментов.

3.17. Для второй гармоники возмущающих сил и моментов величины амплитуд горизонтальных и вертикальных колебаний $A_г$ и $A_в$ следует определять по тем же формулам, что и для первой гармоники, заменив в формулах значение круговой частоты вращения машины ω на 2ω.

3.18. При групповой установке фундаментов машин амплитуды колебаний определяют в соответствии с требованиями п. 1.46 настоящей главы.

3.19. Расчетные значения амплитуд колебаний фундамента для каждой гармоники не должны превышать максимальных предельно допускаемых величин, приведенных в табл. 6.

Таблица 6

Число оборотов машины $n_{об}$ в 1 мин	Максимальные предельно допускаемые амплитуды колебаний $A_д$, мм, для гармоники колебаний	
	первой	второй
Более 600	0,1	0,05
От 600 до 400	0,1—0,15	0,07
От 400 до 200	0,15—0,25	0,1
Менее 200	0,25(0,3)*	0,15

* Для фундаментов высотой более 5 м

4. ФУНДАМЕНТЫ КУЗНЕЧНЫХ МОЛОТОВ

4.1. Требования настоящего раздела распространяются на проектирование фундаментов кузнечных (ковочных и штамповочных) молотов.

4.2. В состав задания на проектирование фундаментов кузнечных молотов, кроме материалов, перечисленных в п. 1.4 настоящей главы, должны входить следующие данные:

а) чертежи габаритов молота с указанием типа молота (штамповочный, ковочный), его марки и наименования завода-поставщика;

б) нормативное значение номинального и действительного (с учетом веса верхней половины штампа) веса падающих частей;

в) нормативное значение веса шабота и станины;

г) размеры подошвы шабота и отметки ее относительно пола цеха, а также размеры опорной плиты станины;

д) размеры в плане, толщина и материалы подшаботной прокладки;

е) рабочая высота падения ударяющих частей молота;

ж) величина внутреннего диаметра цилиндра и рабочее давление пара или воздуха (или энергия удара).

4.3. Для устройства деревянных подшаботных прокладок следует предусматривать применение брусьев из дуба; при отсутствии дуба для молотов с весом падающих частей до 1 тс подшаботную прокладку допускается изготовлять из лиственницы или сосны.

Деревянные прокладки следует предусматривать из пиломатериалов 1-го сорта по ГОСТ 2695—71 «Пиломатериалы лиственных пород» и по ГОСТ 8486—66 «Пиломатериалы хвойных пород».

4.4. Фундаменты молотов следует проектировать в виде жестких плит или монолитных блоков. Для молотов с весом падающих частей до 3 тс включительно допускается устройство одного общего фундамента под несколько молотов при их расположении в линию. При этом толщину боковых стен подшаботных приямков следует принимать на 30% большей, чем у фундаментов под один молот.

4.5. Толщина подшаботной части фундамента должна быть не менее указанной в табл. 7.

4.6. Фундаменты кузнечных молотов должны иметь конструктивное армирование в соответствии с требованиями пп. 1.22—1.26 настоящей главы.

Верхнюю часть фундамента, примыкающую к подшаботной прокладке, следует армировать горизонтальными сетками с квадратными ячейками размером 100 мм из стержней диаметром 10—12 мм, сетки следует располагать рядами с расстоянием между ни-

ми по вертикали 100—120 мм в количестве, принимаемом по табл. 7 и зависящем от веса падающей части молота Q_0.

Таблица 7

Нормативное значение номинального веса падающей части молота Q_0, тс	Толщина подшаботной части фундамента, м, не менее	Количество арматурных сеток в верхней части фундамента
$Q_0 \leqslant 1$	1	2
$1 < Q_0 \leqslant 2$	1,25	3
$2 < Q_0 \leqslant 4$	1,75	3
$4 < Q_0 \leqslant 6$	2,25	4
$6 < Q_0 \leqslant 10$	2,6	5
$Q_0 > 10$	Более 3	Более 5

Верхнюю сетку следует укладывать на расстоянии 30 мм от поверхности фундамента, примыкающей к подшаботной прокладке. В проекте следует предусматривать, как правило, соединение сеток в объемные арматурные каркасы с последующей установкой готовых каркасов на место перед бетонированием фундамента.

У подошвы фундамента необходимо предусматривать укладку нижней горизонтальной арматурной сетки с квадратными ячейками, имеющими размеры сторон 100—200 мм, из стержней диаметром соответственно 16—20 мм.

Часть фундаментов ковочных молотов, расположенную под подошвой станины молота, следует армировать горизонтальной сеткой с квадратными ячейками, имеющими размеры сторон 200—300 мм, из стержней диаметром соответственно 12—16 мм. Аналогичные арматурные сетки следует устанавливать у граней выемки для шабота всех видов кузнечных молотов, причем вертикальные стержни этих сеток необходимо доводить до подошвы фундамента.

4.7. Укладку деревянных брусьев подшаботной прокладки следует предусматривать из одного или нескольких щитов. Толщину каждого щита следует принимать не менее 100 мм. Болты, стягивающие брусья подшаботной прокладки, следует располагать в щите через 0,5—1 м. При устройстве прокладки из нескольких щитов последние следует укладывать крест-накрест.

4.8. Вес и площадь подошвы фундамента следует подбирать с учетом требований пп. 1.34—1.36 настоящей главы; при этом для определения среднего статического давления на основание $p_{ср}$ в качестве нормативных статических нагрузок следует принимать вес фундамента и грунта, расположенного на его обрезах, станины, падающей части, шабота и подшаботной прокладки.

4.9. При проверке по формуле (2) среднего статического давления $p_{ср}$ на основание следует принимать значение коэффициента условий работы $m_0=0,5$, а коэффициента условий работы грунтов основания для молотов с весом падающих частей более 1 тс и для маловлажных и влажных мелких и пылеватых песков, водонасыщенных крупных и средней крупности песков, глинистых грунтов текучей консистенции $m_1=0,7$; для остальных видов и состояний грунтов, а также при весе падающих частей молота менее 1 тс — $m_1=1$.

4.10. Амплитуды вертикальных колебаний фундаментов молотов A_z, м, следует определять по формуле (1) прил. 2, в которой Q_0 — расчетное значение веса падающих частей молота, тс; Q — расчетное значение общего веса фундамента, шабота, станины и засыпки грунта, расположенного на обрезах фундамента, тс; V — скорость падающих частей молота в начале удара, м/с, принимаемая по данным завода-изготовителя или, при отсутствии таких данных, определяемая по формулам:

а) для молотов свободно падающих (фрикционных и одностороннего действия)

$$V=0,9\sqrt{2gh}; \tag{31}$$

б) для молотов двойного действия

$$V=0,65\sqrt{2gh\frac{pf+Q_0}{Q_0}}, \tag{32}$$

или

$$V=\sqrt{\frac{2E_y g}{Q_0}}, \tag{33}$$

где h — рабочая высота падения ударяющих частей молота, м;
f — площадь поршня в цилиндре, м²;
p — среднее давление пара или воздуха, тс/м²;
E_y — энергия удара, тс·м;
$g=9,81$ м/с² — ускорение силы тяжести.

Коэффициент восстановления скорости удара ε в формуле (1) прил. 2 следует принимать: для молотов штамповочных $\varepsilon=0,5$ (при штамповке стальных изделий) и $\varepsilon=0$ (при штамповке изделий из цветного металла); для ковочных молотов $\varepsilon=0,25$.

4.11. Амплитуды вертикальных колебаний фундамента при эксцентричной установке молота $A_в$, м, следует определять по формуле (3) прил. 2.

При устройстве общей плиты под несколько молотов в соответствии с п. 4.4 настоящей главы и при нескольких отдельно стоящих фундаментах в цехе амплитуды вертикальных колебаний фундамента следует определять с учетом указаний п. 1.46 настоящей главы.

4.12. Максимальная предельно допускаемая амплитуда колебаний фундамента $A_д$ принимается равной 1,2 мм, а при возведении фундаментов на всех водонасыщенных песках, а также на мелких и пылеватых маловлажных песках 0,8 мм.

4.13. Для уменьшения колебаний фундамента молота и вредного влияния их на обслуживающий персонал, технологические процессы, вблизи расположенное оборудование и конструкции зданий и сооружений следует, как правило, предусматривать виброизоляцию фундаментов молотов.

Для фундаментов молотов с весом падающих частей 10 тс и более, а также в случае, если основания фундаментов молотов и несущих строительных конструкций зданий кузнечного цеха сложены мелкими и пылеватыми водонасыщенными песками, применение виброизоляции для фундаментов молотов является обязательным.

4.14. Расчетное динамическое давление на деревянную подшаботную прокладку σ, тс/м^2, вычисляется по формуле

$$\sigma = 0{,}5 Q_o V \sqrt{\frac{E_д}{Q_1' F_1 b_д}}, \qquad (34)$$

где Q_1' — расчетное значение общего веса шабота и станины для штамповочных молотов и веса шабота для ковочных молотов, тс,

F_1 — опорная площадь шабота, м^2;

$b_д$ — толщина прокладки, м,

$E_д$ — модуль упругости подшаботной прокладки, принимаемый: для прокладки из дуба $E_д = 50\,000$ тс/м^2, сосны и лиственницы $E_д = 30\,000$ тс/м^2;

Q_o и V — то же, что и в п 4 10 настоящей главы.

При этом значение σ не должно превышать величин расчетных сопротивлений древесины при сжатии поперек волокон, принимаемых равными:

для прокладок из дуба . .	360 тс/м^2
для прокладок из лиственницы	216 »
для прокладок из сосны .	180 »

5. ФУНДАМЕНТЫ ФОРМОВОЧНЫХ МАШИН ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

5.1. Требования настоящего раздела распространяются на проектирование фундаментов формовочных (встряхивающих) машин литейного производства с вертикально направленными ударными нагрузками.

5.2. В состав задания на проектирование фундаментов формовочных машин литейного производства, кроме материалов, перечисленных в п. 1.4 настоящей главы, должны входить следующие данные:

а) величины нормативных статических нагрузок, передаваемых на фундамент основными механизмами (встряхивающим, поворотным, приемным и пр.), и координаты точек приложения этих нагрузок;

б) грузоподъемность машин (нормативные значения суммарного веса опоки и формовочной смеси), нормативные значения веса падающих частей и веса станины встряхивающего механизма;

в) рабочая высота падения встряхивающих (падающих) частей машины;

г) размеры в плане, толщина и материал надфундаментной упругой прокладки.

5.3. Для устройства надфундаментной упругой прокладки следует предусматривать брусья из дуба и листовую резину. Для встряхивающих формовочных машин грузоподъемностью менее 5 тс допускается применение брусьев из лиственницы или сосны.

Деревянные брусья следует изготовлять из древесины, отвечающей требованиям, указанным в п. 4.3 настоящей главы. Листовая резина должна удовлетворять требованиям Технических условий для резиновых технических изделий при твердости $H = 30 \div 45$ в соответствии с ГОСТ 263—75.

5.4. Фундаменты формовочных машин литейного производства следует проектировать железобетонными в виде монолитного массива с соответствующими выемками, каналами, тоннелями и отверстиями, необходимыми для размещения частей машины, вспомогательного оборудования и коммуникаций, а также для доступа обслуживающего персонала к механизмам, прокладкам, трубопроводам и т. п.

5.5. Основные размеры фундаментов в плане должны определяться исходя из размеров и расположения механизмов формовочной машины, расположения тоннелей, каналов и выемок в теле фундамента.

Размеры фундамента, определенные конструктивно, следует проверять расчетом.

5.6. Высота фундамента под встряхивающим механизмом и расстояние от дна каналов, тоннелей и выемок до подошвы фундамента должны быть не менее указанных в табл. 8.

Таблица 8

Наименование размеров	Размеры, м (не менее), при грузоподъемности машины Q, тс					
	$Q \leq 1{,}5$	$1{,}5 < Q \leq 2{,}5$	$2{,}5 < Q \leq 5$	$5 < Q \leq 10$	$10 < Q \leq 20$	$Q > 20$
Высота фундамента под встряхивающим механизмом	1	1,25	1,5	1,8	2	2,25
Расстояние от дна каналов, тоннелей и выемок до подошвы фундамента	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9

5.7. Общее и местное конструктивное армирование фундаментов формовочных машин и их отдельных элементов следует производить с учетом требований, приведенных в пп. 1.22—1.26 настоящей главы.

Верхнюю часть фундамента непосредственно под станиной встряхивающего механизма следует армировать горизонтальными сетками с квадратными ячейками размером 100 мм из стержней диаметром 10—12 мм; количество сеток назначается в зависимости от грузоподъемности механизма, тс:

до 5 . . . . . 1—2 сетки
от 5 до 15 . . . . . 2—3 »
более 15 . . . . . 3—4 »

Верхнюю сетку следует укладывать на расстоянии 30 мм от поверхности фундамента, примыкающей к упругой прокладке под станину встряхивающего механизма, а расстояние по вертикали между сетками — принимать равным 100—150 мм. Следует предусматривать, как правило, соединение сеток в объемные арматурные каркасы, которые в последующем должны устанавливаться на место перед бетонированием фундамента.

У подошвы фундамента необходимо предусматривать укладку нижней горизонтальной арматурной сетки с квадратными ячейками размером 200 мм из стержней диаметром 12—20 мм (в зависимости от грузоподъемности машин).

Наружные железобетонные стены, ограждающие формовочную машину, армируют двойными сетками, используя в качестве вертикальной арматуры стержни диаметром 12—14 мм при грузоподъемности машин до 15 тс и диаметром 16—20 мм при большей грузоподъемности машин. В качестве продольной арматуры следует предусматривать стержни диаметром 10—12 мм с шагом соответственно 300—400 мм. Сетки следует соединять между собой поперечными стержнями диаметром 10—12 мм через 600—800 мм в горизонтальном и вертикальном направлении.

Наружные боковые грани фундамента следует армировать, как правило, путем продолжения до его подошвы наружных арматурных сеток стен, ограждающих машину. При этом арматурные сетки фундаментов объемом 80 м^3 и менее следует выполнять с вертикальными стержнями диаметром 12—14 мм и шагом 200 мм, а фундаментов объемом более 80 м^3 — диаметром 16—20 мм с тем же шагом.

5.8. Надфундаментную упругую деревянную прокладку под станиной встряхивающего механизма следует предусматривать из брусьев, уложенных плашмя в сплошной прямоугольный щит. Болты, стягивающие брусья в щит, следует располагать через 0,5—1 м по длине прокладки. В центре прокладки следует предусматривать отверстие для размещения цилиндра встряхивающего механизма.

Размеры упругой деревянной и резиновой прокладок в плане должны соответствовать размерам опорной площади станины встряхивающего механизма; расстояние от края станины до края прокладки должно быть не менее 50 мм. Деревянную прокладку следует проектировать из одного или нескольких щитов, укладываемых крест-накрест, толщину каждого щита следует принимать не менее 100 мм. Толщину деревянной прокладки в зависимости от грузоподъемности машины следует принимать по заданию на проектирование фундамента (см. п. 5.2 «г» настоящей главы), но не менее 200 мм. Толщину резиновых листов следует принимать от 10 до 20 мм в зависимости от грузоподъемности машины.

5.9. В верхней части фундамента необходимо предусматривать специальные приспособления для крепления опорной рамы деревянного или металлического настила (пола формовочной машины). Расчет прочности опорной рамы следует производить на действие расчетной нагрузки от веса опоки и формовочной смеси.

Опорную раму допускается опирать на станину поворотно-перекидного механизма

(исключая кривошипную камеру); касание опорной рамы настила со станиной встряхивающего механизма не допускается.

В конструкции опорной рамы и настила должна предусматриваться возможность снятия станины встряхивающего механизма, удаления встряхивающего клапана и разборки кривошипной камеры поворотно-перекидного механизма без предварительной разборки рамы и пола формовочной машины.

5.10. Фундаменты под формовочные машины следует отделять от строительных конструкций зданий, фундаментов другого оборудования, коммуникаций, полов и т. п.; опирание конструкций зданий на фундаменты формовочных машин не допускается.

Формовочные машины с поворотно-перекидным механизмом следует располагать на фундаменте, как правило, обращенным поворотно-перекидным механизмом в сторону строительных конструкций.

5.11. При проверке по формуле (2) среднего статического давления $p_{ср}$ на основание фундаментов формовочных машин следует принимать значение коэффициента условий работы $m_0=0{,}5$, а коэффициента условий работы грунтов основания m_1: для мелких и пылеватых песков, водонасыщенных крупных и средней крупности песков и глинистых грунтов текучей консистенции 0,7 и для остальных видов и состояний грунтов 1.

5.12. Амплитуды вертикальных колебаний фундаментов формовочных машин следует определять в зависимости от соотношения круговой частоты ω, $с^{-1}$, свободных вертикальных колебаний подвижных частей машины на упругой надфундаментной прокладке и круговой частоты λ_z', $с^{-1}$, свободных вертикальных колебаний всей установки на грунте, определяемых по формулам:

$$\omega=\sqrt{\frac{cg}{Q_0+Q_1}}; \qquad (35)$$

$$\lambda_z'=\sqrt{\frac{K_z g}{Q'}}, \qquad (36)$$

где $c=\dfrac{F_1E_дE_p}{b_pE_д+b_дE_p}$ — суммарный коэффициент жесткости упругой надфундаментной прокладки, тс/м;

F_1 — площадь станины встряхивающего механизма, $м^2$;

$b_д$ — толщина деревянной прокладки, м;

b_p — толщина резиновой прокладки, м;

$E_д$ — модуль упругости деревянной прокладки, $тс/м^2$, принимаемый, как в формуле (34) настоящей главы;

E_p — модуль упругости резиновой прокладки, изменяющийся в пределах от 200 до 1000 $тс/м^2$ в зависимости от твердости по ГОСТ 263—75;

K_z — коэффициент жесткости основания, тс/м, определяемый согласно указаниям п. 1.43 настоящей главы;

$$Q'=Q_0+Q_1+Q; \qquad (37)$$

Q_0 — расчетное значение суммарного веса падающих частей машины, включая вес опоки и формовочной смеси, тс;

Q_1 — расчетное значение веса станины встряхивающего механизма, тс;

Q — расчетное значение общего веса фундамента, неподвижных частей машины и грунта над обрезами фундамента, тс.

При условии $\omega>0{,}7\lambda_z''$ амплитуду вертикальных колебаний фундаментов формовочных машин следует определять по формулам (1) или (3) прил. 2 для центрального A_z и эксцентричного $A_в$ действия динамической нагрузки соответственно, в которых ε — коэффициент восстановления скорости удара, принимаемый равным нулю; V — скорость падающих частей формовочной машины, м/с, определяемая по формуле (31) (п. 4.10 настоящей главы), в которой h — рабочая высота падения встряхивающих частей машины, м.

Вместо значений λ_z и Q в формуле (1) прил. 2 следует принимать значения соответственно λ_z' и Q', вычисленных по формулам (36) и (37) настоящей главы, а вместо значения λ_φ в формуле (4) прил. 2 — значение λ_φ', определяемое по формуле

$$\lambda_\varphi'=\sqrt{\frac{K_\varphi}{\theta_0'}}, \qquad (38)$$

где K_φ — коэффициент жесткости основания, определяемый согласно указаниям п. 1 43 настоящей главы;

θ_0' — момент инерции массы всей установки, включая массу подвижных частей, относительно оси, проходящей через центр тяжести подошвы фундамента перпендикулярно плоскости колебаний, $тс\cdot м\cdot с^2$.

При условии $\omega\leqslant 0{,}7\lambda_z'$ амплитуду вертикальных колебаний $A_в$ фундаментов формовочных машин следует определять по формуле (35) прил. 1, в которой A_z — амплитуда вертикальных колебаний общего центра тяжести фундамента и неподвижных частей машины, определяемая по формуле (36) прил. 1; A_z' — вертикальная составляющая вращательных колебаний фундамента и неподвижных частей машины относительно горизонтальной оси, проходящей через их общий центр тяжести перпендикулярно плоскости колебаний. Для фундаментов машин с центральным приложением динамической нагрузки (встряхивающие столы и формовочные машины со штифтовым съемом) $A_z'=0$, а для фундаментов машин с эксцентричным действием динамической

нагрузки (формовочные машины с поворотно-перекидным механизмом) A_z' определяется по формуле (37) прил. 1.

В формулах (36) и (37) прил. 1 величину динамической нагрузки на фундамент формовочной машины $P_в$, тс, следует вычислять по формуле

$$P_в = Q_0 V \sqrt{\frac{c}{(Q_0 + Q_1) g}}, \qquad (39)$$

а вместо круговой частоты вращения машины ω следует принимать круговую частоту свободных вертикальных колебаний подвижных частей машины на упругой надфундаментной прокладке, определяемую по формуле (35) настоящей главы.

5.13. При установке в одном пролете здания нескольких отдельно стоящих фундаментов под формовочные машины литейного производства амплитуды колебаний A фундаментов следует определять с учетом указаний п. 1.46 настоящей главы.

5.14. Максимальная предельно допускаемая амплитуда вертикальных колебаний фундаментов формовочных машин принимается равной $A_д = 0{,}5$ мм.

5.15. При основании, сложенном мелкими или пылеватыми водонасыщенными песками, для машин грузоподъемностью 10 тс и более следует проектировать фундаменты, как правило, виброизолированными.

6. ФУНДАМЕНТЫ ФОРМОВОЧНЫХ МАШИН ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

6.1. Требования настоящего раздела распространяются на проектирование фундаментов следующих видов машин для производства (формования) сборных железобетонных изделий и конструкций:

а) вибрационные площадки на упругих опорах;

б) виброударные площадки на упругих опорах;

в) ударные (кулачковые) площадки со свободным падением движущихся частей;

г) стационарные и скользящие виброштампы.

6.2. В состав задания на проектирование фундаментов машин, указанных в п. 6.1 настоящей главы, кроме материалов, перечисленных в п. 1.4 настоящей главы, должны входить следующие материалы и данные:

а) нормативное значение веса подвижных частей площадки;

б) схема расположения и жесткость каждой упругой опоры;

в) число оборотов в минуту и амплитуда возмущающих сил вибратора;

г) нормативное значение безынерционной пригрузки;

д) высота падения ударной части площадки.

В задании на проектирование должно быть также указано, предусматривается ли технологическим процессом производства полностью дистанционное управление работой данной формовочной машины или при ее работе рядом с ней будет находиться обслуживающий персонал; в последнем случае на габаритном чертеже верхней части фундамента должны быть указаны расположение и размеры рабочих мест.

6.3. Фундаменты под формовочные машины для производства сборного железобетона следует проектировать массивными в виде плит или блоков. Армирование фундаментов должно производиться в соответствии с требованиями пп. 1.22—1.26 настоящей главы. При этом для общего армирования следует применять сетки из стержней диаметром 12—16 мм с шагом в обоих направлениях соответственно 200—300 мм.

6.4. В качестве упругих опор вибрационных площадок следует применять винтовые стальные пружины и другие упругие элементы, обеспечивающие необходимую виброизоляцию; упругие опоры виброударных площадок должны выполняться из слоев резины.

6.5. Между фундаментами формовочных машин и смежными фундаментами строительных конструкций зданий или оборудования следует предусматривать сквозной зазор. Между бетонным полом цеха и фундаментами формовочных машин по всему их периметру должна устраиваться прокладка из досок толщиной не менее 25 мм, установленных на ребро (ширина досок должна соответствовать толщине конструкции бетонного пола).

6.6. Рабочее место на фундаменте должно быть защищено от вибраций в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.012—78 «Вибрация. Общие требования безопасности».

6.7. При формовании изделий в высоких формах (например, кассетных) обслуживающие площадки вокруг форм (кассет) не до-

пускается опирать на фундаменты формовочных машин и соединять с ними.

6.8. Присоединение коммуникаций (паропроводов, воздухопроводов, маслопроводов и др.) к формовочным машинам или к их фундаментам должно предусматриваться гибким.

6.9. Фундаменты под вибрационные, виброударные и ударные площадки, а также под стационарные виброштампы следует проектировать таким образом, чтобы центр тяжести площади подошвы фундамента и центр жесткости упругих опор, а также линии действия равнодействующей возмущающих сил вибратора и направления ударов располагались, как правило, по одной вертикали.

Величина эксцентриситета равнодействующей возмущающих сил вибратора или линии действия ударов (по отношению к центру тяжести площади подошвы фундамента) не должна превышать: для вибрационных площадок и стационарных виброштампов 3%, а для виброударных и ударных 1% от размера подошвы фундамента, в направлении которого имеет место смещение равнодействующей.

6.10. Амплитуду вертикальных колебаний $A_в$ фундаментов под вибрационные площадки на упругих опорах следует определять по формулам (35)—(37) прил. 1, в которых величину динамической нагрузки на фундамент $P_в$, тс, следует вычислять по формуле

$$P_в = \frac{M_э c}{Q_o}, \qquad (40)$$

где $M_э$ — момент эксцентриков вибратора, тс·м, принимаемый по заданию на проектирование;
Q_o — расчетное значение веса подвижных частей площадки вместе с формуемым изделием, тс, которое не учитывается при определении массы всей установки $m_п$ (п. 5 прил. 1);
c — суммарный коэффициент жесткости опор, тс/м, принимаемый по заданию на проектирование.

6.11. Фундаменты виброударных и ударных площадок следует проектировать, как правило, виброизолированными.

Расчет амплитуд вертикальных колебаний A_z невиброизолированных фундаментов следует производить по формуле (1) прил. 2; при этом коэффициент восстановления скорости удара принимают $\varepsilon=0{,}5$; скорость удара v, м/с, следует вычислять для ударных площадок по формуле (31) (см. п. 4.10 настоящей главы), а для виброударных — по формуле

$$V = \frac{P_в g}{Q_o \omega}, \qquad (41)$$

где $P_в$ — расчетное значение возмущающей силы вибратора, тс;
Q_o — расчетное значение веса подвижных частей, включая вес формы с бетоном, тс;
ω — круговая частота вращения, $с^{-1}$.

6.12. Амплитуду вертикальных колебаний $A_в$ фундаментов виброштампов следует определять по формуле (35) прил. 1, в которой величины A_z и A'_z, м, следует вычислять соответственно по формулам:

$$A_z = \frac{6{,}4\, P_в \left[3\left(\frac{\lambda_z}{\omega}\right)^3 + 1\right]}{Q\omega^2}; \qquad (42)$$

$$A'_z = \frac{0{,}32\, P_в e\, l \left[3\left(\frac{\lambda_\varphi}{\omega}\right)^3 + 1\right]}{\theta\omega^2}, \qquad (43)$$

где $P_в$ — расчетное значение вертикальной составляющей возмущающих сил машины, тс,
e — эксцентриситет ее приложения, м, принимаемый для стационарных виброштампов равным нулю;
Q — расчетное значение веса фундамента, засыпки грунта на его обрезах, неподвижных частей машины и формуемого изделия, тс;
θ — момент инерции массы фундамента, засыпки грунта на его обрезах, неподвижных частей машины и формуемого изделия относительно оси, проходящей через общий центр тяжести перпендикулярно плоскости колебаний, тс·м·с²,
λ_φ — круговая частота вращательных колебаний фундамента, $с^{-1}$, определяемая по формуле (29) прил 1, в которой θ_o — момент инерции массы фундамента, засыпки грунта на его обрезах, неподвижных частей машины и формуемого изделия относительно оси, проходящей через центр тяжести подошвы фундамента перпендикулярно плоскости колебаний, тс·м·с²;
ω, λ_z, l — то же, что и в формулах прил. 1.

6.13. Расчетные значения амплитуд фундаментов вибрационных, виброударных, ударных площадок и виброштампов не должны превышать максимальных предельно допускаемых величин, принимаемых в соответствии с требованиями действующих санитарных норм проектирования промышленных предприятий.

6.14. При проверке по формуле (2) среднего статического давления $p_{ср}$ на основание фундаментов формовочных машин для производства сборного железобетона следует принимать значение коэффициента условий работы $m_0=0{,}5$, а коэффициента условий работы грунтов основания m_1: для мелких и пылевых песков, водонасыщенных крупных и средней крупности песков и глинистых грунтов текучей консистенции 0,7 и для остальных видов и состояний грунтов 1.

7. ФУНДАМЕНТЫ ОБОРУДОВАНИЯ КОПРОВЫХ БОЙНЫХ ПЛОЩАДОК

7.1. Требования настоящего раздела распространяются на проектирование фундаментов (оснований) копровых бойных площадок копровых цехов и скрапоразделочных баз.

7.2. В состав задания на проектирование фундаментов оборудования копровых бойных площадок кроме материалов, перечисленных в п. 1.4 настоящей главы, должны входить следующие данные:

а) нормативное значение веса ударной части копра, тс, и высота ее падения, м;

б) размеры в плане площади, на которой производится разбивка (разделка) скрапа.

7.3. Конструкции бойных площадок следует назначать в зависимости от величины условного расчетного давления на основание R_o, определяемого по главе СНиП на проектирование оснований зданий и сооружений, и энергии ударной части копра.

7.4. В грунтах с условным расчетным давлением $R_o \geqslant 2$ кгс/см² и при энергии ударной части копра до 30 тс·м копровые бойные площадки следует устраивать в виде стальных плит (шабота), укладываемых по слою болванок или мартеновских козлов и мелкого скрапа толщиной не менее 1 м, заполняющих котлован глубиной не менее 2 м.

7.5. В грунтах с условным расчетным давлением $R_o < 2$ кгс/см² и при энергии ударной части копра до 30 тс·м под стальными плитами (шаботом) болванки или мартеновские козлы и мелкий скрап (согласно п. 7.4 настоящей главы) следует укладывать по подстилающей песчаной подушке толщиной не менее 1 м, устроенной по железобетонной плите толщиной 1—1,5 м. Плиту следует армировать поверху 3—6 сетками из стержней диаметром 12—16 мм с ячейками размером 200—300 мм, а также понизу 2—3 сетками из стержней диаметром 16—20 мм с ячейками размером 300—400 мм.

7.6. В грунтах с условным расчетным давлением $R_o \geqslant 2$ кгс/см² и при энергии ударной части копра более 30 тс·м копровые бойные площадки следует устраивать в виде стальных плит (шаботов), укладываемых по слою болванок или мартеновских козлов и мелкого скрапа толщиной не менее 1,5 м и подстилающему слою песка толщиной не менее 1 м, ограждаемых полым железобетонным цилиндром (высотой в зависимости от местных условий, но не более диаметра цилиндра) или коробом (глубиной, равной половине наибольшего размера короба в плане, но не более 4 м); толщину стенок цилиндра или короба принимают равной 0,25—0,5 м в зависимости от их глубины. Стенки ограждения цилиндра или короба следует армировать конструктивно двумя сетками из расчета, чтобы общая площадь сечения арматуры была не менее 1,5% от площади сечения стенки.

7.7. В грунтах с условным расчетным давлением $R_o < 2$ кгс/см² и при энергии ударной части копра более 30 тс·м копровые бойные площадки следует устраивать в виде железобетонных корытообразных прямоугольных или круглых в плане конструкций (фундаментов), заполненных болванками или мартеновскими козлами и мелким скрапом, с уложенными поверх них стальными плитами (шаботом). Болванки или мартеновские козлы следует укладывать по подстилающему слою песка толщиной не менее 1 м, уложенному на дно ограждения. Днище короба следует армировать как плиту согласно п. 7.5 настоящей главы, а стенки короба — как стенки цилиндра (короба) согласно п. 7.6 настоящей главы.

7.8. Железобетонные конструкции фундаментов под оборудование копровых бойных площадок следует проектировать из монолитного бетона

7.9. Шабот копровой бойной площадки должен устраиваться из стальных плит толщиной не менее 0,5 м; ориентировочный вес шабота $Q_ш$, тс, следует принимать не менее величины, определяемой по формуле

$$Q_ш = 0{,}5\, Q_o h, \qquad (44)$$

где Q_o и h — соответственно нормативное значение веса, тс, и высота падения, м, ударной части копра.

7.10. Боковые стенки железобетонных ограждений следует защищать по всей поверхности изнутри и поверху стальными плитами толщиной не менее 50 мм, уложенными по деревянным брусьям сечением не менее 150×150 мм.

Для уменьшения разлета осколков разбиваемого лома стенки железобетонных ограждений выше уровня шабота (на высоту не менее половины наибольшего размера в плане) следует устраивать наклоненными внутрь на 7—10°.

7.11. Минимальные расстояния от копровых бойных устройств до фундаментов строительных конструкций зданий и сооружений (из условий сохранения в целости последних) следует принимать по данным табл. 9.

Таблица 9

Наименование грунтов основания	Расстояние от копровых бойных устройств до фундаментов строительных конструкций, м (не менее), при весе ударной части копра Q_0, тс		
	$Q_0 \leqslant 3$	$3 < Q_0 < 7$	$Q_0 \geqslant 7$
Скальные и полускальные	15	20	30
Крупнообломочные, песчаные сухие, глинистые твердые с показателем консистенции $I_L < 0$ (в том числе лессовидные)	30	40	60
Песчаные влажные, глинистые с показателем консистенции $0 \leqslant I_L \leqslant 1$	40	60	80
Песчаные водонасыщенные, глинистые текучие с показателем консистенции $I_L > 1$	50	80	100

Примечания: 1. Показатель консистенции глинистых грунтов I_L принят в соответствии с указаниями главы СНиП по проектированию оснований зданий и сооружений.

2. При возведении копровых установок на водонасыщенных песчаных и текучей консистенции глинистых грунтах следует искусственно укреплять основания фундаментов строительных конструкций (копровых цехов и скрапоразделочных баз), находящихся на расстояниях, меньших, чем указанные в табл. 9.

7.12. При проверке по формуле (20) среднего статического давления $p_{ср}$ на основание фундаментов строительных конструкций в соответствии с п. 1.48 настоящей главы коэффициент условий работы грунтов основания m_1 следует принимать для водонасыщенных мелких и пылеватых песков и глинистых грунтов текучей консистенции 0,8, для всех остальных видов и состояний грунтов 1.

8. ФУНДАМЕНТЫ ДРОБИЛОК

8.1. Требования настоящего раздела распространяются на проектирование фундаментов щековых, конусных (гирационных) и молотковых (ударных) дробилок.

8.2. В состав задания на проектирование фундаментов дробилок кроме материалов, перечисленных в п. 1.4 настоящей главы, должны входить следующие данные:

а) нормативное значение горизонтальной и вертикальной составляющих равнодействующей динамических нагрузок $P^н$ и их места приложения соответственно относительно верхней грани фундамента дробилок и вертикальной оси, проходящей через центр тяжести дробильной установки;

б) рабочее число оборотов в минуту вала эксцентрика для конусных дробилок или главного вала для других видов дробилок;

в) нормативное значение веса вращающихся частей; количество и нормативное значение веса молотков, расстояние от оси вращения до центра тяжести молотка для молотковых дробилок;

г) ширина входной щели для щековых или нижний диаметр дробящего конуса для конусных (гирационных) дробилок, диаметр ротора для молотковых дробилок;

д) нормативные значения полного веса корпуса дробилок, веса заполнения.

8.3. Фундаменты дробилок следует проектировать, как правило, монолитными или сборно-монолитными.

8.4. Монолитные фундаменты дробилок следует проектировать преимущественно стенчатыми из двух стен (между которыми пропускается транспортер), нижней и верхней плиты (или двух верхних поперечных ригелей).

8.5. Сборно-монолитные фундаменты дробилок следует проектировать стенчатыми или рамными, предусматривая нижнюю плиту и верхние ригели из монолитного железобетона.

8.6. Групповые фундаменты под несколько дробилок следует предусматривать:

при одноярусном расположении дробилок — стенчатыми или рамными;

при двухъярусном или трехъярусном расположении — стенчатыми.

При этом сборно-монолитные фундаменты следует проектировать, как правило, из блоков или стен, опирающихся на монолитную нижнюю плиту и связанных поверху монолитными обвязками.

8.7. Конструктивные схемы и основные размеры фундаментов дробилок следует назначать с учетом следующих требований:

а) подошве отдельных фундаментов конусных дробилок следует придавать, как правило, квадратную форму, а фундаментам дробилок остальных видов — прямоугольную,

вытянутую в направлении действия динамических нагрузок;

б) при проектировании толщину нижней плиты следует принимать не менее наименьшего размера сечения колонн рамы для рамных фундаментов и не менее 0,7 толщины стен для стенчатых фундаментов.

8.8. Фундаменты дробилок допускается сооружать на общей железобетонной плите — днище подземных сооружений, устраиваемых в опускных колодцах.

Фундаменты дробилок, возводимые на скальных или крупнообломочных грунтах, допускается соединять с фундаментами конструкций здания.

8.9. Армирование фундаментов дробилок следует предусматривать в соответствии с требованиями, изложенными в пп. 1.22—1.27 настоящей главы; при этом для общего конструктивного армирования стенчатых фундаментов следует применять сетки из стержней диаметром 12—16 мм с шагом в обоих направлениях соответственно 200—300 мм.

8.10. Расчет колебаний фундаментов дробилок сводится к определению наибольшей амплитуды горизонтальных колебаний верхней грани фундамента.

Расчет выполняют в соответствии с требованиями пп. 1—4 прил. 1 для рамных фундаментов и пп. 5—7 прил. 1 для массивных и стенчатых фундаментов.

Определение амплитуды горизонтальных колебаний верхней грани массивных фундаментов щековых и конусных (гирационных) дробилок $A_г$, м, допускается производить по приближенной формуле

$$A_г = \frac{P_г\left(\rho_1 \frac{h_1}{h_2} + 1\right)(1 + \varkappa\rho_1)}{K_x \sqrt{K_1^2\left[1 - \left(\frac{\omega}{\lambda_1}\right)^2\right]^2 + 4\xi_г^2\left[(1-\rho_1)^2 + \rho_1^2 \frac{\xi_\varphi}{\xi_x}\frac{K_\varphi}{K_x h_2^2}\right]^2}}, \quad (45)$$

где

$$K_1 = (1-\rho_1)^2 + \rho_1^2 \frac{K_\varphi}{K_x h_2^2}; \quad (46)$$

$P_г$, K_x, K_φ, h_1, h_2, $\varkappa$, λ_1, ω, ξ_x, ξ_φ — то же, что и в формулах пп. 5 и 6 прил. 1,

ρ_1 — то же, что и в формуле (4) прил. 3.

8.11. Расчет колебаний фундаментов конусных дробилок, имеющих прямоугольную форму подошвы, следует производить в плоскости, совпадающей с направлением меньшего размера подошвы.

8.12. Максимальная предельно допускаемая амплитуда колебаний фундаментов дробилок принимается равной $A_д$=0,3 мм.

8.13. Рамные фундаменты дробилок следует рассчитывать по прочности на действие веса всех элементов установки с учетом веса заполнения и силы $P_д$, заменяющей динамическое действие машины, в соответствии с указаниями пп. 1.37 и 1.38 настоящей главы.

Величину $P_д$ следует определять по формуле (3), в которой принимают (при отсутствии данных завода-изготовителя) для щековых и конусных дробилок коэффициент перегрузки n=1,3, а коэффициент динамичности η=1,2; для молотковых дробилок n=4, η=1, а нормативное значение динамической нагрузки $P^н$ устанавливается по заданию на проектирование.

8.14. При проверке по формуле (2) среднего статического давления $p_{ср}$ на основание фундаментов дробилок следует принимать значение коэффициента условий работы m_0=0,8, а коэффициента условий работы грунтов основания m_1: для водонасыщенных мелких и пылеватых песков, глинистых грунтов текучей консистенции 0,7 и для остальных видов и состояний грунтов 1.

9. ФУНДАМЕНТЫ МЕЛЬНИЧНЫХ УСТАНОВОК

9.1. Требования настоящего раздела распространяются на проектирование фундаментов мельничных установок с коротким барабаном (стержневых, шаровых, рудно-галечных и др.) и трубчатых.

9.2. В состав задания на проектирование фундаментов мельничных установок кроме материалов, перечисленных в п. 1.4 настоящей главы, должны входить следующие данные:

а) направление вращения барабанов мельничных установок;

б) расстояние от оси вращения барабанов мельничных установок до верхней грани фундамента;

в) нормативные значения полного веса корпуса мельничных установок, веса заполнения.

9.3. Фундаменты мельничных установок

следует проектировать, как правило, монолитными или сборно-монолитными.

9.4. Фундаменты трубчатых мельниц следует проектировать, как правило, в виде ряда поперечных (по отношению к оси мельницы) П-образных рам, опирающихся на отдельные железобетонные плиты, а мельниц с коротким барабаном — в виде общих массивных плит с поперечными стенами или рамами для опирания частей машины.

Для уменьшения уровня вибраций следует объединять поверху рамные фундаменты под отдельные мельницы общей железобетонной плитой.

Примечания: 1. При применении монолитного железобетона допускается проектировать отдельные опоры трубчатых мельниц в виде поперечных стен на отдельных плитах.

2 При скальных и крупнообломочных грунтах допускается опирать стены, поддерживающие части мельниц с коротким барабаном, на отдельные плиты.

3. Установка двигателя и редуктора мельниц на разных фундаментах, не связанных жестко между собой, не допускается.

9.5. Армирование фундаментов мельничных установок следует предусматривать в соответствии с требованиями, изложенными в разд. 1 настоящей главы; при этом для общего конструктивного армирования массивных и стенчатых фундаментов следует применять сетки из стержней диаметром 12—16 мм с шагом в обоих направлениях соответственно 200—300 мм.

9.6. Расчет колебаний фундаментов мельничных установок следует производить на действие случайной динамической нагрузки, вызываемой движением заполнителя в барабане.

9.7. Амплитуды горизонтальных колебаний верхней грани массивных и стенчатых фундаментов мельничных установок, м, от действия случайной динамической нагрузки следует определять по формулам (1)—(5) прил. 3.

9.8. При групповой установке мельниц на одном фундаменте интенсивность случайной нагрузки B следует определять по формуле

$$B = \sqrt{\sum_{i=1}^{j} B_i^2}, \qquad (47)$$

где B_i — интенсивность случайной динамической нагрузки от i-той мельницы, опрсделяемая по формуле (2) прил. 3;

j — число мельниц.

9.9. Амплитуды горизонтальных колебаний рамных фундаментов мельничных установок $A_г$, м, от действия случайной нагрузки следует определять по формулам (6)—(8) прил. 3.

9.10. Собственная круговая частота колебаний фундаментов мельниц должна отличаться не менее чем на 25% от собственной круговой частоты $\lambda_в$ крутильных колебаний вала электродвигателя, определяемой по формуле

$$\lambda_в = \sqrt{\frac{K(\theta_1 + \theta_2 i^2)}{\theta_1 \theta_2}}, \qquad (48)$$

где θ_1 — момент инерции массы барабана с загрузкой относительно оси вращения барабана, тс·м·с^2;

θ_2 — момент инерции массы ротора электродвигателя относительно его оси вращения, тс·м·с^2;

K — крутильная жесткость вала, соединяющего ротор двигателя с приводной шестерней, тс·м/рад;

i — передаточное число зубчатой пары (шестерни и зубчатого венца барабана).

9.11. Максимальная предельно допускаемая амплитуда колебаний фундаментов мельничных установок принимается равной $A_д = 0{,}1$ мм.

9.12. Расчет прочности элементов конструкций фундаментов мельниц надлежит производить с учетом действия следующих нагрузок:

расчетного значения веса элементов конструкций и частей мельницы с учетом веса заполнения;

горизонтальной составляющей расчетной динамической нагрузки $P_д$, тс, приложенной к данной опоре и определяемой по формуле (3), в которой значения коэффициентов перегрузки и динамичности принимают соответственно $n = 1{,}3$ и $\eta = 1$, а величину $P^н$ принимают равной: для трубчатых мельниц $0{,}2\ Q_м$; для мельниц с коротким барабаном $0{,}1\ Q_м$, где $Q_м$ — часть нормативного значения веса мельницы (без мелющих тел и заполнения), приходящаяся на данную опору, тс.

9.13. При проверке по формуле (2) среднего статического давления $p_{ср}$ на основание фундаментов мельничных установок следует принимать значение коэффициента условий работы $m_0 = 0{,}8$, а коэффициента условий работы грунтов основания m_1: для водонасыщенных мелких и пылеватых песков, глинистых грунтов текучей консистенции 0,7, для остальных видов и состояний грунтов 1.

10. ФУНДАМЕНТЫ ПРЕССОВ

10.1. Требования настоящего раздела распространяются на проектирование фундамен-

тов винтовых, кривошипных и гидравлических прессов.

10.2. В состав задания на проектирование фундаментов прессов кроме материалов, перечисленных в п. 1.4 настоящей главы, должны входить следующие данные:

а) габаритные чертежи пресса с указанием вида выполняемых им технологических операций (штамповка, свободная ковка, вырубка);

б) нормативное значение номинального и действительного веса поступательно движущихся основных частей пресса и момент инерции их массы;

в) скорости поступательного и вращательного движения рабочих частей пресса в момент соприкосновения ползуна с поковкой, полная деформация поковки в процессе штамповки или ковки, коэффициенты вертикальной жесткости станины пресса.

10.3. Фундаменты прессов следует проектировать, как правило, в виде жестких плит или монолитных блоков.

10.4. Верхнюю часть фундамента, примыкающую к станине пресса, следует армировать двумя горизонтальными сетками из стержней диаметром 12 мм с квадратными ячейками размером 100 мм.

Участки фундамента под опорными частями пресса следует рассчитывать на выносливость и, в случае необходимости, предусматривать их дополнительное армирование.

10.5. Фундаменты винтовых прессов, предназначенных для штамповки или ковки, следует рассчитывать с учетом импульса вертикальной силы и импульса крутящего момента относительно вертикальной оси следующим образом:

а) амплитуды вертикальных колебаний A_z, м, фундамента следует определять по формуле

$$A_z = \frac{(1+\varepsilon)\,Sg}{(1+1{,}67\,\xi_z)\,\lambda_z\,Q}, \qquad (49)$$

где Q — расчетное значение общего веса установки (фундамента и пресса), тс, определяемое с учетом указаний п 1 35 настоящей главы,

ξ_z — коэффициент относительного демпфирования при вертикальных колебаниях фундамента, определяемый согласно указаниям п. 1.44 настоящей главы;

ε — коэффициент восстановления скорости удара, значение которого следует принимать: при холодной штамповке и ковке $\varepsilon=0{,}5$, при горячей штамповке и ковке $\varepsilon=0{,}25$,

λ_z — круговая частота свободных вертикальных колебаний установки, $с^{-1}$, определяемая по формуле

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{K_z g}{Q}}; \qquad (50)$$

K_z — коэффициент жесткости основания при упругом равномерном сжатии, тс/м, определяемый согласно указаниям п 1 43 настоящей главы;

S — импульс вертикальной силы, тс·с, определяемый по формуле

$$S = \frac{Q_0 V}{g}; \qquad (51)$$

Q_0 — расчетное значение веса поступательно движущихся рабочих частей пресса, тс;

V — скорость поступательного движения рабочих частей пресса в момент удара, м/с,

g — ускорение силы тяжести, равное 9,81 $м/с^2$.

б) амплитуды горизонтальных колебаний $A_г$, м, фундамента следует определять по формуле

$$A_г = A_\psi L, \qquad (52)$$

где L — расстояние от центра тяжести установки до наиболее удаленной точки фундамента, м,

A_ψ — амплитуда (угол поворота), рад, вращательных колебаний фундамента относительно вертикальной оси, проходящей через центр тяжести установки, определяемая по формуле

$$A_\psi = \frac{(1+\varepsilon)\,\theta_{oz}\omega}{(1+1{,}67\,\xi_\psi)\,\theta_z\,\lambda_\psi}; \qquad (53)$$

θ_{oz} — момент инерции вращающихся рабочих масс пресса, $тс\cdot м\cdot с^2$, относительно оси винта,

θ_z — момент инерции масс установки (фундамента и пресса), $тс\cdot м\cdot с^2$, относительно вертикальной оси, проходящей через ее центр тяжести;

ω — круговая частота вращения винта в момент удара, $с^{-1}$, принимаемая по заданию на проектирование;

λ_ψ — круговая частота свободных вращательных колебаний установки относительно вертикальной оси, $с^{-1}$, определяемая по формуле

$$\lambda_\psi = \sqrt{\frac{K_\psi}{\theta_z}}, \qquad (54)$$

K_ψ — коэффициент жесткости основания при упругом неравномерном сдвиге, тс·м, определяемый согласно указаниям п 1.43 настоящей главы,

ξ_ψ — коэффициент относительного демпфирования при вращательных колебаниях фундамента относительно вертикальной оси, проходящей через центр тяжести установки, определяемый согласно указаниям п. 1.45 настоящей главы;

ε — то же, что в формуле (49) настоящей главы.

10.6. Амплитуды вертикальных $A_в$, м, и горизонтальных $A_г$, м, колебаний фундаментов кривошипных прессов при операциях штамповки следует определять по формулам:

$$A_в = A_z + A_\varphi L; \qquad (55)$$

$$A_г = A_\varphi h, \qquad (56)$$

где A_z — амплитуда перемещений центра тяжести установки, м, определяемая по формуле (49) настоящей главы, в которой коэффициент $\varepsilon=0$, а величина импульса S определяется экспериментальным путем, при отсутствии опытных данных для предварительных расчетов

колебаний фундамента допускается импульс вертикальной силы определять по формуле (51) настоящей главы;
L — то же, что в формуле (52) настоящей главы;
h — расстояние от подошвы до верхней грани фундамента, м;
A_φ — амплитуда (угол поворота), рад, вращательных колебаний фундамента относительно горизонтальной оси, проходящей через центр тяжести подошвы фундамента перпендикулярно плоскости колебаний, определяемая по формуле

$$A_\varphi = \frac{S_м}{(1 + 1{,}67\,\xi_\varphi)\,\theta_у\,\lambda_\varphi}; \qquad (57)$$

$\theta_у$ — момент инерции масс установки относительно горизонтальной оси, проходящей через центр тяжести подошвы фундамента перпендикулярно плоскости колебаний, тс·м·с^2;
λ_φ — круговая частота свободных вращательных колебаний установки относительно горизонтальной оси, проходящей через центр тяжести подошвы фундамента перпендикулярно плоскости колебаний, с$^{-1}$, определяемая по формуле

$$\lambda_\varphi = \sqrt{\frac{K_\varphi - Qh_2}{\theta_у}}; \qquad (58)$$

K_φ — коэффициент жесткости основания при упругом неравномерном сжатии, тс·м, определяемый согласно указаниям п. 1.43 настоящей главы;
h_2 — расстояние от подошвы фундамента до центра тяжести установки, м;
ξ_φ — коэффициент относительного демпфирования при вращательных колебаниях фундамента относительно горизонтальной оси, проходящей через центр тяжести подошвы перпендикулярно плоскости колебаний, определяемый согласно указаниям п. 1.45 настоящей главы;
$S_м$ — величина импульса крутящего момента от замедления вращения рабочих частей пресса, тс·м·с, возникающего при выполнении штамповки, определяемая экспериментальным путем; при отсутствии опытных данных для предварительных расчетов колебаний фундамента величину $S_м$ допускается определять по формуле

$$S_м = 0{,}1\,\frac{P_н\,\delta}{\omega_0}; \qquad (59)$$

$P_н$ — номинальное усилие пресса, тс;
δ — полная деформация поковки в процессе штамповки, м;
ω_0 — круговая частота вращения кривошипа, с$^{-1}$, принимаемая по заданию на проектирование.

При операциях вырубки амплитуду вертикальных колебаний фундамента A_z, м, следует определять по формуле (49) настоящей главы, в которой коэффициент $\varepsilon = 0$, а величину импульса S следует определять экспериментальным путем; при отсутствии опытных данных для предварительных расчетов колебаний фундамента допускается величину импульса S вертикальной силы определять по формуле

$$S = \frac{0{,}3\,P_н}{\omega_1}; \qquad (60)$$

где ω_1 — круговая частота свободных колебаний станины, с$^{-1}$, определяемая по формуле

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{K_{ст}\,g}{Q_в}}; \qquad (61)$$

$K_{ст}$ — коэффициент вертикальной жесткости станины, тс/м, принимаемый по заданию на проектирование;
$Q_в$ — расчетное значение веса верхней части пресса, расположенной выше середины высоты станины, тс.

10.7. Фундаменты гидравлических прессов, предназначенных для штамповки или ковки, следует рассчитывать на действие импульса вертикальной силы. При этом амплитуду вертикальных колебаний фундамента следует определять по формуле (49) настоящей главы, принимая в ней коэффициент $\varepsilon = 0$, величину импульса S по формуле (51) настоящей главы, в которой V — максимальная скорость опускания подвижной траверсы, м/с.

10.8. Максимальная предельно допускаемая амплитуда колебаний фундаментов прессов $A_д = 0{,}25$ мм.

10.9. При проверке по формуле (2) среднего статического давления $p_{ср}$ на основание следует принимать значение коэффициента условий работы $m_0 = 1$ и коэффициента условий работы грунтов основания $m_1 = 1$.

11. ФУНДАМЕНТЫ ПРОКАТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

11.1. Требования настоящего раздела распространяются на проектирование фундаментов основного и вспомогательного оборудования прокатных и трубных цехов, а также оборудования непрерывного литья заготовок.

11.2. В состав задания на проектирование фундаментов прокатного оборудования кроме материалов, перечисленных в п. 1.4 настоящей главы, должны входить:

а) план основных осей оборудования с привязкой к осям здания, а также основные отметки оборудования; чертежи расположения фундаментных болтов, закладных деталей, план и разрезы помещений технического подвала или этажа, а также приямков, каналов, тоннелей в теле фундамента и т. п.;

б) данные о расположении лотков для гидравлического смыва окалины и возможные входы в траншеи лотков, а также о расположении мест возможного появления случайных производственных вод (во время эксплуата-

ции оборудования), выпуск которых следует предусматривать в проекте фундаментов;

в) указания о расположении мест, где необходимо устройство лестниц, монтажных проемов, ограждений и перекрытий;

г) данные о расположении участков фундаментов, подлежащих защите от действия высоких температур, кислот, масел, воды и ударных нагрузок;

д) данные о расположении в плане и размерах опорных плоскостей станин оборудования, схематические разрезы оборудования с указанием расположения и нормативных значений вертикальных и горизонтальных сил и крутящих моментов, передающихся на фундаменты;

е) данные о нормативных значениях максимальных нагрузок, систематически возникающих при работе основного и вспомогательного оборудования (например, вращающих моментах на валу приводного двигателя, горизонтальных силах, действующих на рабочую клеть и упоры, силах, действующих на фундамент при движении и остановке слитка, и т. п.), а также о нормативных значениях максимальных нагрузок, возникающих в аварийных случаях (например, при поломке шпинделя стана);

ж) технологические параметры для агрегатов горизонтальных клетей: номинальная мощность электродвигателя, диапазоны числа оборотов ротора электродвигателя, нижняя граница регулирования числа оборотов возбуждения двигателя, передаточное число редуктора, наименьшие диаметры соединительных шпинделей, площадь поперечного сечения прокатываемой заготовки (сечение на входе в клеть), число одновременно прокатываемых заготовок, нормативное значение веса электродвигателя и прокатных валков с подушками, временное сопротивление разрыву материала шпинделя, число пар шестерен редукторов;

з) данные для определения нормативных значений монтажных нагрузок, располагаемых в пределах перекрытия подвала и возле него, в виде плана, на котором указываются следующие основные зоны действия нагрузок: от стационарного технологического оборудования, от временно размещаемого сменного оборудования и оборудования при ремонтах с указанием веса, габаритов, количества монтажных единиц и минимальных проходов для наиболее тяжелого оборудования (сменные клети, валки с подушками и т. п.); данные для определения временных нагрузок от подвижного транспорта, содержащие характеристики и количество транспортных средств; данные для определения нагрузок в местах складирования металла (веса и размеры типовых вариантов штабелей, пирамид и т. п. с указанием проходов между ними); временную нагрузку от остального оборудования допускается задавать в виде сплошной равномерно распределенной нагрузки.

11.3. Под основное и вспомогательное прокатное оборудование следует проектировать массивные монолитные бетонные и железобетонные фундаменты с необходимыми вырезами, отверстиями и каналами или облегченные (рамные, стенчатые) монолитные или сборно-монолитные железобетонные фундаменты с использованием полостей и устройством в становых пролетах общих и местных технических этажей или подвалов; при этом установку рабочей и шестеренной клетей, редуктора и приводного двигателя следует предусматривать на общем фундаменте. Такие общие облегченные фундаменты следует устраивать состоящими из верхней и нижней плиты, соединенных колоннами и стенами или массивными устоями (опорами), отделенными швами от рабочей площадки и здания. Конструкцию опор верхней плиты (колонн, стен или устоев) следует назначать в зависимости от величины нагрузок оборудования на фундамент; в качестве несущих конструкций опор рекомендуется использовать внутренние стены, разделяющие технологические помещения.

Оборудование мелкосортных, проволочных и штрипсовых станов допускается размещать в пролетной части верхней фундаментной плиты. Основное оборудование крупносортных и среднесортных станов следует размещать над несущими опорами (колоннами или стенами). Рабочие и шестеренные клети листовых, толстолистовых, рельсобалочных и других тяжелых станов следует устанавливать на массивные устои.

11.4. Фундаменты прокатного оборудования и оборудования непрерывного литья заготовок следует проектировать наиболее простой конфигурации. Если заложение всех участков фундамента на одной отметке по глубине приводит к значительному перерасходу материалов, допускается отдельные участки фундамента закладывать на разной глубине.

Фундаменты, разделенные глубокими открытыми каналами (например, каналами для смыва окалины), следует связывать поверху

между собой железобетонными распорками через 3—6 м, расположение которых должно быть увязано с расположением оборудования.

11.5. Основные размеры фундаментов под прокатное оборудование в плане определяются размерами опорных плит и расположением оборудования, а также размерами тоннелей и каналов в теле фундамента.

Глубина заложения подошвы фундамента обусловливается глубиной тоннелей и каналов в теле фундамента и длиной заделки фундаментных болтов с учетом грунтовых условий строительной площадки.

11.6. Температурно-усадочные швы в фундаментах следует предусматривать на расстояниях:

для монолитных бетонных фундаментов 20 м;

для железобетонных фундаментов монолитных 40 м, сборно-монолитных 50 м.

Расстояние между температурно-усадочными швами допускается увеличивать при соответствующем обосновании и проверке конструкций расчетом.

Швы следует располагать таким образом, чтобы они разделяли фундамент на отдельные участки, несущие не связанное между собой оборудование и независимо работающие агрегаты.

11.7. Армирование облегченных (рамных и стенчатых) фундаментов следует производить по расчету в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию бетонных и железобетонных конструкций. Массивные фундаменты следует армировать нижней и верхней арматурой, причем верхнюю арматуру следует укладывать только под станинами оборудования с динамическими нагрузками.

11.8. Нижнюю арматуру фундаментов следует укладывать в виде горизонтальных сварных сеток с рабочими стержнями в одном направлении с шагом 200 мм.

Диаметр арматуры следует принимать равным 16 мм для фундаментов длиной до 30 м и 20 мм — длиной свыше 30 м.

11.9. Верхнюю арматуру под станинами следует предусматривать в виде сеток с шагом стержней 200 мм; диаметр стержней арматуры следует назначать в зависимости от диаметра болтов, крепящих оборудование к фундаментам, согласно табл. 10.

Таблица 10

Диаметр болтов для крепления оборудования к фундаментам, мм	Менее 42	42—56	Более 56
Диаметр стержней верхней арматуры сеток, мм	12	16	20

11.10. При близком расположении станин между собой для создания непрерывности армирования верхние сетки следует укладывать внахлестку с перепуском на 30 диаметров стыкуемых стержней. Вертикальные грани в местах уступов фундамента армировать не требуется.

11.11. В рабочем направлении арматурные сетки следует стыковать внахлестку с учетом требований главы СНиП по проектированию бетонных и железобетонных конструкций.

В нерабочем направлении арматурные сетки следует укладывать без перепуска стержней с расстоянием между крайними стержнями 200 мм и перекрывать рабочими сетками или распределительными сетками другого направления из стержней диаметром 6—8 мм.

11.12. Под станинами оборудования, воспринимающими систематически действующие ударные нагрузки, следует предусматривать установку по 2—3 сетки из стержней диаметром 10—12 мм с квадратными ячейками размером 100 мм, причем верхнюю сетку следует укладывать на расстоянии 20—30 мм от верхней грани фундамента, а следующие — с расстоянием между сетками по высоте фундамента, равным 100 мм.

Если оборудование с динамическими нагрузками должно быть установлено у края фундамента, то верхние сетки следует загибать вниз вдоль вертикальной грани угла на длину 15 диаметров загибаемых стержней.

11.13. При наличии местных воздействий от лучистой теплоты, ударов кусками падающей окалины и т. п. вертикальные грани фундамента следует армировать сетками из стержней диаметром 12 мм с квадратными ячейками размером 200 мм.

11.14. На участках фундаментов, подверженных систематическому воздействию теплового излучения, вызывающему нагрев бетона выше 50° С, следует предусматривать окрашивание бетона отражательными составами, устройство отражательных экранов или емкостных экранов (футеровок), а при нагреве бетона выше 200° С применять также жаростойкие бетоны.

11.15. При расчете массивных, стенчатых и рамных фундаментов под основное и вспомогательное прокатное оборудование следует производить проверку среднего статического

давления на основание, а для стенчатых и рамных фундаментов также производить расчет прочности элементов конструкций. Расчет колебаний массивных фундаментов под прокатное оборудование производить не требуется.

11.16. При проверке по формуле (2) среднего статического давления $p_{ср}$ на основание массивных, стенчатых и рамных фундаментов произведение коэффициентов условий работы и условий работы грунтов основания следует принимать $m_0\ m_1 = 1$.

11.17. Расчет прочности элементов фундаментов следует выполнять на действие расчетных значений постоянных и временных (длительных, временных основных и временных особых) нагрузок:

к постоянным нагрузкам относятся вес фундамента и давление грунта (вертикальное и горизонтальное);

к длительным временным нагрузкам относятся вес оборудования и монтажные нагрузки;

к временным основным относятся нагрузки (максимальные величины), систематически возникающие при работе оборудования;

к временным особым относятся нагрузки (максимальные величины), возникающие при работе оборудования в исключительных случаях, например при резком нарушении технологического процесса, и нагрузки, возникающие при авариях (поломка шпинделей, соединительных муфт и т. п.).

11.18. При определении расчетной динамической нагрузки $P_д$ по формуле (3) величину коэффициентов перегрузки и динамичности следует принимать соответственно $n = 1{,}2$ и $\eta = 2$.

12. ФУНДАМЕНТЫ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

12.1. Требования настоящего раздела распространяются на проектирование фундаментов металлорежущих станков нормальной, повышенной и высокой точности.

12.2. В состав задания на проектирование фундаментов металлорежущих станков кроме материалов, перечисленных в п. 1.4 настоящей главы, должны входить:

а) чертеж опорной поверхности станины станка с указанием опорных точек, рекомендуемых способов установки и крепления станка на фундаменте, расположения и размеров фундаментных болтов, закладных деталей, а также выемок, каналов и шахт, необходимость в которых вызывается конструкцией станка и условиями его монтажа и обслуживания (например, требованиями обеспечения удобного отвода стружки, доступа к подпятникам тяжелых карусельных станков и т. п.);

б) данные о нормативных значениях нагрузок на фундамент: для станков весом до 10 тс — общий вес станка, а для станков весом более 10 тс — схема расположения и нормативные значения статических нагрузок, передаваемых на фундамент;

в) для станков, требующих ограничения упругого крена фундамента, — данные о максимальных предельно допускаемых изменениях положения центра тяжести станка в результате установки тяжелых деталей и перемещения узлов станка (или нормативные значения максимального веса детали, веса подвижных узлов и координаты их перемещения), а также данные о максимальных предельно допускаемых величинах угла поворота фундамента относительно горизонтальной оси;

г) данные о классе станков по точности, а также о жесткости станины станков, о необходимости обеспечения жесткости за счет фундамента и о возможности частой перестановки станков;

д) для высокоточных станков — указания о необходимости и рекомендуемом способе их виброизоляции; кроме того, в особо ответственных случаях для таких станков (например, при установке высокоточных тяжелых станков или при установке высокоточных станков в зоне интенсивных колебаний оснований) в задании на проектирование должны быть представлены данные о результатах измерений колебаний грунта в местах, предусмотренных для установки станков, и другие данные, необходимые для определения параметров виброизоляции (максимальные предельно допускаемые амплитуды колебаний фундамента или максимальные предельно допускаемые амплитуды колебаний элементов станка в зоне резания и т. п.).

12.3. Проектная марка бетона фундаментов станков должна назначаться исходя из требований, изложенных в п. 1.6 настоящей главы, а при установке станков на полу цеха проектная марка бетона для подстилающего слоя пола должна назначаться также с учетом требований главы СНиП по проектированию полов.

12.4. Станки в зависимости от их веса, конструкции и класса точности допускается устанавливать на бетонном полу цеха на устроенные в полу утолщенные бегонные ленты (лен-

точные фундаменты) или на массивные фундаменты (одиночные или общие).

12.5. На полу цеха следует устанавливать станки весом до 10 тс (а при соответствующем обосновании до 15 тс) нормальной и повышенной точности с жесткими и средней жесткости станинами, для которых отношение $l/h<8$ (где l — длина, м, h — высота сечения станины станка, м,), а также высокоточные, виброизоляцию которых допускается осуществлять при помощи упругих опор, расположенных непосредственно под станиной станка.

На устраиваемые в полу цеха утолщенные бетонные ленты допускается устанавливать станки весом до 30 тс.

12.6. На специально проектируемые фундаменты следует устанавливать станки следующих видов:

а) с нежесткими станинами с отношением $l/h\geqslant 8$ и с составными станинами, в которых требуемая жесткость обеспечивается за счет фундамента;

б) весом более 10 тс, размещенные в помещениях с толщиной плиты пола, недостаточной для установки станков данного веса;

в) высокоточные, для виброизоляции которых необходима установка специальных фундаментов.

12.7. Станки (в случаях, перечисленных в п. 12.6 настоящей главы) допускается устанавливать как на одиночные фундаменты, так и на общие (если групповое размещение станков в соответствии с технологическими требованиями целесообразнее, чем установка их на одиночных фундаментах). Установка точных станков на общие фундаменты допускается только в случаях, если в числе группы станков, устанавливаемых на один фундамент, нет таких, при работе которых будут возникать значительные динамические нагрузки, вызывающие колебания с амплитудами, превышающими максимальные предельно допускаемые величины амплитуд, указанные в задании на проектирование.

12.8. Для высокоточных станков, устанавливаемых на виброизолированных фундаментах и требующих периодической юстировки, целесообразно использовать комбинированные упруго-жесткие опорные элементы, позволяющие переходить от упругой установки фундамента, обеспечивающей его виброизоляцию, к жесткой.

При проектировании виброизолированных фундаментов станков на резиновых ковриках должны быть предусмотрены средства, обеспечивающие возможность смены этих ковриков.

Виброизолированные фундаменты станков должны проектироваться на основе результатов соответствующего расчета.

12.9. Для одиночных фундаментов станков нормальной и повышенной точности весом до 30 тс высоту фундамента следует принимать в соответствии с данными, приведенными в табл. 11, а для станков весом более 30 тс — назначать из условия обеспечения необходимой жесткости станины за счет фундамента (в соответствии с заданием на проектирование) на основе соответствующего расчета, а также из конструктивных соображений (в частности, в зависимости от глубины приямков).

Таблица 11

Группа станков	Станки	Высота фундамента h, м, под металлорежущие станки нормальной и повышенной точности весом до 30 тс
1	Токарные Горизонтально-протяжные Продольно-фрезерные Продольно-строгальные	$0{,}3\sqrt{L}$
2	Шлифовальные	$0{,}4\sqrt{L}$
3	Зуборезные Карусельные, вертикальные полуавтоматы и автоматы Карусельно-фрезерные Консольно- и бесконсольно-фрезерные Горизонтально-расточные	$0{,}6\sqrt{L}$
4	Вертикально- и радиально-сверлильные	0,6—1 м
5	Поперечно-строгальные и долбежные	0,8—1,4 м

Примечания: 1. В поз. 1—3 L—длина фундамента, м 2. В поз. 4 и 5 бо́льшие значения следует принимать для станков бо́льших размеров. 3. Для агрегатных станков повышенной точности, многооперационных станков и станков с программным управлением (отдельных или в автоматических линиях) высоту фундаментов следует увеличивать на 20%

12.10. Высоту общих фундаментов станков нормальной и повышенной точности следует определять по результатам расчета фундамен-

та по прочности и жесткости с учетом минимально необходимой высоты (см. табл. 11), обеспечивающей требуемую жесткость станины отдельных станков, а также из конструктивных соображений, особенностей данного вида станка и условий его обслуживания.

12.11. При проектировании фундаментов станков, для которых требуется ограничение упругого крена фундамента, выбор типа основания следует производить с учетом результатов расчета основания по деформациям. При недопустимости перекосов фундаментов в проекте следует предусматривать меры по улучшению основания путем уплотнения грунта, химического укрепления его и т. п. или в особо ответственных случаях предусматривать устройство свайных фундаментов.

12.12. Фундаменты станков следует армировать сетками из стержней диаметром 8—10 мм с квадратными ячейками размером 300 мм, укладываемыми на расстоянии 20—30 мм от верхней и нижней граней фундамента.

12.13. Установку станков допускается производить как без крепления, так и с креплением фундаментными болтами.

Станки нормальной и повышенной точности допускается не крепить фундаментными болтами при установке их на полу цеха или на ленточных фундаментах, когда по технологическим условиям возможны частые перестановки станков (за исключением случаев, указанных в п. 12.17 настоящей главы).

Станки, устанавливаемые на одиночных или общих фундаментах, как правило, следует крепить фундаментными болтами.

12.14. Станки без крепления фундаментными болтами следует устанавливать на упругих опорах (в частности, прокладках типа резиновых ковриков), металлических прокладках или клиньях с подливкой цементным раствором.

12.15. На упругие опоры или прокладки допускается устанавливать станки с жесткими станинами (при $l/h<5$), при которых без ущерба для удобства работы на станке и качества обработки деталей возможны перекосы станка от веса перемещающихся узлов, а также станки, работающие с относительно небольшими динамическими нагрузками, вызывающими амплитуды колебаний станины того же порядка, что и максимальные предельно допускаемые амплитуды гармонических колебаний на рабочих местах в производственных помещениях.

12.16. На металлические клинья или прокладки с подливкой опорной поверхности станины цементным раствором допускается устанавливать большинство станков нормальной и повышенной точности, предназначенных для обработки деталей средних размеров.

12.17. Закрепление фундаментными болтами станков необходимо в следующих случаях:

а) когда это обусловлено требованиями техники безопасности производства;

б) при необходимости обеспечения совместной работы станины с фундаментом (например, станков высокой точности, устанавливаемых на одиночные фундаменты, или станков с длинными, не жесткими станинами, в которых требуемая жесткость станины обеспечивается за счет фундамента);

в) при динамических нагрузках от возвратно-поступательно перемещающихся масс (например, в продольно-строгальных станках) или от вращающихся неуравновешенных масс, могущих вызвать перемещения фундамента при работе на скоростных режимах (например, в токарных и фрезерных станках).

12.18. При проверке по формуле (2) среднего статического давления $p_{ср}$ на основание фундаментов станков значения коэффициентов условий работы и условий работы грунтов основания следует принимать соответственно $m_0=1$ и $m_1=1$.

12.19. При установке станков на утолщенных бетонных лентах пола или на отдельных фундаментах ленты и фундаменты следует рассчитывать по прочности на действие расчетных статических нагрузок (по п. 1.37 настоящей главы) и в случае необходимости на жесткость (см. п. 12.9 настоящей главы).

12.20. Расчет оснований фундаментов по деформациям следует производить в случаях ограничения углов поворота фундамента, при этом допускается пренебрегать упругостью фундамента. Расчет углов поворота фундамента следует производить на действие расчетных (с коэффициентом перегрузки $n=1$) статических, эксцентрично расположенных нагрузок.

12.21. Расчет колебаний фундаментов станков производить не следует.

12.22. Для снижения влияния источников вибрации на устойчивость фундаментов и работу станков при разработке проекта планировки цехов необходимо предусматривать размещение высокоточных станков на возможно большем расстоянии от источников сотрясений и вибраций (дорог, молотов и т. п.); в особо ответственных случаях допустимость установ-

ки высокоточных станков в зоне действия указанных источников следует проверять соответствующим расчетом, выполняемым по данным, содержащимся в задании на проектирование (см. п. 12.2 настоящей главы).

Расстояние от фундаментов высокоточных станков до фундаментов станков, работающих со значительными динамическими нагрузками (долбежные, строгальные и т. п.), должно быть не менее 15 м.

13. ФУНДАМЕНТЫ ВРАЩАЮЩИХСЯ ПЕЧЕЙ

13.1. Требования настоящего раздела распространяются на проектирование фундаментов вращающихся обжиговых печей, работающих в нормальном эксплуатационном режиме.

13.2. В состав задания на проектирование кроме материалов, перечисленных в п. 1.4 настоящей главы, должны входить:

а) чертежи корпуса печи с указанием толщин стальной оболочки, размеров бандажей и толщины футеровки;

б) данные о количестве зубьев венцовой шестерни;

в) величины нормативных нагрузок на фундаменты от опорных рам и роликов, а также на опору приводного оборудования от механизмов привода.

13.3. Фундамент вращающейся печи должен проектироваться в виде отдельных железобетонных опор, выполняемых монолитными или сборно-монолитными, отделенными от фундаментов и других конструкций здания.

13.4. Приводное оборудование и ближайшую роликоопору необходимо размещать на одной фундаментной опоре, которую следует выполнять, как правило, стенчатой конструкции прямоугольной формы со стенами в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

13.5. Расчетной схемой установки (печи и фундамента) является неразрезная балка (корпус печи), шарнирно опирающаяся на упругие опоры. Упругость опор учитывается в вертикальном и горизонтальном направлениях.

Вертикальные и горизонтальные нагрузки, направленные перпендикулярно и вдоль оси печи и действующие на опоры, следует определять с учетом совместной работы корпуса печи и фундамента.

13.6. При проектировании опор коэффициенты их жесткости в горизонтальном направлении, перпендикулярном оси печи, следует принимать не менее коэффициентов жесткости корпуса печи, причем для крайних опор не менее коэффициентов жесткости соседних с ними промежуточных опор.

Примечание Под коэффициентом жесткости корпуса печи следует понимать реакцию неразрезной балки в месте расположения рассматриваемой опоры при горизонтальном смещении ее на единицу.

13.7. Расчетные горизонтальные нагрузки на опоры T, тс, действующие вдоль оси печи, следует определять по формуле

$$T = \frac{PK}{\cos\alpha}, \qquad (62)$$

где P — расчетная вертикальная нагрузка, тс, определяемая по соответствующему сочетанию (п. 13 10 настоящей главы);

K — коэффициент трения подбандажной обечайки по опорным роликам, принимаемый равным 0,2;

α — угол между вертикалью и прямой, соединяющей ось корпуса печи с осью опорного ролика.

13.8. Горизонтальные нагрузки на опоры, действующие вдоль оси печи, при соответствующем обосновании допускается передавать на опору приводного оборудования стальными распорками, связывающими опоры в уровне их верха. При расчете распорок кроме усилий указанных в п. 13.7 настоящей главы, следует учитывать усилия, возникающие в них от температурных воздействий.

13.9. Максимальные расчетные нагрузки, тс, вертикальную $P_{макс}$ и горизонтальную $H_{макс}$, действующую на опору перпендикулярно оси печи, от веса печи, теплообменных устройств, футеровки и обжигаемого материала, монтажных и температурных деформаций корпуса печи следует определять в соответствии с расчетной схемой, указанной в п. 13.5 настоящей главы, принимая максимальное значение реакции, получаемое на опоре при эксцентриситете оси корпуса печи, равном 20 мм, задаваемом поочередно на каждой опоре в вертикальном и горизонтальном направлениях.

К величине горизонтальной нагрузки H для крайних опор следует вводить коэффициент перегрузки $n=2$, а для средних опор $n=1$.

13.10. Расчет фундаментов и основания необходимо производить при следующих сочетаниях нагрузок:

1) $P = P_{макс};\ H = 0;\ T = \frac{P_{макс} K}{\cos\alpha};$ (63)

2) $H = H_{макс};\ P = P_{с};\ T = \frac{P_{с} K}{\cos\alpha},$ (64)

где $P_{макс}$ и $H_{макс}$ — максимальное значение соответственно вертикальной и горизонтальной нагрузок на рассматриваемую опору, определяемое в соответствии с указаниями п. 13.9 настоящей главы;

P_0 — расчетная вертикальная нагрузка на опору, определяемая в соответствии с указаниями п. 13.5 настоящей главы без учета эксцентриситета печи, тс;
K — то же, что и в формуле (62).

Примечания: 1. Для опор, оборудованных гидроупорами, в качестве расчетного значения горизонтальной нагрузки, направленной вдоль оси печи, T, тс, следует принимать наибольшее из двух ее значений, определенных по формуле (62) и по усилию в гидроупоре.

2. Расчет опор на второе сочетание нагрузок следует производить с учетом момента, действующего в горизонтальной плоскости от нагрузки T, приложенной только к одному из роликов опоры печи.

13.11. Фундаменты под печи следует проектировать таким образом, чтобы значения частот собственных вертикальных и горизонтальных колебаний установки, определяемые в соответствии с расчетной схемой п. 13.5 настоящей главы, отличались не менее, чем на 25% от значения частоты зацепления зубьев привода ω, $с^{-1}$, вычисленной по формуле

$$\omega = 0{,}105\, N\, n_{об}, \qquad (65)$$

где N — число зубьев венцовой шестерни;
$n_{об}$ — число оборотов печи в 1 мин.

13.12. Расчет железобетонных элементов опор на выносливость следует производить на нагрузки, определяемые в соответствии с указаниями п. 13.10 настоящей главы, принимая коэффициент перегрузки $n = 0{,}8$.

13.13. Элементы железобетонных опор, в которых возможно образование трещин от знакопеременных усилий, рекомендуется выполнять предварительно напряженными.

13.14. Площадь подошвы опоры следует определять из условия допустимости ее отрыва от основания на величину, не превышающую четверти ширины подошвы.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

РАСЧЕТ КОЛЕБАНИЙ ФУНДАМЕНТОВ МАШИН С ПЕРИОДИЧЕСКИМИ НАГРУЗКАМИ[1]

Рамные фундаменты

1. Амплитуды горизонтально-крутильных колебаний верхней плиты рамных фундаментов $A_г$, м, следует определять по формуле

$$A_г = A_x + A_\psi \, l_{макс}, \qquad (1)$$

где $l_{макс}$ — расстояние от центра тяжести верхней плиты до оси наиболее удаленного подшипника машины, м;
A_x — амплитуда горизонтальных колебаний центра тяжести верхней плиты, м, вычисляемая по формуле

$$A_x = \frac{A_x^{ст}}{\sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2}{\lambda_x^2}\right)^2 + 4\left(\xi_x'\right)^2 \frac{\omega^2}{\lambda_x^2}}}; \qquad (2)$$

A_ψ — амплитуда (угол поворота), рад, вращательных колебаний верхней плиты относительно вертикальной оси, проходящей через ее центр тяжести, определяемая по формуле

$$A_\psi = \frac{A_\psi^{ст}}{\sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2}{\lambda_\psi^2}\right)^2 + 4\left(\xi_\psi'\right)^2 \frac{\omega^2}{\lambda_\psi^2}}}; \qquad (3)$$

$\omega = 0{,}105\, n_{об}$ — круговая частота вращения машины, $с^{-1}$;
$n_{об}$ — число оборотов в 1 мин;
$A_x^{ст}$, $A_\psi^{ст}$ — соответственно перемещение, м, и угол поворота, рад, центра тяжести верхней плиты при статическом действии силы $P_г$, определяемые по формулам:

$$A_x^{ст} = \frac{P_г}{S_x}; \qquad (4)$$

$$A_\psi^{ст} = \frac{P_г \, l_{макс}}{2S_\psi}; \qquad (5)$$

$P_г$ — расчетное значение горизонтальной составляющей динамической нагрузки, тс, определяемое по соответствующим разделам с учетом указаний п. 1.35 настоящей главы;
S_x, S_ψ — коэффициенты жесткости конструкции фундамента с учетом упругости основания соответственно в горизонтальном направлении, перпендикулярном оси вала машины, тс/м, и при повороте в горизонтальной плоскости, тс·м, определяемые по формулам (6) и (7) настоящего приложения;
ξ_x', ξ_ψ' — коэффициенты относительного демпфирования системы фундамент — грунт, определяемые по формулам (12) и (13) настоящего приложения,
λ_x, λ_ψ — круговые частоты горизонтальных и вращательных колебаний фундамента относительно вертикальной оси, проходящей через центр тяжести верхней плиты, $с^{-1}$, определяемые по формулам (14) и (15) настоящего приложения.

2. Коэффициенты жесткости конструкции фундамента S_x, тс/м, и S_ψ тс·м, следует вычислять по формулам:

$$S_x = \frac{1}{\frac{1}{K_x} + \frac{h^2}{K_\varphi} + \frac{1}{S_x^o}}; \qquad (6)$$

$$S_\psi = \frac{1}{\frac{1}{K_\psi} + \frac{1}{S_\psi^o}}, \qquad (7)$$

где K_x, K_ψ и K_φ — коэффициенты жесткости основания соответственно при упругом равномерном K_x и неравномерном K_ψ сдвиге и неравномерном сжатии K_φ, определяемые в соответствии с требованиями п. 1.43 для фундаментов на естественном основании или п. 1.52 настоящей главы для свайных фундаментов;
h — высота фундамента, м;
S_x^o — сумма коэффициентов жесткости всех поперечных рам фундамента в горизонтальном направлении, перпендикулярном оси вала машины, тс/м (n — число этих рам), определяемая по формуле

$$S_x^o = \sum_{i=1}^{n} S_i; \qquad (8)$$

S_ψ^o — сумма коэффициентов жесткости всех поперечных рам при повороте верхней плиты в горизонтальной плоскости относительно ее центра тяжести, тс·м, определяемая по формуле

$$S_\psi^o = \sum_{i=1}^{n} S_i e_i^2; \qquad (9)$$

e_i — расстояние от плоскости поперечных рам до центра тяжести верхней плиты, м.

Величины коэффициентов жесткости одноэтажных поперечных рам с жесткими узлами S_i, тс/м, следует определять по формуле

$$S_i = \frac{12 E_б I_{hi} (1 + 6k_i)}{h_i^3 (2 + 3k_i)}, \qquad (10)$$

где

$$k_i = \frac{h_i I_{li}}{l_i I_{hi}}; \qquad (11)$$

$E_б$ — модуль упругости материала рам верхнего строения, $тс/м^2$;
I_{hi}, I_{li} — моменты инерции площади поперечных сечений соответственно колонны и ригеля рамы, $м^4$;
h_i, l_i — соответственно расчетная высота колонны и расчетный пролет ригеля i-той поперечной рамы, м.

Примечание. Допускается принимать расчетную высоту колонн h_i равной расстоянию от верхней грани нижней плиты до оси ригеля (проходящей через центр тяжести площади его сечения), а расчетный пролет ригеля равным 0,9 расстояния между осями колонн

3. Коэффициенты ξ_x' и ξ_ψ' относительного демпфирования системы фундамент — грунт следует определять по формулам:

[1] К машинам с периодическими нагрузками относятся машины с вращающимися частями, кривошипно-шатунными механизмами, дробилки и др.

$$\xi'_x = S_x\left(\xi_x \frac{1}{K_x} + \xi_\varphi \frac{h^2}{K_\varphi} + \frac{\gamma}{2S_x^\circ}\right); \quad (12)$$

$$\xi'_\psi = S_\psi\left(\xi_\psi \frac{1}{K_\psi} + \frac{\gamma}{2S_\psi^\circ}\right); \quad (13)$$

где ξ_x, ξ_φ, ξ_ψ — коэффициенты относительного демпфирования для горизонтальных ξ_x и вращательных колебаний ξ_φ и ξ_ψ фундамента на грунте, определяемые в соответствии с требованиями п. 1.45 настоящей главы;
γ — коэффициент поглощения энергии при колебаниях, принимаемый для железобетона равным 0,1.

4. Круговые частоты колебаний фундамента λ_x и λ_ψ, $с^{-1}$ следует определять по формулам:

$$\lambda_x = \sqrt{\frac{S_x}{m_п}}; \quad (14)$$

$$\lambda_\psi = \sqrt{\frac{S_\psi}{\bar{\theta}_\psi}}, \quad (15)$$

где $\bar{m}_п$ — масса системы, включающая массу всей машины, верхней плиты, продольных балок и поперечных ригелей рам, примыкающих к верхней плите, и 30% массы всех колонн фундамента, $тс \cdot с^2/м$;
$\bar{\theta}_\psi$ — момент инерции массы $\bar{m}_п$ относительно вертикальной оси, проходящей через центр тяжести верхней плиты (горизонтальной рамы), $тс \cdot м \cdot с^2$; величину $\bar{\theta}_\psi$ допускается определять по приближенной формуле

$$\bar{\theta}_\psi = 0{,}1\,\bar{m}_п\, l^2, \quad (16)$$

где l — длина верхней плиты, м.

Массивные и стенчатые фундаменты

5. Амплитуды горизонтально-вращательных колебаний верхней грани массивных и стенчатых фундаментов $A_г$, м, следует определять по формуле

$$A_г = \frac{P_г}{K_x}\sqrt{\frac{\psi_1^2 + 4\xi_x^2\left(\frac{\omega}{\lambda_x}\right)^2\psi_2^2}{\Omega_1^2 + 4\xi_x^2\left(\frac{\omega}{\lambda_x}\right)^2\Omega_2^2}}, \quad (17)$$

где

$$\psi_1 = S_1 + \beta\frac{h_1}{h_2}S_3; \quad (18)$$

$$\psi_2 = S_2 + \beta\frac{h_1}{h_2}S_4; \quad (19)$$

$$S_1 = (1+\beta)\left(\frac{\lambda_\varphi}{\lambda_x}\right)^2 + \beta(1+\varkappa) - \left(\frac{\omega}{\lambda_x}\right)^2; \quad (20)$$

$$S_2 = (1+\beta)\frac{\lambda_\varphi}{\lambda_x}\frac{\xi_\varphi}{\xi_x} + \beta(1+\varkappa); \quad (21)$$

$$S_3 = 1 + \varkappa\left[1 - \left(\frac{\omega}{\lambda_x}\right)^2\right]; \quad (22)$$

$$S_4 = 1 + \varkappa; \quad (23)$$

$$\Omega_1 = \left(\frac{\omega}{\lambda_x}\right)^4 + (1+\beta)\left\{\left(\frac{\lambda_\varphi}{\lambda_x}\right)^2 - \left(\frac{\omega}{\lambda_x}\right)^2 \times \left[1 + \left(\frac{\lambda_\varphi}{\lambda_x}\right)^2 + 4\xi_x\xi_\varphi\frac{\lambda_\varphi}{\lambda_x}\right]\right\}; \quad (24)$$

$$\Omega_2 = (1+\beta)\left\{\left(\frac{\lambda_\varphi}{\lambda_x}\right)^2 + \frac{\lambda_\varphi}{\lambda_x}\frac{\xi_\varphi}{\xi_x} - \left(\frac{\omega}{\lambda_x}\right)^2\left[1 + \frac{\lambda_\varphi}{\lambda_x}\frac{\xi_\varphi}{\xi_x}\right]\right\}; \quad (25)$$

$$\beta = \frac{h_2^2 m_п}{\theta}; \quad (26)$$

$$\varkappa = \frac{M}{P_г h_2}, \quad (27)$$

λ_x, λ_φ — круговые частоты колебаний фундамента, $с^{-1}$, соответственно горизонтальных и вращательных относительно горизонтальной оси, проходящей через центр тяжести подошвы фундамента перпендикулярно плоскости колебаний, определяемые по формулам:

$$\lambda_x = \sqrt{\frac{K_x}{m_п}}; \quad (28)$$

$$\lambda_\varphi = \sqrt{\frac{\bar{K}_\varphi}{\theta_o}}; \quad (29)$$

$$\bar{K}_\varphi = K_\varphi - Qh_2, \quad (30)$$

K_x и K_φ — коэффициенты жесткости основания, тс/м и тс·м, определяемые согласно указаниям п. 1.43 настоящей главы;
θ — момент инерции массы всей установки (фундамента с засыпкой грунта на его обрезах и выступах и машины) относительно оси, проходящей через общий центр тяжести перпендикулярно плоскости колебаний, $тс \cdot м \cdot с^2$;
θ_o — момент инерции массы всей установки относительно оси, проходящей через центр тяжести подошвы фундамента перпендикулярно плоскости колебаний, $тс \cdot м \cdot с^2$, равный $\theta_o = \theta + m_п h_2^2$;
$Q = Q_Ф + Q_м$;
$Q_Ф$ и $Q_м$ — расчетные значения веса соответственно фундамента с засыпкой грунта на его обрезах и выступах и машины, тс, определяемые с учетом указаний п. 1.35 настоящей главы;
$m_п = \frac{Q_Ф + Q_м}{g}$ — масса всей установки, $тс \cdot с^2/м$;
$P_г$ — расчетная горизонтальная составляющая возмущающих сил машины, тс, определяемая по соответствующим разделам с учетом указаний п. 1.35 настоящей главы;
M — расчетное значение возмущающего момента, тс·м, равного сумме моментов от горизонтальных составляющих возмущающих сил при приведении их к оси, проходящей через центр тяжести установки перпендикулярно плоскости колебаний, и возмущающему моменту машины;
h_1, h_2 — расстояния от общего центра тяжести установки соответственно до верхней грани фундамента и до подошвы фундамента, м;

ω — круговая частота вращения машины, $с^{-1}$, определяемая по формуле

$$\omega = 0{,}105\, n_{об}; \qquad (31)$$

$n_{об}$ — число оборотов машины в 1 мин;
ξ_x, ξ_φ — коэффициенты относительного демпфирования соответственно для горизонтальных и вращательных колебаний, принимаемые согласно указаниям п. 1.45 настоящей главы.

6. Главные собственные частоты колебаний установки $\lambda_{1,2}$, $с^{-1}$, следует определять из соотношения

$$\left(\frac{\lambda_{1,2}}{\lambda_x}\right)^2 = \frac{Z}{2} \mp \sqrt{\left(\frac{Z}{2}\right)^2 - (1+\beta)\left(\frac{\lambda_\varphi}{\lambda_x}\right)^2}, \qquad (32)$$

где

$$Z = (1+\beta)\left[1+\left(\frac{\lambda_\varphi}{\lambda_x}\right)^2\right]; \qquad (33)$$

λ_x, λ_φ, β — то же, что в формулах п. 5 настоящего приложения.

7. Амплитуды горизонтальных A_x, м, и вращательных A_φ, рад, колебаний массивных и стенчатых фундаментов следует определять по формуле (17) настоящего приложения, принимая $S_3 = S_4 = 0$ (при определении A_x) и $S_1 = S_2 = 0$, $h_1 = 1$ (при определении A_φ).

Амплитуды горизонтально-вращательных колебаний верхней грани фундамента $A_г$, м, при действии только момента M ($P_г = 0$) следует определять по формуле

$$A_г = \frac{M\beta}{K_x h_2} \times \sqrt{\frac{\left[1+\frac{h_1}{h_2}\left(1-\frac{\omega^2}{\lambda_x^2}\right)\right]^2 + 4\xi_x^2\left(\frac{\omega}{\lambda_x}\right)^2\left(1+\frac{h_1}{h_2}\right)^2}{\Omega_1^2 + 4\xi_x^2\left(\frac{\omega}{\lambda_x}\right)^2\Omega_2^2}}. \qquad (34)$$

Обозначения в формуле (34) те же, что и в формулах п. 5 настоящего приложения.

8 Амплитуды вертикальных колебаний массивных и стенчатых фундаментов $A_в$, м, следует определять по формуле

$$A_в = A_z + A_z', \qquad (35)$$

где

$$A_z = \frac{P_в}{K_z \sqrt{\left[1-\left(\frac{\omega}{\lambda_z}\right)^2\right]^2 + 4\xi_z^2\left(\frac{\omega}{\lambda_z}\right)^2}}; \qquad (36)$$

$$A_z' = \frac{P_в e l \beta}{2K_x h_2^2} \times \sqrt{\frac{\left[1-\left(\frac{\omega}{\lambda_x}\right)^2\right]^2 + 4\xi_x^2\left(\frac{\omega}{\lambda_x}\right)^2}{\Omega_1^2 + 4\xi_x^2\left(\frac{\omega}{\lambda_x}\right)^2\Omega_2^2}}, \qquad (37)$$

$P_в$, e — соответственно расчетная вертикальная составляющая возмущающих сил машины, тс, определяемая по соответствующим разделам с учетом указаний п. 1.35 настоящей главы, и эксцентриситет ее приложения, м;

K_z — коэффициент жесткости основания, тс/м, определяемый согласно указаниям п. 1.43 настоящей главы;
λ_z — круговая частота собственных вертикальных колебаний фундамента, $с^{-1}$, определяемая по формуле

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{K_z}{m_п}}; \qquad (38)$$

ξ_z — коэффициент относительного демпфирования для вертикальных колебаний, определяемый согласно указаниям п. 1.44 настоящей главы;
l — длина фундамента, м;
ω, λ_x, K_x, ξ_x, Ω_1, Ω_2, h_2, β — то же, что в формулах п. 5 настоящего приложения.

9. При определении амплитуд колебаний фундаментов машин с периодическими нагрузками значения коэффициентов относительного демпфирования следует принимать равными $\xi_{z,x,\varphi,\psi} = 0$, если круговая частота вращения машины отличается не менее чем на 25% от собственных частот колебаний установки.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

РАСЧЕТ КОЛЕБАНИЙ ФУНДАМЕНТОВ МАШИН С ИМПУЛЬСНЫМИ НАГРУЗКАМИ[1]

1. Амплитуды вертикальных колебаний фундамента при центральной установке машины A_z, м, следует определять по формуле

$$A_z = \frac{(1+\varepsilon)\, V Q_o}{(1+1{,}67\,\xi_z)\,\lambda_z Q}, \qquad (1)$$

где ε — коэффициент восстановления скорости удара, значение которого следует принимать по соответствующим разделам настоящей главы;
V — скорость падающих частей в начале удара, м/с, принимаемая по данным завода-поставщика или при отсутствии таких данных определяемая по соответствующим разделам настоящей главы;
Q_o — расчетное значение веса падающих частей машины, тс, принимаемое по соответствующим разделам настоящей главы с учетом указаний п. 1.35 настоящей главы;
ξ_z — коэффициент относительного демпфирования для вертикальных колебаний, определяемый согласно указаниям п. 1.44 настоящей главы;
λ_z — круговая частота свободных вертикальных колебаний фундамента, $с^{-1}$, определяемая по формуле

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{K_z g}{Q}}; \qquad (2)$$

K_z — коэффициент жесткости основания, тс/м, определяемый по указаниям п. 1.43 для фундаментов на естественном основании или п. 1.52 настоящей главы для свайных фундаментов;
Q — расчетное значение общего веса фундамента, установки и засыпки грунта, расположенного на обрезах фундамента, тс, определяемое с учетом указаний п. 1.35 настоящей главы;
g — ускорение силы тяжести, $м/с^2$.

[1] К машинам с импульсными нагрузками относятся кузнечные молоты, формовочные машины литейного производства и др.

2. Амплитуды вертикальных колебаний фундамента при эксцентричной установке машины $A_в$, м, следует определять по формуле

$$A_в = A_z + A'_z, \qquad (3)$$

в которой A_z определяется по формуле (1) настоящего приложения, а A'_z — по формуле

$$A'_z = \frac{(1+\varepsilon)\, VQ_0\, el\beta}{2Qh_2^2\lambda_\varphi (1+\beta)(1+1{,}67\,\xi_\varphi)}, \qquad (4)$$

где e — эксцентриситет удара, м;
l — длина фундамента, м;
ε, V, Q_0, Q, ξ_z, λ_z — то же, что в п. 1 настоящего приложения;
β, h_2, ξ_φ, λ_φ — то же, что в п. 5 прил. 1.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

РАСЧЕТ КОЛЕБАНИЙ ФУНДАМЕНТОВ МАШИН НА СЛУЧАЙНЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ

1. Амплитуды горизонтальных колебаний верхней грани массивных и стенчатых фундаментов машин (например, мельниц) $A_г$, м, рассчитываемых на случайные динамические нагрузки, следует определять по формуле

$$A_г = \frac{B}{\lambda_x^2 m_п} \times$$

$$\times \sqrt{\frac{\lambda_x}{2\xi_x}\left[\frac{\nu_1^2}{\bar{\xi}_1}\left(1+\frac{h_1}{h_2}\rho_1\right)^2 + \frac{\nu_2^2}{\bar{\xi}_2}\left(1+\frac{h_1}{h_2}\rho_2\right)^2\right]}, \qquad (1)$$

где B — интенсивность случайной нагрузки, тс·с$^{1/2}$, определяемая по формуле

$$B = \alpha m' \omega d \sqrt{\omega\left[1-\left(\frac{\omega^2 d}{20}\right)^2\right]}; \qquad (2)$$

$$\nu_{1,2} = \frac{1+\frac{h_o}{h_2}\rho_{1,2}}{\left(\frac{\lambda_{1,2}}{\lambda_x}\right)^{3/2}\left(1+\rho_{1,2}^2\frac{1}{\beta}\right)}; \qquad (3)$$

$$\rho_{1,2} = 1-\left(\frac{\lambda_{1,2}}{\lambda_x}\right)^2; \qquad (4)$$

$$\bar{\xi}_{1,2} = \frac{\left(\frac{\lambda_{1,2}}{\lambda_x}\right)^4 + \frac{\xi_\varphi}{\xi_x}\left(\frac{\lambda_\varphi}{\lambda_x}\right)^2 \frac{(1+\beta)}{\beta}\rho_{1,2}^2}{\left(\frac{\lambda_{1,2}}{\lambda_x}\right)^4 + \left(\frac{\lambda_\varphi}{\lambda_x}\right)^2 \frac{(1+\beta)}{\beta}\rho_{1,2}^2}, \qquad (5)$$

h_o — расстояние от центра тяжести установки до оси вращения барабана мельницы, м;
m' — масса загрузки барабана мельницы, тс·с^2/м;
ω — круговая частота вращения барабана, с$^{-1}$;
d — диаметр барабана, м;
α — коэффициент, зависящий от типа машины (мельницы) и принимаемый:
для стержневых мельниц $\alpha = 0{,}015$;
для остальных типов мельниц $\alpha = 0{,}001$.
β, $m_п$, h_1, h_2, λ_x, λ_φ, ξ_x, ξ_φ, $\lambda_{1,2}$ — то же, что и в формулах пп. 5, 6 прил. 1.

2. Амплитуды горизонтальных колебаний рамных фундаментов машин (например, мельниц) $A_г$, м, рассчитываемых на случайные динамические нагрузки, следует определять по формуле

$$A_г = A_x + A_\psi\, l_{макс}, \qquad (6)$$

где $l_{макс}$ — расстояние от центра тяжести верхней части фундамента до оси наиболее удаленного подшипника мельницы, м;
A_x и A_ψ — амплитуды соответственно горизонтальных колебаний верхней плиты, м, и вращательных колебаний относительно вертикальной оси, проходящей через центр тяжести плиты, рад, определяемые по формулам:

$$A_x = \frac{B}{S_x}\sqrt{\frac{\lambda_x}{2\xi'_x}}; \qquad (7)$$

$$A_\psi = \frac{Be}{S_\psi}\sqrt{\frac{\lambda_\psi}{2\xi'_\psi}}, \qquad (8)$$

B — определяется по формуле (2) настоящего приложения;
e — расстояние в плане от центра тяжести верхней части фундамента до середины длины барабана, м;
S_x, S_ψ, λ_x, λ_ψ, ξ'_x, ξ'_ψ — то же, что и в формулах пп. 1—4 прил. 1.

gost.e-ecolog.ru