

Изменение N 1

к СП 413.1325800.2018 Здания и сооружения, подверженные динамическим воздействиям. Правила проектирования

ОКС 91.120.25

Дата введения 2021-06-24

УТВЕРЖДЕНО И ВВЕДЕНО В ДЕЙСТВИЕ приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от 23 декабря 2020 г. N 829/пр

Содержание

Дополнить наименованием приложения В в следующей редакции:

"Приложение В Принципиальные решения систем виброизоляции и основные расчетные схемы. Виброизоляция зданий и сооружений".

Введение

Дополнить третьим абзацем в следующей редакции:

"Изменение N 1 к настоящему своду правил разработано авторским коллективом АО "НИЦ "Строительство" - ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко (д-р техн. наук *И.И.Ведряков, Ю.Т.Чернов*, канд. техн. наук *М.В.Арутюнян, А.М.Арутюнян*)."

1 Область применения

Пункт 1.1. Изложить в новой редакции:

"1.1 Настоящий свод правил распространяется на проектирование конструкций зданий и сооружений, подверженных динамическим воздействиям, кроме сейсмических, ветровых и взрывных."

2 Нормативные ссылки

Исключить ссылки:

"ГОСТ 10884-94 Сталь арматурная термомеханически упроченная для железобетонных конструкций. Технические условия";

"СП 22.13330.2016 "СНиП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений"".

Дополнить ссылкой в следующей редакции:

"СП 296.1325800.2017 Здания и сооружения. Особые воздействия (с изменением N 1)".

СП 16.13330.2017. Дополнить словами: "(с изменениями N 1, N 2)".

Заменить ссылку: "СП 63.13330.2012 "СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения" (с изменениями N 1, N 2, N 3) на "СП 63.13330.2018 "СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения" (с изменением N 1)".

3 Термины и определения

Дополнить пунктом 3.4 в следующей редакции:

"3.4 **демпфер**: Устройство, создающее рассеяние механической энергии, применяемое для подавления вибрации колебательной системы."

4 Общие положения

Пункт 4.1.1. Изложить в новой редакции:

"4.1.1 Положения настоящего свода правил распространяются на проектирование, расчет и эксплуатацию зданий и сооружений, подвергающихся эксплуатационным динамическим воздействиям и воздействиям аварийного типа, за исключением взрывных, возникающих, в частности, при падении грузов, аварийной остановке оборудования и т.п."

Пункт 4.1.5. Перечисление и). Изложить в новой редакции:

"и) для строительной площадки - сведения о характере и уровне колебаний, частотном составе и возможных источниках колебаний, расположенных от проектируемого здания или сооружения на расстоянии:

700 м - от железных дорог и промышленных зон,

230 м - от автомагистралей,

170 м - от линий метрополитена."

Пункты 4.1.6, 4.1.7. Изложить в новой редакции:

"4.1.6 Расчеты выполняют на действие нагрузок, вызванных:

а) нормальной работой, пуском и остановкой, в том числе аварийной, установленных в здании машин и оборудования с возвратно-поступательным, вращательным и другим подобным движением масс;

б) работой машин ударного действия (штампов, молотов, прессов, испытательных машин и т.п.), возбуждающих кратковременные, импульсные и аналогичные нагрузки;

в) быстро прикладываемыми или снимаемыми силами (при разрушении, в том числе внезапном, несущих элементов конструкций), свободно летящих или падающих частей;

г) ударными воздействиями, вызванными в том числе столкновением транспортных средств и т.п. согласно требованиям СП 296.1325800.

4.1.7 К внешним источникам, воздействия от которых передаются на конструкции сооружений, относятся: транспортные магистрали с интенсивным движением (автомобильные и железные дороги, линии метрополитена); промышленные зоны; строительные площадки с виброактивным оборудованием (виброкатками, ударными установками и т.п.)."

Пункт 4.1.8. Перечисление в). Заменить слово: "процессом;" на "процессом."

Перечисление г). Исключить.

Пункты 4.1.11, 4.1.12. Изложить в новой редакции:

"4.1.11 При расчетных значениях частот собственных колебаний элементов конструкций зданий, определенных на стадии проектирования, и составляющих частотного спектра колебаний, возбуждаемых внешними источниками в пределах менее 30%, следует предусматривать инструментальное обследование колебаний на площадке строительства с целью:

а) определить вид колебаний - периодические, свободные, случайные и т.п.;

б) вычислить частотный спектр;

в) определить амплитудные значения перемещений, скоростей и ускорений из записей в реальном времени и оценить их допустимость в соответствии с нормируемыми предельными значениями.

4.1.12 Колебания строительных конструкций в помещениях жилых и общественных зданий, возбуждаемые внутренними и внешними источниками, не должны превышать предельные значения

уровней колебаний (скоростей и ускорений) по СН 2.2.4/2.1.8.566."

Пункт 4.1.13. Исключить.

Пункт 4.1.15. Исключить.

Пункт 4.1.17. Исключить.

Пункт 4.2.1. Изложить в новой редакции:

"4.2.1 Машины, установки и оборудование категорий динамичности III, IV следует располагать на полу первых этажей многоэтажных зданий или на отдельных конструкциях, не связанных с каркасом.

Машины, установки и оборудование категорий динамичности I, II, III, IV, создающие динамические нагрузки, допускается располагать на конструкциях покрытия здания при условии виброизоляции.

Устанавливаемое вне зданий виброактивное оборудование категорий динамичности III, IV (например, дизели, компрессоры, копры, молоты) следует располагать как можно дальше от жилых и общественных, а также от промышленных зданий."

Пункт 4.2.3. Изложить в новой редакции:

"4.2.3 Машины и установки с большими динамическими нагрузками следует опирать (либо подвешивать) на специальные опорные конструкции, не связанные с каркасом здания. В отдельных случаях следует также применять опорные конструкции, соединенные с колоннами каркаса, но не связанные с перекрытиями."

Таблица 4.1. Изложить в новой редакции:

"Таблица 4.1 - Сводная таблица для определения области применения арматурных сталей в железобетонных конструкциях, подвергающихся действию динамических нагрузок

Вид и класс арматуры	Химический состав (марка) стали; нормативные документы, регламентирующие качество арматуры	Диаметр, мм	Температурные условия эксплуатации конструкций			
			в отапливаемых зданиях	на открытом воздухе и в неотапливаемых зданиях при температуре, °С		
				до -30	ниже -30 до -40	ниже -40 до -55
Арматурная сталь класса А-I (А240)	Ст3кп	6-40	+	+	+	+
	Ст3пс		+	+	+	-
	Ст3сп		+	+	-	-
	по ГОСТ 5781					
Арматурная сталь класса А-III (А400)	35ГС	6-40	+	+	-	-
	25Г2С		+	+	+	+ 1)
	32Г2Рпс		+	+	-	-
	по ГОСТ 5781					
Арматурная сталь класса А-IV (А600)	80С	10-32	+	+	+	+ 2)

	20ХГ2Ц по ГОСТ 5781		+	+	+	+ 2)
Арматурная сталь класса А-V (А800)	23Х2Г2Т по ГОСТ 5781	10-32	+ 2)	+ 2)	+ 2)	+ 2)
Арматурная сталь класса А-VI (А1000)	22Х2Г2АЮ 22Х2Г2Р 20Х2Г2СР по ГОСТ 5781	10-22	+	+	+	+
Проволока арматурная ВР-2 класса прочности 1400, 1500	По ГОСТ 7348	-	+	+	+	+
Канат арматурный (пряди) К7 класса прочности 1400-1700	По ГОСТ 13840	-	+	+	+	+
<p>1) Арматурная сталь может применяться только в вязаных каркасах и сетках.</p> <p>2) Арматура может применяться в виде целых стержней мерной длины.</p> <p>Примечание - Знак "+" означает применение допускается, знак "-" - применение не допускается.</p>						

."

Пункт 4.4.10. Первый абзац. Изложить в новой редакции:

"4.4.10 При сосредоточенном опирании машины на перекрытие допускается считать, что динамические силы приложены в точках опирания, при этом если отношение расстояния a между опорами машины по длине элемента перекрытия к его пролету l менее 0,2, то сосредоточенные силы в местах опирания машины допускается заменять силой и моментом, приложенными в точке, являющейся проекцией центра масс на плоскость перекрытия."

Пункт 4.4.12. Второй абзац. Изложить в новой редакции:

"Расчетные нагрузки от экстренных режимов одновременной работы нескольких машин, необходимо определять следующим образом: если j - общее число машин и j_1 - число машин, работающих в экстренных режимах, то расчет следует проводить на нормативную нагрузку от $j - j_1$ машин и на расчетную нагрузку от j_1 машин, где $j_1 = 1$ при $j = 1 \div 10$; $j_1 = 2$ при $j = 11 \div 20$ и т.д. При этом коэффициент надежности по нагрузке вводят для тех машин, которые расположены невыгодным образом или имеют наибольшие нормативные динамические нагрузки."

5 Основные расчетные положения

Пункт 5.2. Дополнить после примечания 2 третьим абзацем и таблицей 5.1а в следующей редакции:

"Предельные значения колебаний при проектировании строительных конструкций перекрытий и полов промышленных зданий по условиям комфортности пребывания людей следует принимать по таблице 5.1а.

Таблица 5.1а - Допустимые амплитуды колебаний при проектировании строительных конструкций перекрытий и полов промышленных зданий для различных условий воздействия вибрации

Частота полосы, Гц	Амплитуда виброперемещения, $m \cdot 10^{-3}$
--------------------	---

	на постоянных рабочих местах в производственных помещениях предприятий	на рабочих местах в производственных помещениях, не имеющих машин, генерирующих вибрацию	на рабочих местах заводоуправления, в помещениях персонала, не занимающегося физическим трудом
2	1,4	0,57	0,2026
4	0,25	0,1	0,0354
8	0,063	0,025	0,0090
16	0,0282	0,0112	0,0039
31,5	0,0141	0,0056	0,0020
63	0,0072	0,0028	0,0010

”.

Пункт 5.11. Изложить в новой редакции:

”5.11 Во всех случаях допускаемая амплитуда колебаний перегородок не должна превышать 0,6 мм, если нет других, более жестких ограничений.”.

Пункт 5.13. Исключить.

Пункт 5.18. Формула (5.10). Изложить в новой редакции:

$$P = R \frac{P_r^2}{\omega^2} \mu \gamma, \quad (5.10)''.$$

Приложение А Способы уменьшения колебаний несущих конструкций

Пункт А.2. Перечисление д). Изложить в новой редакции:

”д) уравнивание и балансировка машин, создание эксплуатационных условий, препятствующих разбалансировке и образованию случайных дисбалансов; применение специальных устройств, обеспечивающих работу нескольких машин попарно в противофазе.”.

Пункт А.3. Перечисление ж). Изложить в новой редакции:

”ж) уровень колебаний элементов конструкций зданий и сооружений, возбуждаемый от оборудования в промышленных зонах, движущегося транспорта и т.п., следует уменьшать:

- снижением уровней динамических воздействий от оборудования одним из указанных выше способов;

- созданием внешних преград.”.

Приложение Б Общие положения динамического расчета строительных конструкций

Пункт Б.2.6. Исключить.

Пункт Б.2.7. Изложить в новой редакции:

”Б.2.7 Расчет конструкций при внешних динамических воздействиях следует проводить на основе решений уравнений колебаний при кинематических воздействиях.”.

Дополнить свод правил приложением В в следующей редакции:

**”Приложение В
Принципиальные решения систем виброизоляции и основные расчетные схемы.**

Виброизоляция зданий и сооружений

В.1 Принципиальные решения систем виброизоляции и основные расчетные схемы

В.1.1 Общие положения

Виброизоляция виброактивного и виброчувствительного оборудования, зданий и сооружений является эффективным и наиболее распространенным способом снижения уровней колебаний. По целям и задачам виброизоляция разделяется на два типа: активная и пассивная.

Активная виброизоляция оборудования, возбуждающего периодические, гармонические и ударные динамические воздействия, позволяет снизить уровни колебаний опорных конструкций (перемещений, скоростей и ускорений) до допустимых значений, содержащихся в СН 2.2.4/2.1.8.566, и удовлетворять требованиям по ограничению уровней колебаний для оборудования высокотехнологичных производств.

Цель пассивной виброизоляции - снижение уровней колебания объекта по отношению к уровню колебаний поддерживающей конструкции.

Расчет виброизоляции оборудования с периодическими или гармоническими воздействиями следует выполнять в эксплуатационном и переходных режимах (пуска и остановки) при прохождении через резонанс. При расчетах следует учитывать жесткость подвоек и ограничения, связанные с работой самого виброактивного оборудования.

В.1.2 В системах активной и пассивной виброизоляции следует применять виброизоляторы: металлические пружины, в том числе заневоленные, резиновые, резинометаллические, комбинированные резинопружинные и пружинно-пластмассовые элементы.

Виброизоляторы в целях экономии места при их размещении должны обладать максимальным отношением несущей способности к занимаемой им площади.

Для снижения уровней колебаний в околорезонансных режимах в систему включают дополнительные элементы: связи, демпферы вязкого или сухого трения.

В.1.3 При периодических или гармонических воздействиях следует выполнять расчет в эксплуатационном и переходном режимах.

При прохождении через резонанс уровни колебаний значительно выше, что может приводить к разрушению виброизоляторов и связанных с системой дополнительных связей, в частности трубопроводов.

Для снижения уровней колебаний в резонансных и переходных режимах следует применять комбинированные виброизоляторы, обладающие более высоким уровнем диссипативных сил, или устанавливать в систему виброизоляторов дополнительные элементы: упругие связи или демпферы вязкого или сухого трения, включающиеся в работу и отключающиеся в зонах перед и после резонансных. В этих случаях системы следует рассчитывать как нелинейные с использованием численных методов.

Снижение уровней колебаний систем с демпферами может составлять до 40%.

Выбор, конструирование и установку систем виброизоляции следует выполнять силами профильной организации.

В.1.4 Основные расчетные схемы виброизоляции:

- системы с одной степенью свободы: оборудование установлено на виброизоляторы - при воздействии нагрузки только в одном направлении линейном или угловом (система с вращающимися частями, в которых центр масс совпадает с осью вращения);

- системы с двумя степенями свободы: виброизолированная система с дополнительной массой, связанной с оборудованием упругими связями, - системы с гасителем колебаний, установленным на (или вблизи) оборудовании или между оборудованием и основанием при однонаправленных внешних воздействиях;

- системы с тремя степенями свободы: виброизолированное массивное оборудование с однонаправленной системой внешних сил, совершающее плоские колебания, - в вертикальном и горизонтальном направлениях и вращательные в плоскости колебания.

В.1.5 Значительное по своим размерам (площадью более чем $1,2 \text{ м}^2$ в плане) виброактивное оборудование, рассматриваемое как жесткое тело, установленное на виброизоляторы, следует рассчитывать как плоскую систему с тремя степенями свободы: два линейные перемещения и угол поворота относительно оси, перпендикулярной плоскости колебаний и проходящей через центр масс.

В.1.6 Уравнения движения, описывающие колебания линейных и нелинейных (с дополнительными связями) систем виброизоляции в эксплуатационных переходных режимах, следует решать численными методами.

В.2 Виброизоляция зданий и сооружений

В.2.1 Общие положения

Основными внешними источниками колебаний зданий и сооружений являются автомобильные магистрали с интенсивным движением, железнодорожные пути, линии метрополитена, промышленные зоны и т.п.

Колебания, передающиеся на конструкции зданий и сооружений, могут значительно превышать допустимые уровни колебаний (скорости или ускорения), нарушать работу технологического оборудования и провоцировать появление и развитие повреждений в конструкциях (трещин и т.п.).

В.2.2 К виброизоляции зданий и сооружений следует отнести исследование свойств, выбор схемы установки и монтаж виброизоляторов.

В.2.2.1 В системах виброзащиты зданий от внешних динамических воздействий следует использовать основные типы виброизоляторов, подбираемые по расчету: резиновые, комбинированные (резинопружинные, резинометаллические).

В.2.2.2 При оценке эффективности виброизоляторов, включающих резиновые элементы, следует учитывать марку резины, ее статическую прочность, величину диссипативных сил при колебаниях.

На эффективность виброизоляции виброзащитной системы зданий и сооружений, подвергающихся динамическим воздействиям, вызванным источниками различной природы, влияют напряжения (статические нагрузки), воздействующие на резиновые виброизоляторы. Эффективность виброзащиты увеличивается при увеличении статических нагрузок на виброизоляторы. Эффективность виброизоляции виброзащитных систем резиновых виброизоляторов зданий и сооружений при преобладающей частоте внешнего воздействия 25 Гц составляет:

7,1-8,8 - при напряжении виброизоляторов 1,5 МПа;

13,1-16,4 - при напряжении виброизоляторов 2,5 МПа.

При нагрузках на виброизоляторы выше 2,5 МПа применение резиновых виброизоляторов в системах виброзащиты зданий и сооружений, подвергающихся динамическим воздействиям, вызванным источниками различной природы, при проектировании систем виброизоляции и строительстве не допускается.

В.2.2.3 Значение динамического модуля упругости резиновых и резинометаллических виброизоляторов в температурном диапазоне от минус 30°C до плюс 30°C при малых колебаниях системы следует принимать равным значению статического модуля упругости.

Температурные воздействия на резиновые виброизоляторы в диапазоне от минус 18°C до плюс 18°C на эффективность системы виброизоляции не влияют. При температурных воздействиях на виброизоляторы эффективность виброизоляции виброзащитных систем:

- уменьшается на 15%-23%, при температурах от минус 30°C до минус 40°C;

- увеличивается на 13%-18%, при температурах от 28°C до 35°C.

При температурных воздействиях на виброизоляторы ниже минус 40°С и выше плюс 35°С применение резиновых виброизоляторов в системах виброзащиты зданий и сооружений, подвергающихся динамическим воздействиям, вызванными источниками различной природы, при проектировании систем виброизоляции и строительстве не допускается.

В.2.2.4 Изменения динамических характеристик виброизоляторов по времени должны быть учтены при подборе виброизоляторов на весь срок эксплуатации зданий и сооружений. При строительстве зданий и сооружений высотой более 30 м следует применять резинометаллические слоистые виброизоляторы, как основные элементы виброизоляции, обладающие высокой несущей способностью и значительным уровнем диссипативных сил.

При проектировании резинометаллических слоистых виброизоляторов следует подбирать количество слоев в зависимости от требуемой эффективности виброизоляции здания, сооружения: слоистые виброизоляторы допускают частоты собственных вертикальных колебаний до 6 Гц, горизонтальных - 3-4 Гц и при этом обеспечивают эффективную защиту при частотах вертикальных колебаний выше 18-20 Гц. При других диапазонах частот вертикальных колебаний применение резинометаллических и резиновых виброизоляторов не допускается.

При больших периодических колебаниях (по уровню ускорений выше 125 дБ), возбуждаемых внешними техногенными источниками различной природы и воздействующих на виброизоляторы, применение резинометаллических и резиновых виброизоляторов при проектировании системы виброзащиты зданий и сооружений не допускается.

Низкочастотные виброизоляторы допускается применять при возведении зданий, сооружений, расположенных вблизи:

- автомагистралей с интенсивным движением с преобладающими частотами 8-16 Гц;
- железных дорог при движении высокоскоростных составов с частотами возмущения 14-40 Гц и высокочастотных колебаний, возбуждаемых при прохождении колеса через стык;
- линий метрополитена с частотами воздействия 25-40 Гц.

В.2.3 При проектировании и строительстве зданий и сооружений на площадках, расположенных на расстояниях, указанных в 4.1.5, следует провести экспериментальное исследование и прогноз уровней колебаний (допускается по ускорениям или скоростям) в помещениях проектируемых зданий и сооружений.

Оценку возможных уровней вибраций в помещениях проектируемых зданий и сооружений рекомендуется провести по приближенной формуле (В.1):

$$L_{\text{пом}} = L_{\text{пл}} + \Delta L, \quad (\text{В.1})$$

где $L_{\text{пом}}$ - прогнозируемый уровень вибрации в помещениях здания;

$L_{\text{пл}}$ - уровень колебаний на площадке строительства;

ΔL принимают:

минус 2,5 дБ при этажности здания выше 12 этажей;

минус 1,5 дБ при этажности здания 8-11 этажей;

2,5 дБ при этажности здания до 7 этажей.

Для оценки эффективности системы виброизоляции, уровней колебаний несущих конструкций, выбора и установки систем виброизоляции следует привлекать профильную организацию."

Ключевые слова: виброизоляция, импульсные воздействия, колебания зданий и сооружений, колебания конструкций, нормирование колебаний, периодические колебания, спектр воздействий
