Изменения № 1 к СП 26.13330.2012 «СНиП 2.02.05-87 Фундаменты машин с динамическими нагрузками»

МИНИСТЕРСТВО

СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО

ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(МИНСТРОЙ РОССИИ)

ПРИКАЗ

От18 августа 2016 г. 582/пр

Москва

Об утверждении Изменения № 1 к СП 26.13330.2012 «СНиП 2.02.05-87 Фундаменты машин с динамическими нагрузками»

В соответствии с Правилами разработки, утверждения, опубликования, изменения и отмены сводов правил, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 1 июля 2016 г. № 624, подпунктом 5.2.9 пункта 5 Положения о Министерстве строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 18 ноября 2013 г. № 1038, пунктом 212 Плана разработки и утверждения сводов правил и актуализации ранее утвержденных сводов правил, строительных норм и правил на 2015 г. и плановый период до 2017 г., утвержденного приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30 июня 2015 г. № 470/пр с изменениями внесенными приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 14 сентября 2015 г. № 659/пр, п р и к а з ы в а ю:

1. Утвердить и ввести в действие через 6 месяцев со дня издания настоящего приказа Изменение № 1 к СП 26.13330.2012 «СНиП 2.02.05-87 Фундаменты машин с динамическими нагрузками», утвержденному приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 27 декабря 2011 г. № 609, согласно приложению к настоящему приказу.

2. Департаменту градостроительной деятельности и архитектуры в течение 15 дней со дня издания приказа направить утвержденное Изменение № 1 к СП 26.13330.2012 «СНиП 2.02.05-87 Фундаменты машин с динамическими нагрузками» на регистрацию в национальный орган Российской Федерации по стандартизации.

3. Департаменту градостроительной деятельности и архитектуры обеспечить опубликование на официальном сайте Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» текста утвержденного Изменения № 1 к СП 26.13330.2012 «СНиП 2.02.05-87 Фундаменты машин с динамическими

нагрузками» в электронно-цифровой форме в течение 10 дней со дня регистрации свода правил национальным органом Российской Федерации по стандартизации.

4. Контроль за исполнением настоящего приказа возложить на заместителя Министра строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации Х.Д. Мавлиярова.

И.о. Министра Х.Д. Мавлияров

ОКС 93.020

Изменение № 1 СП 26.13330.2012 «СНиП 2.02.05-87 Фундаменты машин с динамическими нагрузками»

Утверждено и введено в действие приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от 18 августа 2016 № 582/пр.

Дата введения 2017-02-19

Введение

Дополнить введение вторым абзацем в редакции:

«Изменения № 1 к СП 26.13330.2012 разработано авторским коллективом: руководители темы канд. техн. наук *И.В. Колыбин,* д-р техн. наук, проф. *В.И. Шейнин*; исполнитель канд. техн. наук *М.Л. Холмянский* (НИИОСП им. Н.М. Герсеванова).».

Раздел 2 Нормативные ссылки

Исключить нормативную ссылку «ГОСТ Р 54257-2010 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования».

Заменить нормативные ссылки:

«ГОСТ 25100-95 Грунты. Классификация» на «ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация»

«СП 47.13330.2010 «СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения» на «СП 47.13330.2012 «СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

Дополнить нормативной ссылкой «ГОСТ Р 56353-2015 Грунты. Методы лабораторного определения динамических свойств дисперсных грунтов».

Раздел 5 Проектирование фундаментов машин

Пункт 5.2.2. Изложить в новой редакции:

«5.2.2 Фундаменты машин с динамическими нагрузками проектируются бетонными или железобетонными монолитными, сборно-монолитными и сборными или металлическими. Для применения металлических фундаментов требуется техникоэкономическое сравнение различных вариантов.

Использование в конструкциях фундаментов машин бывших в употреблении металлоконструкций не допускается.».

Пункт 5.2.5. Изложить в новой редакции:

«С целью уменьшения вибраций фундаментов машин с динамическими нагрузками и окружающей застройки при соответствующем обосновании рекомендуется предусматривать виброзащиту (виброизолирующие фундаменты, динамические гасители и др.). Конструирование и расчет виброзащиты фундаментов в настоящем своде правил не рассматриваются. При снижении при помощи виброзащиты уровня вибрации подошвы фундамента до фоновых значений основание рассчитывается на действие только статических нагрузок.».

Пункт 5.2.6. Первый абзац изложить в новой редакции:

«Не допускается устройство фундаментов турбоагрегатов мощностью 25 тыс. кВт и более на насыпных грунтах. Для прочих фундаментов машин не разрешается использование насыпных грунтов при содержании органических примесей, вызывающих неравномерные осадки грунта при сжатии, или невыполнении уплотнения (тяжелыми трамбовками, виброкатками или другими способами), удовлетворяющего требованиям СП 22.13330.».

Пункт 5.4.1. Заменить ссылку «СП 26.13330» на «СП 25.13330».

Раздел 6 Расчет колебаний фундаментов машин

Пункт 6.1.2. Первый абзац изложить в новой редакции:

«Основную упругую характеристику естественных оснований фундаментов машин - коэффициент упругого равномерного сжатия Cz, кН/м3, следует определять: по результатам испытаний специального опытного фундамента (виброштампа) на свободные или вынужденные колебания; на основе данных о скоростях продольных и поперечных упругих волн; на основе данных о динамических модулях упругости и сдвига, определяемых лабораторными испытаниями.»

Пункт 6.1.4. Последний абзац изложить в новой редакции:

«С целью более точной оценки жесткости и демпфирования основания следует учитывать влияние ряда дополнительных факторов, таких как наличие пола, боковой засыпки фундамента и др., на увеличение этих коэффициентов, проводя для этого специальные исследования».

Подраздел 6.1. Дополнить пунктами 6.1.9 и 6.1.10:

«6.1.9 При определении коэффициентов жесткости K_{z0}, $K_{\varphi 0}$ и K_{x0} и соответствующих коэффициентов относительного демпфирования ξ_{z0}, $\xi_{\varphi 0}$ и ξ_{x0} по результатам экспериментов с незаглубленными или малозаглубленными фундаментами, полученные значения следует уточнять с целью учета заглубления фундамента, бетонируемого враспор или, при условии тщательного уплотнения обратной засыпки, в опалубке.

6.1.10 При расчете горизонтально-вращательных колебаний фундаментов машин с динамическими нагрузками с учетом заглубления и боковой засыпки

следует заменить *h2* — расстояние от центра тяжести установки до подошвы фундамента — на

H2,d = h2 —d,

a h — расстояние от подошвы до верхней грани фундамента — на

hd = h - d ,

d = δD;

D — отсчитываемая от подошвы фундамента высота засыпки или контактирующего с вертикальными гранями фундамента ненарушенного грунта. Значение δ принимается равным 0,27 для песчаных грунтов; 0,31 — для супесей и суглинков; 0,35 — для глин.

Значения коэффициентов жесткости *Kz,* Kφ, *Kx,* учитывающие заглубление фундамента, определяются по формулам:

Kz = KzoRz,

Kφ *= Kφ0 Rφ,*

Kx= Kx0 Rx.

Коэффициенты *Rz, Rφ, Rx* определяются по рисунку 6.1 в зависимости от b и отношения *D/b.* Значение *b* принимается равным меньшей стороне подошвы фундамента — в случае вертикальных колебаний или стороне, параллельной направлению колебаний, — в случае горизонтально-вращательных колебаний.

Значения коэффициентов относительного демпфирования, учитывающие заглубление фундамента, определяются по формулам:

$$\xi_z = \frac{\xi_{z0}}{\sqrt{R_z}} + \frac{\Delta B_z}{2\sqrt{mK_z}},$$

$$\xi_\varphi = \sqrt{\frac{\theta_{\varphi 0}}{\theta_{\varphi 0,d}}}\xi_{\varphi,0} + \frac{\Delta B_\varphi - d^2\left(B_{x0} + \Delta B_x\right)}{2\sqrt{\theta_{\varphi 0,d}\left(K_\varphi - mgh_{2,d}\right)}},$$

$$\xi_x = \frac{\xi_{x0}}{\sqrt{R_x}} + \frac{\Delta B_x}{2\sqrt{mK_x}},$$

где

$$\Delta B_z = 1{,}7\sqrt{\rho E}\,Dl\,;$$

$$\Delta B_\varphi = \kappa\sqrt{\rho E}\,D^3 l\,;$$

$$\Delta B_x = 3\kappa\sqrt{\rho E}\,Dl\,;$$

$$B_{x0} = 2\xi_{x0}\sqrt{mK_{x0}}\,;$$

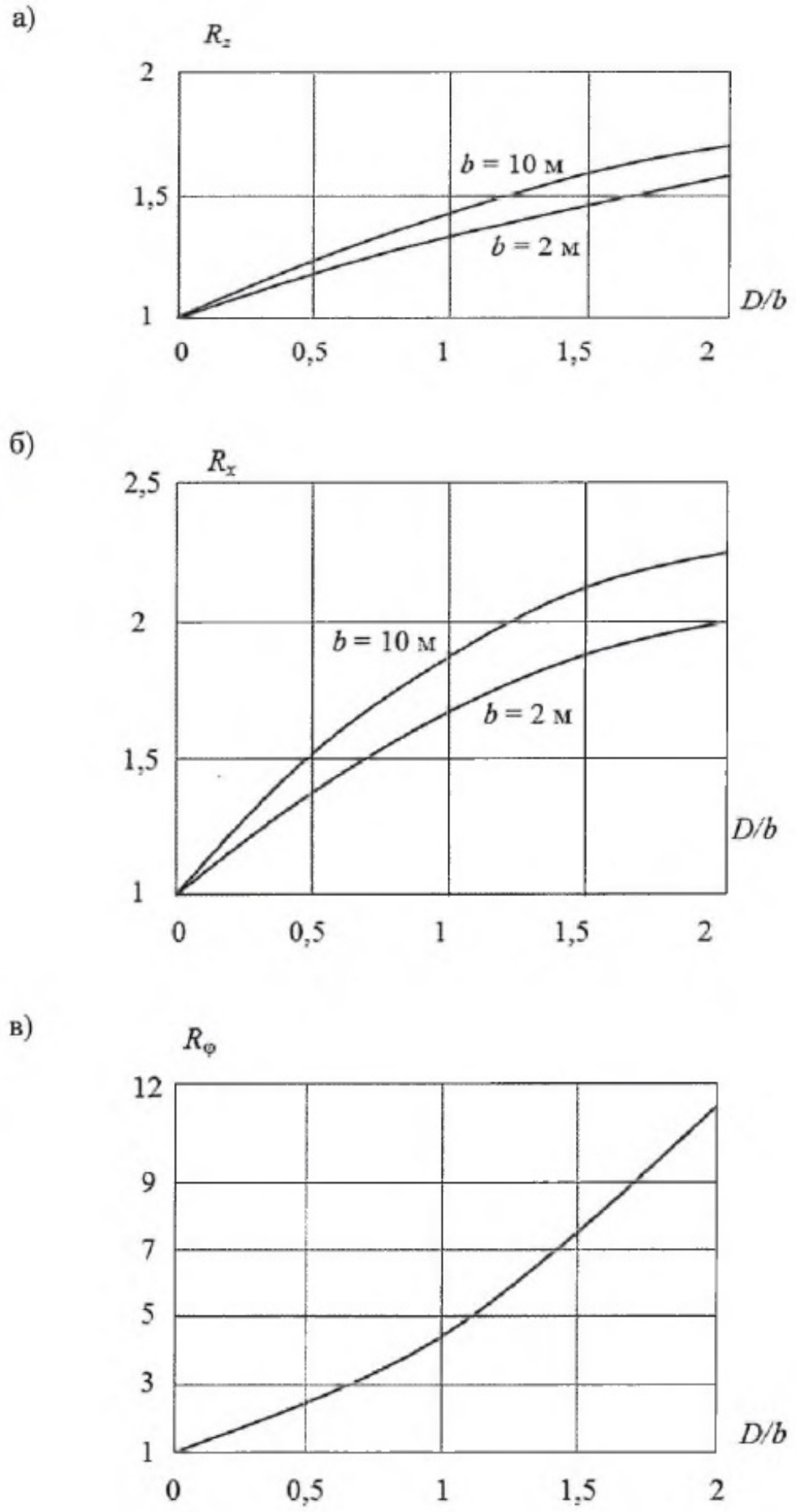
здесь *E* — модуль деформации грунта;

- - плотность грунта;

L — большая сторона подошвы фундамента при вертикальных колебаниях или сторона подошвы фундамента, перпендикулярная плоскости колебаний, при горизонтально-вращательных колебаниях;

*т, Θφ*0 — то же, что в 6.2.5.

Значение *Θφ*0,d вычисляется по формуле (50) с заменой *Θφ*0 и *h2* на *Θφ*0,d и *h2,d* соответственно; значение к принимается равным 1,0 для песчаных грунтов; 1,2 — для супесей и суглинков; 1,8 — для глин.



а) — *Rz;* б) — *Rx;* в) — *Rφ*

Рисунок 6.1 **— Графики определения коэффициентов *Rz, Rφ, Rx* для расчета коэффицентов жесткости оснований заглубленных**

фундаментов»

Сноску 2 к заголовку группы пунктов 6.2.1-6.2.4 «Рамные фундаменты[2]» изложить в новой редакции:

«2 Указания 6.2.1-6.2.4 относятся к машинам с периодическими нагрузками, имеющим частоту вращения не более 1000 об/мин. Для рамных фундаментов машин с частотой вращения более 1000 об/мин следует выполнять динамический расчет с учетом нескольких степеней свободы.».

Пункт 6.6.3. Изложить абзац «*Ao*, *Bo, Co* - коэффициенты, зависящие от приведенной глубины погружения сваи $\bar{l} = \bar{\alpha} l$ и условий опирания ее нижнего конца (определяются по указаниям СП 24.13330).» в новой редакции:

«Ao, Bo, Co - коэффициенты, зависящие от приведенной глубины погружения сваи и условий опирания ее нижнего конца, определяемые по таблице 8а.».

Пункт 6.6.3. Дополнить таблицей 8а:

- аблица 8а

Приведенная глубина погруже ния сваи $\bar{l}$

Приложение А (обязательное) Термины и определения

Дополнить терминами А.6 и А.7:

«А.6 **экспонента матрицы** (matrix exponential): Матричная функция от квадратной матрицы, аналогичная обычной экспоненциальной функции.

А.7 **спектральная плотность мощности случайного процесса** (stochastic process power spectral density): Функция, описывающая распределение мощности случайного процесса в зависимости от частоты.».

Приложение Б (рекомендуемое) Расчет колебаний несимметричных массивных и стенчатых фундаментов при произвольной зависимости нагрузки от времени

Дополнить пунктами Б.8-Б.13:

«Б.8 Для расчетов колебаний несимметричных массивных и стенчатых фундаментов рекомендуется использовать матричную форму:

$$\mathbf{M}'\ddot{\mathbf{q}}'(t) + \mathbf{B}'\dot{\mathbf{q}}'(t) + \mathbf{K}'\mathbf{q}'(t) = \mathbf{f}'(t),$$

(Б.5)

где

$\mathbf{q}'(t) = [x' y' z' \chi' \ \varphi' \ \psi']^T$ и $\mathbf{f}'(t) = [F_{x'} F_{y'} F_{z'} M_{\chi'} \ M_{\varphi'} \ M_{\psi'}]^T$ -

— вектор-столбцы обобщенных координат и связанных с ними обобщенных сил; M', B' и K '— матрицы инерции, демпфирования и жесткости:

$$\mathbf{M}' = \begin{bmatrix} m & 0 & 0 & 0 & md'_z & -md'_y \\ 0 & m & 0 & -md'_z & 0 & md'_x \\ 0 & 0 & m & md'_y & -md'_x & 0 \\ 0 & -md'_z & md'_y & \theta_{\chi'0} & -J_{x'y'0} & -J_{x'z'0} \\ md'_z & 0 & -md'_x & -J_{x'y'0} & \theta_{\varphi'0} & -J_{y'z'0} \\ -md'_y & md'_x & 0 & -J_{x'z'0} & -J_{y'z'0} & \theta_{\psi'0} \end{bmatrix},$$

(Б.6)

где τ — масса фундамента с машиной;

$\theta_{\chi'0}$, $\theta_{\varphi'0}$, $\theta_{\psi'0}$ и $J_{x'y'0}$, $J_{y'z'0}$, $J_{x'z'0}$

— моменты инерции относительно осей выбранной прямоугольной системы координат и соответствующие центробежные моменты инерции; *d'x, d'y, d'z* — координаты центра масс;

$$\mathbf{B}' = \mathrm{diag}\{B'_{ii}\} \quad (1 \le i \le 6);$$

(Б.7)

$$\mathbf{K}' = \mathrm{diag}\{K'_{ii}\} \quad (1 \le i \le 6).$$

(Б.8)

Б.9 При задании вектора

$\mathbf{f}(t) = [F_x\, F_y\;\; F_z\;\; M_\chi\;\; M_\varphi\;\; M_\psi]^T$

действующих на фундамент обобщенных сил в системе координат *Oxyz,* не связанной с главными осями подошвы несимметричного фундамента, вектор **f'**(t) определяется по **f(t):**

$$\mathbf{f}' = \mathbf{S}\,\mathbf{f}, \qquad (Б.9)$$

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} \cos\zeta & \sin\zeta & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\sin\zeta & \cos\zeta & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -\sin\zeta\, d_z & \cos\zeta\, d_z & -\cos\zeta\, d_y + \sin\zeta\, d_x & \cos\zeta & \sin\zeta & 0 \\ -\cos\zeta\, d_z & -\sin\zeta\, d_z & \cos\zeta\, d_x + \sin\zeta\, d_y & -\sin\zeta & \cos\zeta & 0 \\ d_y & -d_x & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

(Б. 10)

dx , dy и *dz*— координаты точки *O '*в системе *Oxyz; ξ*— угол, на который следует повернуть ось *Ox* (или *Oy*) вокруг оси *Oz* в положительном направлении для достижения ее параллельности и сонаправленности с осью *O'x'* (соответственно *O'y')*; оси *Oz* и *O'z'* параллельны и направлены вертикально вверх. В качестве системы координат *Oxyz* целесообразно выбирать систему координат, связанную с осями машины

Вектор обобщенных координат $\mathbf{q}(t) = [x\ y\ z\ \chi\ \varphi\ \psi]^T$ в системе координат *Oxyz* определяется по q'(t):

$q = S^T q'$ (Б.11)

Периодические нагрузки

Б. 10 При вынужденных колебаниях с угловой частотой ω вектор периодических нагрузок (обобщенных сил) задается формулой

$$\mathbf{f}'(t) = \mathbf{P}' e^{i\omega t};$$ (Б.12)

а решение матричного уравнения (Б.5) имеет вид

$$\mathbf{q}' = \mathbf{U}' e^{i\omega t}.$$ (Б. 13)

Постоянный вектор U' размера 6х 1 определяется из условия

$$\mathbf{U}' = \left(-\omega^2 \mathbf{M}' + i\omega \mathbf{B}' + \mathbf{K}'\right)^{-1} \mathbf{P}'.$$

(Б-14)

Импульсные нагрузки

Б.11 Для матричного уравнения (Б.5) импульсная нагрузка рассматривается как мгновенная. Вектор начальных скоростей размера 6х1 задается формулой

$$\mathbf{v}'_0 = (\mathbf{M}')^{-1} \mathbf{J}',$$ (Б-14)

где J ' — вектор обобщенных импульсов размера 6><1, переданных телу при импульсном воздействии; вектор начальных значений обобщенных координат размера 6х1 принимается нулевым: q'o = 0. Для решения уравнения свободных колебаний фундамента (Б.5) при f'(t) =0 применяются численные или аналитические методы.

Б.12 Значение вектора обобщенных перемещений через время *t* после импульсного воздействия может определяться по формуле

$$\mathbf{q}'(t) = [\mathbf{I} \mid \mathbf{0}] e^{\mathbf{A}t} \mathbf{d}_0,$$ (Б. 15)

Где

$$\mathbf{A} = \left[\begin{array}{c|c} \mathbf{0} & \mathbf{I} \\ \hline -(\mathbf{M}')^{-1}\mathbf{K}' & -(\mathbf{M}')^{-1}\mathbf{B}' \end{array}\right];$$

(Б. 16)

$$\mathbf{d}_0 = \left[\frac{\mathbf{q}'_0}{\mathbf{v}'_0}\right];$$ (Б. 17)

O и I — нулевая и единичная матрицы размера 6 x6; e^{At}— экспонента матрицы *At.* Значение амплитуды колебаний (пикового значения) определяется как максимум абсолютного значения по времени.

Случайные нагрузки

Б. 13 Случайные нагрузки задаются постоянной матрицей Q размера 6x6, состоящей из спектральных плотностей мощности для вектора f'*(t).* Случайные колебания описываются зависящей от угловой частоты со матрицей размера 6x6

$$\mathbf{PSD}_{q'}(\omega) = \mathbf{H}(\omega)\ \mathbf{Q}\ \mathbf{H}(\omega)^*,$$
(Б. 18)

где

$$\mathbf{H}(\omega) = \left(-\omega^2\mathbf{M}' + i\omega\mathbf{B}' + \mathbf{K}'\right)^{-1}.$$
(Б. 19)

* означает транспонирование и комплексное сопряжение матрицы.

При применении условия ограничения колебаний к компоненте смещения

$$u(t) = \mathbf{L}\ \mathbf{q}'(t),$$ (Б.20)

где L — постоянная матрица-строка размера 1x6 (с действительными элементами), спектральная плотность мощности *u(t)* определяется из условия

$$\mathbf{PSD}_u(\omega) = \mathbf{L}\ \mathbf{H}(\omega)\ \mathbf{Q}\ \mathbf{H}(\omega)^*\mathbf{L}^T.$$
(Б.21)

Амплитуда колебаний (среднеквадратическое значение) *a* определяется из условия

$$a = \left\{\int_{-\infty}^{\infty} \mathbf{PSD}_u(\omega)d\omega\right\}^{\frac{1}{2}}.».$$
(Б.22)

Приложение Г (справочное) Список обозначений

Изложить соответствующие обозначение и определение *Sq* в новой редакции:

Sq - спектральная плотность случайной нагрузки (постоянная).».

Библиография

Дополнить позицией [4]:

«[4] Руководство по проектированию фундаментов машин с динамическими нагрузками/НИИОСП им. Н.М. Герсеванова. - М.: Стройиздат, 1982. -207 с.