

Принятые комбинации воздействий применяются для проверки соответствующих предельных состояний второй группы. Так, согласно СНБ 5.03.01 [1] проверка ширины раскрытия трещин, нормальных к продольной оси элемента, в железобетонных конструкциях производится при практически постоянной комбинации нагрузок, а предварительно напряженных элементов – используя частую комбинацию. Практически постоянная (длительно действующая) комбинация нагрузок используется также согласно п. 10.7 СНиП 2.01.07 [4] для проверки прогибов конструкций зданий (балок, ферм, ригелей, прогонов, плит, настилов) исходя из предъявляемых к ним эстетико-психологических требований.

**Пример расчета**

В качестве примера рассмотрим составление комбинаций расчетных усилий при проектировании стойки по оси А двухпролетной рамы поперечника одноэтажного промышленного здания (см. рис. П-1). Исходные данные для статического расчета и значения расчетных усилий приняты по данным примера 6.4 [8]. Полученные в примере 6.4 [8] результаты статического расчета рамы для каждого вида загрузки (постоянные нагрузки, ветровая, снеговая, крановые нагрузки) представлены в табл. П-1, а расчетные усилия для сечения IV крайней колонны по оси А – в табл. П-2.

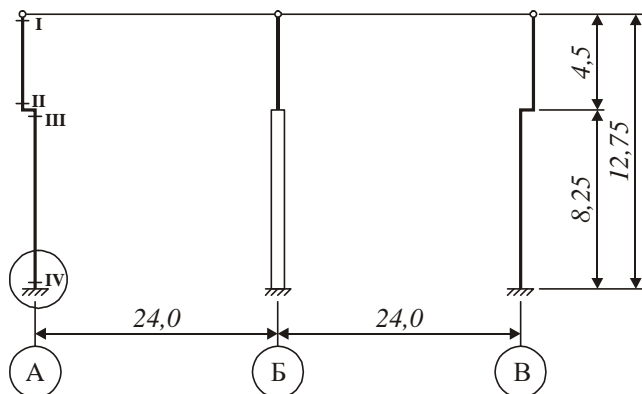


Рис. П-1. Расчетная схема двухпролетной рамы промышленного здания (исходные данные в примере 6.4 [8])

Согласно п. 1.10 СНиП 2.01.07 [4] выполняем расчетные сочетания не воздействий, а усилий, вызванных этими воздействиями.

При расчете по первой группе предельных состояний основная комбинация усилий имеет вид:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Принимаем согласно табл. 2 для постоянной нагрузки  $\gamma_G = 1,15$  (для конструкций заводского изготовления),  $\gamma_Q = 1,5$ . Комбинационные коэффициенты по табл. 1:

- для снеговой нагрузки  $\psi_0 = 0,7$ ;
- для ветровой нагрузки  $\psi_0 = 0,6$ ;

УДК 331.04

**Ивасюк П.П., Ивасюк Ю.П.**

**СНИЖЕНИЕ ШУМА ПРИ РАБОТЕ СВАЕБОЙНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.**

Охрана окружающей среды – важнейшая проблема современности. Неотъемлемой частью охраны окружающей среды является борьба с шумом на производстве и в быту. Как показали исследования [2], 78% невралгических заболеваний в

– для крановой нагрузки (средний режим работы крана)  $\psi_0 = 0,8$ .

В качестве доминирующих приняты усилия от крановых нагрузок, учитывая то обстоятельство, что суммарный период их действия  $T_I$  в течение срока эксплуатации является максимальным. Кроме того принято во внимание, что усилия, вызванные давлением  $D^{max}$  и торможением  $T$  крана, являются коррелируемыми и учитываются совместно (при  $\psi_0 = 1,0$ ).

Для основной расчетной комбинации (см. табл. 4) получено:

1	1 + 2 + 3 + 6 + 8
	$M_{Sd}^{max} = -48,2 \cdot 1,15 + 15,1 \cdot 1,5 \cdot 0,7 + 1,5 \cdot (45,9 + 85) + 0,6 \cdot 292 \cdot 1,5 = 441,92 \text{ кН}\cdot\text{м}$
	$N_{Sd}^{coome} = 1207 \cdot 1,15 + 144 \cdot 1,5 \cdot 0,7 + 1,5 \cdot (805 + 0) + 0,6 \cdot 0 \cdot 1,15 = 2746,75 \text{ кН}$
2	1 + 3 + 6 + 9
	$M_{Sd}^{min} = -48,2 \cdot 1,15 + 45,9 \cdot 1,5 - 85 \cdot 1,5 - 273 \cdot 0,6 \cdot 1,5 = -359,78 \text{ кН}\cdot\text{м}$
	$N_{Sd}^{coome} = 1207 \cdot 1,15 + 805 \cdot 1,5 + 0 + 0 = 2595,6 \text{ кН}$
3	1 + 2 + 3 + 6 + 9
	$M_{Sd}^{coome} = -48,2 \cdot 1,15 + 15,1 \cdot 1,5 \cdot 0,7 + 1,5 \cdot (45,9 - 85) - 273 \cdot 0,6 \cdot 1,5 = -321,23 \text{ кН}\cdot\text{м}$
	$N_{Sd}^{max} = 1207 \cdot 1,15 + 144 \cdot 1,5 \cdot 0,7 + 1,5 \cdot (805 + 0) = 2746,75 \text{ кН}$

Результаты расчетов усилий по сравнению с усилиями, полученными в сочетаниях при  $\psi_I = 0,9$  (согласно СНиП 2.01.07 [4]), представлены в табл. П-2.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. СНБ 5.03.01-02 «Бетонные и железобетонные конструкции».- Минск, 217 с.
2. EN 1992-1:2001 (Final Draft, October 2001) Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1: General rules and rules for building.- Brussels – 2001, October – 230 p.
3. EN 1990:2001 Eurocode 1: Basis of structural design.
4. СНиП 2.01.07 «Нагрузки и воздействия»// Госстрой СССР.- М.: ЦИТП СССР, 1985 – 79 с (с дополн. Гл. 10).
5. ISO 2394 General principles of reliability for structures.
6. Пецольд Т.М., Тур В.В., Рак Н.А. и др. Обеспечение требований безопасности при проектировании железобетонных конструкций по нормам СНБ 5.03.01 «Бетонные и железобетонные конструкции»// Вестник БГТУ. Строительство и архитектура, № 1, 2002 – с. 49–55.
7. Пецольд Т.М., Тур В.В. Новые нормы проектирования бетонных и железобетонных конструкций СНБ 5.03.01-02.- Архитектура и строительство.- № 5, 2002 – с. 17–19.
8. Дрозд Я.И., Пастушков Г.Н. Предварительно напряженные железобетонные конструкции.- Мн.: Вышэйшая школа, 1984 – 208 с.

крупных городах связаны с повышенным уровнем шума, который достиг 95 – 98 дБ и продолжает повышаться на 2 дБ в год.

Проблема борьбы с производственным шумом связана с

**Ивасюк Петр Петрович.** Доцент каф. технологии строительного производства БГТУ.

**Ивасюк Петр Петрович.** Доцент каф. технологии строительного производства БГТУ.

Беларусь, Брестский государственный технический университет, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

механизацией работ в строительстве. Наибольший шум, как показала практика строительства, исходит от оборудования и инструментов ударного действия. Наиболее беспокойными по шуму и вибрации являются сваебойные средства, особенно дизель-молоты. Так, при работе свайного копра с молотом на расстоянии 15 м от него максимальный уровень звукового давления достигает 100 дБ и более, что вредно влияет на здоровье рабочих, повышает их утомляемость и соответственно, снижает производительность труда.

Особый вред причиняет шум, возникающий при жилищном строительстве, так как оно ведётся, как правило, в районах с высокой плотностью населения. Это подтверждают и данные, приведенные в [2]. Около 41% жалоб населения на шум и вибрацию приходится на работу дизельных молотов, 12% - на работу виброкопров, 17% - на работу отбойных молотков, 7% - на работу компрессоров, 23% - прочие машины. Примерно 50% жалоб населения на шум и вибрацию, возникающие при проведении строительных работ, обоснованы психологическими причинами – помехи сну, отдыху и проведению учебных занятий. Значительная часть жалоб населения (26%) подана на материальный ущерб, причинённый жилым зданиям, примыкающим к строительным площадкам. В основном это связано с вибрацией, сопутствующей устройству свайных фундаментов.

В ряде западноевропейских стран производство свайных работ запрещено в законодательном порядке в связи с недопустимым уровнем звукового давления при работе сваебойных машин [2], что побудило фирмы, выпускающие сваебойное оборудование, на совершенствование конструкций машин.

Так, например, большой интерес представляет дизель-молот модели HDM 3S фирмы «Krupp Stalhandel» (ФРГ) с телескопическим звукопоглощающим кожухом [2]. При использовании этого кожуха время монтажа не увеличивается, а уровень звукового давления снижается с 105 - 110 до 82 – 87 дБ. Необходимо отметить, что внедрение звукопоглощающих кожухов ограничивается полезной длиной направляющих копра. На направляющих большой длины масса кожуха существенно снижает полезную грузоподъёмность копра [4].

Фирма «Delmag» (ФРГ) выпускает дизель-молоты моделей D5, D12, и D30 со звукоизолирующими кожухами из листовой стали, покрытой внутри звукопоглощающими материалами. Канатная система управления молотом проходит через специальные отверстия в кожухе. На нижнем конце кожуха укреплен резиновый прокладок для звукоизоляции мест соударения. Установка не снижает производительности молота [4].

Фирмой «Atlas Copco» (Швеция) был предложен телескопический звукопоглощающий кожух, установленный на направляющих копра и опускающихся вместе с молотом по мере погружения сваи или шпунта. Телескопический кожух длиной 9,5 м имеет массу 6 т и обладает необходимой жесткостью. По данным фирмы, уровень звукового давления при работе быстрого паровоздушного молота двойного действия модели TEF-400 (масса 350 кг), при частоте ударов до 670 мин<sup>-1</sup> снижается на 20 дБ (25%), обеспечивая допустимое по нормам Швеции звуковое до 90 дБ. Одновременно фирма осуществила ряд мероприятий по снижению уровня звукового давления компрессора до 65 дБ, так что при работе молота шума компрессора не слышно.

Фирма «Krupp» (ФРГ) рекомендует применять для снижения шума на свайных работах вместо пневматических гидравлические свайные молоты моделей HR-400, HR-600. Эти молоты производят при работе значительно меньше шума в результате того, что между соударяемыми частями молота находится масляная подушка. Кроме того, нижняя часть молота состоит из одного элемента, у которого отсутствует стык между ударной частью и наголовником, являющийся источ-

ником шума при работе паровоздушных молотов. Третий источник шума – вибрация шпунта в зажиме – также исключается из-за предварительного натяжения шпунта.

Для разработки мероприятий по снижению шума при работе сваебойных машин различные эксперименты проводили в Японии. Использование звукозащитных кожухов считается японскими специалистами менее эффективной мерой, чем разработка новых рациональных способов бесшумной работы. Так, разработана сваебойная установка с двумя рабочими органами – буровой штангой и дизельным молотом. Сначала при помощи буровой штанги бурят скважину, в которую вводят сваю, а затем сваю добивают дизель-молотом до проектной отметки. В результате дизель-молот работает короткое время и следовательно, уменьшается и продолжительность шума [2].

Способ погружения стальных шпунтовых свай разработан фирмой «Синнихон сэйтэцу» (Япония). Этот способ получил название «способ NISP». Оборудование для работ по этому способу состоит из трёх основных частей: свайного копра с земляным буром; стопорного устройства, установленного на буре; канатной системы, взаимосвязанной с приводом бура. Способ, благодаря стопорному устройству, позволяет передать энергию, расходуемую земляным буром на шпунтовую сваю.

Канатная система является двухступенчатой: пока сопротивление погружению шпунтовой сваи невелико, система работает благодаря энергии привода бура; как только сопротивление грунта усиливается и мощности привода для работы бура оказывается недостаточно, свая с помощью канатной системы принудительно погружается. При работе на твёрдом грунте принудительное погружение сваи может осуществляться с применением сжатого воздуха. При погружении свай по способу NISP не применяют такие устройства, как дизель-молот, вибромолот и т.п., поэтому практически не возникают шум и вибрация.

Роль стопорного устройства не только в том, чтобы сообщить свае энергию для её погружения, но и в том, чтобы устранить изгиб сваи и штанги бура; не возникает разрушения, наклона и скручивания стальной сваи. Погружение шпунтовой сваи осуществляется равномерно и без рывков. Уровень звукового давления составляет менее 60 дБ [4].

Одним из направлений по снижению шума при свайных работах является смазка погружаемого элемента.

Известно, что доля сопротивления трению грунта со свайей может достигать 30..50% от общего сопротивления погружению. Поэтому использование в целях снижения сопротивления трению грунта в качестве обмазок материалов, обладающих высокими антифрикционными свойствами, способностью к тиксотропным изменениям и низкими сопротивлениями сдвигу, может привести к ускорению процесса погружения свай [5] и сокращению времени вредного воздействия шума на здоровье работающих.

Согласно последним исследованиям в качестве обмазок могут применяться карбамидные, фурфуроланилиновые, полиакриламидные и эпоксидные смолы, а также тиксотропные глинистые пасты. Существует ряд модификаций этих смол и паст, однако преимущественное применение получили глинистые пасты [1].

Тиксотропные глинистые растворы и суспензии чаще всего приготавливаются из бентонитовых глин, поставляемых на стройплощадку в виде порошка или комьев. При их отсутствии могут использоваться «местные» глины. Однако они должны содержать не менее 10% глинистых частиц размером менее 1\*10<sup>-4</sup> мм, не менее 30% глинистых частиц размером 5\*10<sup>-3</sup> мм, 10% песчаных частиц размером 0,05...1 мм, иметь набухание – не менее 25% и влажность на границе раскатывания – не более 25%. Растворимые в воде глины обладают наиболее выраженными тиксотропными свойствами, которые

заканчиваются в способности загустевать при спокойном состоянии и вновь становиться подвижными и жидкими от перемешивания, встряхивания, удара, вибрации и других механических воздействий.

При проведении экспериментальных работ в производственных условиях уровень звукового давления при погружении обмазанных свай сечением 300x300 мм и длиной 12 м всегда оказывался более низким по сравнению с чистыми сваями. Средние уровни звукового давления составили на свайных работах 114 дБ, при использовании образцов с учётом общей продолжительности работ на объектах, а следовательно, и продолжительности воздействия шума, этот показатель снижается до 98 дБ.

Позволяет снизить уровень звукового давления при свайных работах погружение сваи в предварительно пробуренную лидерную скважину. При производстве работ сваю погружают в скважину, заполненную на 1/2...2/3 высоты закрепляющим грунт раствором, например, жидким стеклом, или забивают непосредственно в грунт. За счёт возможности прохождения раствора или грунта по пазам происходит смазка боковой поверхности ствола раствором, т.к. в этом случае свая обладает меньшим коэффициентом трения о грунт и испытывает меньшее сопротивление погружению, что облегчает забивку, в результате чего дизель-молот работает лишь короткое время и, следовательно, уменьшаются продолжительность и интенсивность шума при погружении сваи. Отмечено снижение уровня звукового давления до 96 дБ.

В БГТУ разработана эффективная конструкция забивной сваи с «двойным» наконечником в нижней части ствола и продольными углублениями (пазами) на боковой поверхности наконечника [4]. Свая характеризуется пониженной на

15...25% энергоёмкостью установки в грунт и соответственно примерно на 8% меньшим уровнем звукового давления при погружении по сравнению со стандартной свайей.

Улучшение конструкции сваебойного оборудования в направлении достижения снижения шума при их работе без коренной реконструкции машин может обеспечить снижение звукового давления на 10 – 15 дБ, однако наиболее эффективным направлением в снижении шума представляется использование в производстве работ новых технологических процессов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Использование конструкций, обмазок, паст и синтетических смол для погружения свай/Чернюк В.П., Пчелин В.Н., Ивасюк П.П. Ивасюк Ю.П. // Вестник БГТУ. Строительство и архитектура. – 2001. - №1. – с.15-16
2. Мероприятия по снижению шума от строительных машин. – М.: ЦИНИС Госстроя СССР, 1986. – 48 с.
3. Авторское свидетельство СССР № 1278403. Забивная свая/Чернюк В.П., Юськович В.И., Пчелин В.Н. Опубл. в БИ 1986, №47.
4. Реферативная информация. – М.: ЦИНИС Госстроя СССР, 1975. – 30 с.
5. Чернюк В.П., Пойта П.С. Расчёт проектирование и устройство свайных фундаментов. – Брест: Облтипография, 1998. – 216 с.
6. Кречин А.С., Чернюк В.П. и др. Ресурсосберегающие фундаменты на сельских стройках. – Кишинёв: Картя-Молдовеняскэ, 1990. – 247 с.

УДК 666.942.31:666.94

**Кондратчик А.А., Козлов В.Л., Киттик Д.В.**

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗАВОДСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАСШИРЯЮЩЕЙСЯ ДОБАВКИ СУЛЬФОАЛЮМИНАТНОГО ТИПА

Совершенствование технологии заводского производства железобетонных изделий на настоящем этапе связано со снижением энергетических затрат, главным образом, затрат энергоносителей, используемых на их тепловлажностную обра-

ботку (ТВО). Тепловая обработка бетонных смесей и отформованных изделий обеспечивает интенсификацию процессов твердения вяжущего и, как следствие, приводит к изменению кинетики набора прочности бетона.

Таблица 1.

№ серии	Варианты введения РД		Варианты введения суперпластификатора С-3		Время введения РД от начала перемешивания раствора (ПЦ+П+В), мин.			Общее время перемешивания, мин.		
	Смесь сухих ПЦ и РД	С водой затворения		В РД	В раствор (ПЦ+П+РД)	0	15	30	15	30
		Без песка	С песком							
1	×					×				
2	×					×			×	×
3	×					×				×
4	×				×	×				×
5		×		×				×		×
6			×					×		×
7		×					×		×	

**Кондратчик Александр Аркадьевич.** Кандидат технических наук, профессор кафедры «Строительные конструкции» Брестского государственного технического университета.

**Козлов Виктор Леонидович.** Аспирант кафедры «Технология бетона и строительные материалы» Брестского государственного технического университета.

**Киттик Дмитрий Валерьевич.** Студент V-го курса Брестского государственного технического университета. Республика Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267