

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ УПЛОТНЕНИЯ БЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ В МОНОЛИТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Бетонные поверхности в монолитном строительстве занимают существенное место и от качества их устройства зависит качество строительства дома или сооружения в целом. Поэтому актуальной задачей является усовершенствование этой технологии.

Методикой проведения исследований предусматривалось измерение при обустройстве бетонных покрытий:

Основными параметрами процесса уплотнения бетонных смесей при обустройстве полов являются следующие:

- глубина проработки смеси;
- время виброуплотнения;
- режимы работы;
- амплитуда и частота колебаний;
- давление виброрейки на бетонный слой, который подвержен уплотнению.

Глубина проработки смеси зависит от ее подвижности и параметров вибрации (таблица 1)

Для сравнения легких, управляемых вручную виброреек максимальная глубина слоя, который прорабатывается, как правило, не превышает 0,2 м.

Время виброуплотнения определяется составом, толщиной проработки и параметрами колебаний. Этот показатель также определяет технологическую скорость перемещения виброрейки.

Таблица 1. Влияние длительности процесса виброуплотнения смеси на глубину ее проработки (м) при различных осадках конуса $\tilde{\Delta}$

$\tilde{\Delta}, \text{м}$	Время вибрации, с			
	30	60	90	120
0,03-0,05	0,2	0,32	0,38	0,40
0-0,03	0,12	0,19	0,22	0,24
0	0,07	0,10	0,13	0,13

Рекомендуемая технологическая скорость перемещения виброрейки при уплотнении бетонной смеси составляет величину $8,3 \cdot 10^{-3} \dots 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$ или $(0,5 \dots 1,5 \text{ м/мин})$. При этом следует учесть, что чем менее подвижна бетонная смесь, тем меньше скорость перемещения виброрейки.

Очень важной характеристикой процесса является соотношение между силой давления на бетон Q создаваемой собственным весом виброрейки, и вынуждающей силой вибратора F_0

$$\frac{Q}{F_0} = m_p \frac{g}{F_0},$$

где m_p - статическая масса виброрейки, g - ускорение земного тяготения. Известно, что это соотношение для известных поверхностных вибраторов находится в пределах $Q/F_0 = 0,4 \dots 0,6$. При значениях $Q/F_0 < 0,3$ колебания носят неустойчивый характер, а при превышении показателем Q/F_0 значения 0,6 амплитуды колебаний в смеси начинают интенсивно угасать. Для жестких смесей колебания практически полностью угасают при $Q/F_0 = 1$.

Оптимальная величина удельного давления виброуплотнителя на бетонную смесь зависит от ее консистенции. Значения давления (в кПа) в зависимости от водосодержания бетонной смеси (в л/м³) приведены в таблице 2.

Для смесей, используемых в монолитном домостроении, удельное давление поверхностных виброуплотнителей принимают равным приблизительно 4 кПа.

Для жестких бетонных смесей удельное давление целесообразно увеличить. Это, однако, можно сделать только для навесных виброуплотнителей; для управляемых вручную виброреек повышение удельного давления может привести к увеличению их массы и, соответственно, трудоемкости работ.

Увеличение веса виброуплотнителя для достижения необходимого удельного давления на бетонную смесь должно быть согласовано с условием $Q/F_0 = 0,6$. Чтобы избежать эффекта угасания амплитуды при повышении давления виброуплотнителя на смесь, последний можно выполнить как двухмассную (с реактивной массой) систему.

Таблица. 2. Оптимальное давление виброуплотнителя на бетонную смесь (кПа) в зависимости от ее водосодержания (л/м³)

Водосодержание смеси, л/м ³	Удельное давление на смесь, кПа
130	9
140	8
150	6,8
160	6
170	5,5

Самым главным требованием для поверхностных виброуплотнителей является равномерность распределения колебаний по длине изделия (формуемого бетонного пола). Основным параметром виброуплотнителя, который влияет на равномерность колебаний, является его твердость. При недостаточной твердости уплотнителя колебания в его центре могут существенно отличаться от таковых на краях (табл. 3). Из этого, кстати, не вытекает, что плотность и прочность бетона в зонах с повышенной амплитудой будут выше.

Напротив, тут возможно и снижение качества уплотнения из-за возникновения негармонических колебаний виброуплотнителей с отрывом от поверхности бетона и ударами по нему. Бетон, который прилипает к поверхности виброуплотнителя, при отрыве последнего разуплотняется, а при последующих ударах виброуплотнителей по бетону в него может вовлекаться воздух. Негармонические колебания могут быть причиной образования по длине виброуплотнителя т.н. нулевых точек. Это, по сути, зоны, в которых, благодаря интерференции волн, вообще отсутствуют колебания.

Возникающие биения разрушительно действуют на боковую опалубку и на виброуплотнитель. Самым неприятным при этом является возникновение нулевых точек, которые не перемещаются во времени и по длине виброуплотнителя. Это неминуемо приведет к недоуплотнению положенного бетона и к необходимости доработки полосы добавочным вибрированием. В расчетах, которые были проведены только на основе гармонических колебаний (гармоническое приближение), было установлено, что предотвратить возникновение нулевых точек можно, выбрав длину полуволны возбуждаемых виброуплотнителем колебаний большей, чем расстояние от его центра до края. С этой же целью на тяжелых вибробрусах с несколькими вибраторами шаг их размещения принимают меньшим длины полуволны.

Оптимальным диапазоном частоты колебаний для поверхностных виброуплотнителей, рассчитанных на уплотнение бетонных полов толщиной 0,1...0,2 м, является 25...41,67 с⁻¹ (или 1500...2500 мин⁻¹).

Рекомендуемая амплитуда колебаний виброуплотнителей, как показывают проведенные расчеты, находится в пределах $(0,35...0,5) \cdot 10^{-3}$ м. При больших амплитудах

наблюдается подсос воздуха в смесь, которая уплотняется, и заметное снижение качества затвердевшего бетона.

Эффективность работы поверхностных виброуплотнителей обычно следует проверять экспериментальным путем, что и сделано в настоящем исследовании. Такая необходимость проверки связана с рядом допущений в методике конструкторских расчетов балок на упругом основании, сложностью расчета характеристик уплотняемой смеси и влиянием основания, на котором производят бетонирование. Было установлено, что в ряде случаев виброрейка хорошо уплотняет слои бетонной смеси толщиной 0,2 м и более, но является совершенно неэффективной для уплотнения меньших по толщине слоев (возникает т.н. размерный интерференционный эффект). При этом вместе с хорошо уплотненными верхней и нижней зонами бетонного пола наблюдается недоуплотненная срединная зона вследствие наличия эффекта гашения в ней колебаний виброрейки отраженными от основания волнами.

Таблица. 3. Распределение амплитуды колебаний по длине вибробруса для различной его твердости

Длина бруса, м	Амплитуда колебаний, м
150	0,0020/0,0013
300	0,0016/0,0015
450	0,0012/0,0014
600	0,0011/0,0014
750	0,0007/0,0013
900	0,0008/0,0013
1050	0,0014/0,0014
1200	0,0015/0,0014
1350	0,0016/0,0013
1500	0,0017/0,0012

Примечание. В числителе – амплитуда колебаний бруса малой твердости, в знаменателе – амплитуда колебаний бруса большой твердости.

Анализ достоинств и недостатков существующих конструкций виброреек для уплотнения бетонных смесей в процессе обустройства полов, оценка их параметров [1,2], а также проведенные экспериментальные исследования позволяют сформулировать основные выводы и технологии использования новой конструкции виброрейки.

1. Конструкция виброрейки должна быть достаточно жесткой, чтобы амплитуда колебаний по ее длине не отличалась от заданной в пределах $\pm 10\%$.
2. Конструктивно виброрейка должна состоять из двух балок, одна из которых выполняет функцию разравнивания и предварительного уплотнения бетонной смеси, а вторая - окончательного уплотнения и заглаживания поверхности.
3. Источник колебаний – вибратор должен быть установлен в центральной части балок при условии, что подмоторная плита была максимально приближена к основанию вибробалки. Такое условие необходимо для того, чтобы исключить возможность галопирования виброрейки.
4. Направление вращения вала вибратора должно быть обеспечено в сторону перемещения виброрейки (для более удобного ее перемещения).
5. Параметры колебаний вибратора рекомендуется выбирать в пределах:
 - амплитуда колебаний - 0,0003 ... 0,0004 м;
 - частота колебаний (круговая) - 250 ... 300 с^{-1} .
6. При конструировании виброрейки необходимо предусмотреть установку захватов для ее перемещения.
7. Для обеспечения безотрывного движения виброрейки совместно со смесью, которая нею уплотняется, уместно выбрать соотношение между вынуждающей силой вибратора F_0 и весом виброрейки Q в пределах $Q / F_0 = 0,4 \dots 0,6$.

Література

1. *Бадеян Г.В.* Технология и механизация возведения монолитных железобетонных конструкций. – К.: Наукова думка, 2003. – 406 с.
2. *Функционально-стоимостный анализ/ Н.Г. Чумаченко, В.М. Дегтярева, Ю.С. Игумков.* – К.: Вища школа. Головне видавництво, 1985. – 223 с.
3. *Меграбян Х.А.* Вібров'язкість бетонної суміші у процесі формування підлог поверхневими вібропристроями// Техніка будівництва. – 2002. – №12. – С.20-22.

УДК 624.132.336

М.О.Лівінський М.О., пошукувач ВНТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ ПІД ХІМІЧНО СТІЙКІ ПОКРИТТЯ ПІДЛОГИ

Актуальність теми.

В останні роки будівельне виробництво зазнало змін, обумовлених необхідністю скорочувати строки і вартість робіт, впроваджувати нові технології для підвищення продуктивності праці і якості кінцевої продукції. Особливо це стосується технології улаштування корозійностійкої підлоги для цехів з агресивними середовищами. Тому науковий пошук і створення новітніх технологій цього процесу - це вимога часу.

Мета і задачі досліджень.

Метою досліджень є розробка ефективної технології улаштування полімербетонної підлоги з наперед заданими властивостями.

Методи дослідження.

В роботі використані наукові методи досліджень, такі як, планування експерименту, експериментальні дослідження на зразках, математико-статистичні методи.

Практика експлуатації підлоги та результати виконаних досліджень визначили три основних напрями конструктивних і технологічних рішень влаштування корозійностійкої підлоги: створення гідроізоляційного шару під хімічно стійкі покриття підлоги, використання домішок до бетону (монолітні полімербетонні підлоги) та захист лицевих покриттів полімерними композиційними матеріалами.

Використання гідроізоляції під хімічно стійкою підлогою при певних умовах показали їх ефективність і доцільність. Однак, для її використання необхідно було виконати певні дослідження.

Відомо [1], що матеріали, що використовуються для влаштування бітумної, дьогтьової і полімерної гідроізоляції, не є абсолютно непроникними. Проте, для остаточного вирішення цього питання при облаштуванні гідроізоляції необхідно провести певні дослідження. Останнім часом у якості покриттів хімічно стійкої підлоги у більшості випадків використовують полімерні мастики та розчини, які мають дуже низьку проникність. Тому виникають сумніви в необхідності гідроізоляційного шару під такими покриттями.

Для того, щоб вирішити це питання, необхідно знати порядок дифузійної проникності матеріалів як покриттів, так і гідроізоляційного шару. (рис. 1, поз. 3)

Для цієї мети були вивчені проникність склорубероїда, толь-шкіри, поліізобутилену і полівінілхлоридної плівки, а також полімер-розчинів на основі мономеру ФА, модифікованих фуриловим спиртом та каучуковим латексом СКС-65ГП марки Б. За критерій проникності було прийнято коефіцієнт дифузії води в ці матеріали, який визначався сорбційним методом [1], з урахуванням вимивання водорозчинних інгредієнтів (табл. 1).