

ТЕХНОЛОГИЯ БЕЗОПАЛУБОЧНОГО ФОРМОВАНИЯ – КЛЮЧ К МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И СНИЖЕНИЮ СЕБЕСТОИМОСТИ ЖИЛЬЯ

С.П. КОПША, генеральный директор; В.А. ЗАЙКИН, директор по маркетингу, ЗАО «Строительные технологии и машины», г. Хвалынский, Саратовская область

В мире интенсивно развивается сборное каркасное домостроение, максимально снижая удельные расходы бетона и металла, сокращая сроки строительства. Даже высотные здания строятся, например в КНР, в течение нескольких месяцев. В частности, восхищает последний пример сборного строительства: в провинции Хунань в прошлом году возведена 5-звездочная гостиница в 30 этажей под ключ всего за 15 дней – с объявленной стоимостью строительства \$1 тыс. за м². Планируется возведение в той же провинции, в г. Чангша, компанией Broad Sustainable Development самого высокого (838 м) в мире здания в 220 этажей – также под ключ, с полной отделкой – всего за 3 месяца.

Однако в России этот мировой опыт до сих пор не получил должного осмысления и развития. Среди причин – технологическая отсталость предприятий строительного комплекса. В нашей стране с ее жесткими климатическими условиями в последние годы преобладало строительство многоэтажных зданий в монолите, что не позволило сколь-нибудь существенно снизить расход бетона и металла, уменьшить сроки строительства и сделать его доступным по стоимости для остроножающихся граждан.



Рис. 1. Виброформование плиты перекрытия шириной 1,5 м в г. Березовский Свердловской обл., 14.08.13 г.

Наблюдающееся возрастание объемов строительства жилья из сборного железобетона с несущими железобетонными стенами, к сожалению, также не решает проблем снижения его стоимости, при том что все же позволяет как-то загрузить самую мощную в мире промышленную базу производства сборного железобетона, оставшуюся после распада СССР и сегодня представленную в России более чем 600 предприятиями.

Основная часть ЖБИ, ЖБК, ДСК, КСК в стране продолжает работать по устаревшей затратной технологии изготовления изделий и конструкций из сборного железобетона литьем бетонных смесей в оборачиваемые стальные формы с последующей пропаркой и высокой стоимостью продукции за счет значительных удельных расходов цемента, металла и энергии при весьма ограниченном (из-за необходимости для каждого вида изделий дорогостоящих оборотных стальных форм) ассортименте продукции. Можно привести пример строительства даже импортных линий для изготовления конструкций из сборного железобетона, оснащенных робототехникой передовых фирм, как, например, «ЕвроБау», введенных на российских предприятиях, но приведших из-за высокой стоимости изделий к практически невостребованности продукции строителями (завод «Клинстройдеталь»).

Все чаще строители переходят на каркасные системы строительства зданий и сооружений, многие из которых являются сочетанием применения монолитного бетона и изделий из сборного железобетона. В этой связи предприятия по производству сборного железобетона в стране начали переход на безопалубочную технологию непрерывного формования преднапряженных железобетонных конструкций и изделий на длинномерных стендах, позволяющую снизить себестоимость продукции – уйти от применения оборотных стальных форм, уменьшить удельные расходы цемента и металла, исключить пропарку изделий.

Современные технологии непрерывного формования железобетонных изделий на длинных стендах различаются по способам формования. В настоящее время наибольшее распространение получили следующие способы:

1. Экструзия (Финляндия, Италия, Великобритания, Канада, КНР); экструзия, совмещенная с вибрацией (Германия).

2. Сплитформование (многослойное формование): а) виброформование, совмещенное с трамбованием (Германия, Италия); б) виброформование, совмещенное с одновременными горизонтальными возвратно-поступательными движениями пустотообразователей и боковой опалубки (Бельгия).

3. Трамбование (США).

4. Виброформование «в один прием» (Испания, Россия, КНР).

Предпочтение в выборе вида технологии обусловлено двумя факторами:

– наличием изготовителей технологического оборудования;

– качественными показателями имеющихся инертных материалов.

Экструзия и экструзия, совмещенная с вибрацией

Экструдер – машина для формования изделий, в которой бетонная смесь, выдавливаемая несколькими шнеками, одновременно формирует изделие и отталкивается от готовой бетонной плиты. Армирование изделий производится только стальными канатами.

Данная технология формования характерна высокой степенью уплотнения бетонной смеси, что дает возможность значительно уменьшать расход цемента. В то же время высокое уплотнение и минимальное количество цементного теста требует особенно тщательного подбора фракционного состава песка и щебня, а также использования высококачественного цемента класса не менее 42,5 (M500). Зарубежные карьеры в отличие от большинства российских гарантируют высокое и стабильное качество мытых и фракционированных инертных материалов (5-6 видов песка и 6-7 видов высокопрочного кубовидного щебня). Но в отечественной практике фракционированный заполнитель используется очень редко.

Технология экструзии использует в качестве наполнителя только тяжелые бетоны, а экструзия, совмещенная с вибрацией, позволяет изготавливать плиты с применением широкого ряда легких наполнителей: пемза, керамзит и др. Эти изделия имеют низкий вес, высокие звуко- и теплоизоляционные качества. Они очень удобны при изготовлении перегородок и внутренних стен зданий.

Но с использованием экструзии можно формировать только изделия, занимающие всю ширину дорожки (например – плиты перекрытий). Данная технология не предусмотрена для изготовления нескольких ЖБ изделий на одной дорожке, таких как: балки, ригели, сваи, столбы, перемишки и др. Для изготовления нескольких ЖБИ используется сплитформер.

Сплитформование

Виброформование, совмещенное с трамбованием

Для изготовления нескольких ЖБ изделий на одной дорожке используют сплитформер. В нем совмещен процесс виброформования и трамбования. Сначала формируется первый слой, который сразу же и трамбуется, потом фор-

Таблица 1. Основные фирмы-изготовители технологического оборудования для формования железобетонных изделий на длинных стендах

	Фирма-изготовитель, технология или торговая марка	Страна	Способы формования	Тип арматуры
1.	ЗАО «Строительные технологии и машины», торговая марка «СТМ»	Российская Федерация	Виброформование «в один прием»	Проволока
2.	Azcona&Pantoja, S.R.L., торговая марка TECHNOSPAN	Испания		
	Maguinaria Industrial Prensoland, S.A., торговая марка TENSYLAND			
	Exclusivas Resimart Iberica S.L., торговая марка RESIMART		Виброформование «в один прием», экструзия	Проволока, канаты
3.	Фирма XINGYU	КНР	Виброформование «в один прием»	Канаты
4.	Echo-Engineering LTD, торговая марка ECHO	Бельгия	Сплитформование	Канаты, проволока
5.	Weiler GmbH, торговая марка WEILER	Германия	Экструзия; экструзия с вибрацией; сплитформование	
6.	Weiler-Italia, Witech Concrete Technology, торговая марка WITECH	Италия	Сплитформование; экструзия	
	Nordimpianti System Srl., торговая марка NORDIMPIANTI		Сплитформование; экструзия	
	Plan s.r.l.		Экструзия	
7.	Elematic Oy Ab, торговая марка ELEMATIC	Финляндия	Экструзия	Канаты
	X-TEC			
	PCE Engineering			
	TNK-Systems			
8.	UltraSpan Technologies	Канада		
9.	Spiroll Precast Services	Великобритания		
10.	Spancrete-Machinery Corporation, торговая марка SPANCRETE	США	Трамбование; сплитформование	Канаты, проволока

муется второй, а затем (при высоте изделия более 250 мм) – и третий слой.

Многослойное виброформование, совмещенное с одновременными возвратно-поступательными движениями пустообразователей и боковой опалубки сплитформера

Такой сплитформер уплотняет бетонную смесь посредством двухслойного уплотнения с помощью виброформования нижней части плиты (первый слой), а затем формования второго слоя (или верхней части плиты). Одновременно с вибрацией пустообразователи плиты совершают горизонтальные возвратно-поступательные движения, так же как и боковая опалубка сплитформера.

Такие машины имеют отдельные привода на все колеса и весят 9-13 т.

Положительным фактором всех двухслойных способов формования является хорошее качество уплотнения. Количество цемента в бетонной смеси составляет 380-400 кг/м³. Переход в любой технологии сплитформования с изготовления одного вида изделия на другой вид (например, с плит на изготовление свай, балок, ригелей и др.) делает необходимым замену формующего модуля машины (его стоимость составляет около 70% стоимости всего сплитформера). Сложная конструкция формующей машины, в которой используется большое количество моторов, различных трущихся рычагов и механизмов, увеличивает время обслуживания машины после завершения формования каждой дорожки.

Трамбование

Трамбование применяется в основном в США. В России установлены только две такие технологические линии.



Рис. 2. Процесс виброформования железобетонной плиты перекрытия шириной 1,2 м «в один прием». Комбинат Индустриального Строительства, г. Семей, 20.09.13 г.

По частоте использования различных способов формования можно судить об их адаптации к условиям РФ. Ниже приводятся данные использования описанных технологий в нашей стране. Потребители, отдавая предпочтение той или иной технологии, «голосуют за нее рублем».

Таблица 2. Соотношение различных технологий безопалубочного формования на предприятиях РФ

	Технология формования	% линий
1.	Виброформование «в один прием»	72
2.	Экструзия и экструзия с вибрацией	14
3.	Сплитформование «двухслойное»	13
4.	Трамбование	1

Как известно, наиболее высокая стоимость оборудования и машин – в Финляндии, меньшая – в Германии и Италии. Испания стоит в этом отношении на 4-м месте. Кроме того, дополнительным фактором, увеличивающим популярность технологии виброформования «в один прием», явилась более низкая себестоимость ЖБ изделий по сравнению с себестоимостью, получаемой с использованием других технологий (табл. 2).

Из табл. 2 видно преобладание на предприятиях по производству железобетона линий виброформования «в один прием», позволяющих максимально снизить себестоимость изделий и конструкций. Это связано с тем, что эта технология дает возможность:

1. Применять инертные материалы имеющегося качества. Использование таких инертных приводит к перерасходу цемента, но компенсируется более низкими ценами на немый песок и нефракционированный щебень.

2. Формовать бетоны не выше марки М400 без риска прокаливания арматуры. Это оказалось возможным при армировании изделий с использованием проволоки ВР-II (5 мм).

3. Производить практически неограниченную номенклатуру ЖБ изделий (рис. 1, 2, 3), которую можно изготавливать без смены формовочной машины (она снабжена подробной нормативной документацией изготовителей оборудования).

Положительно на внедрение в практику технологии виброформования «в один прием» влияет наличие нескольких сервисных центров в РФ (содержание которых рентабельно только при достаточно большом количестве обслуживаемых предприятий).

Однако в настоящее время большинство заводов по производству сборного железобетона РФ до сих пор используют морально устаревшие технологии 1970-х гг.

Главной причиной, тормозящей процесс модернизации предприятий сборного железобетона в России, явля-

ется отсутствие современной нормативно-технической документации общего пользования для методического обеспечения передовых процессов производства железобетонных изделий, и в первую очередь — технологии виброформования. Доступные методические пособия ограничены несколькими публикациями прошлого века [5, 6]. Так, например, наиболее «свежие» «Рекомендации по технологии безопалубочного производства железобетонных конструкций» выпущены НИИЖБ еще в бытность СССР, в 1981 г.

В настоящее время в качестве нормативной документации для производства изделий из бетона и железобетона применяется более 100 советских ГОСТов, среди которых, например:

ГОСТ 13015.0-83 Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные (общие технические требования);

ГОСТ 13015.1-81 Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные (приемка);

ГОСТ 13015.2-81 Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные (маркировка);

ГОСТ 13015.3-81 Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные (документ о качестве);

ГОСТ 13015.4-84 Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные (транспортирование и хранение);

ГОСТ 8020-90 Конструкции бетонные и железобетонные для колодцев канализационных, водопроводных и газопроводных сетей;

ГОСТ 23009-78 Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные;

ГОСТ 22904-93 Конструкции железобетонные;

ГОСТ 18979-90 Колонны железобетонные для многоэтажных зданий;

ГОСТ 9561-91 Плиты перекрытий железобетонные многопустотные для зданий и сооружений;

ГОСТ 26434-85 Плиты перекрытий железобетонные для жилых зданий (типы и основные параметры).

К сожалению, в связи с практическим уничтожением отраслевых институтов за последние 20 лет новой, современной технической нормативной документации общего пользования почти не создавалось, а та, что оформлялась, являлась в лучшем случае «гармонизацией» вышеуказанной устаревшей документации к современности...

Так, в настоящее время не существует доступных методических рекомендаций по оптимальному подбору бетоносмесительного оборудования для технологических линий виброформования. Как правило, подбор бетонной смеси является эксклюзивной разработкой технолога на каждом отдельном заводе ЖБИ, что делает состав данной смеси «авторским секретом» или искусством конкретного технолога завода ЖБИ.

Наряду с изложенным обращает на себя внимание «разношерстное» лабораторное оборудование на заводах, зачастую не соответствующее ГОСТам РФ и плохо обеспечивающее необходимый контроль качества выпускаемой продукции предприятий ЖБИ.



Рис. 3. Изготовление свай с использованием технологии виброформования «в один прием», г. Киров

В последние годы разработчик нового оборудования для виброформования изделий, ЗАО «Строительные технологии и машины» (г. Хвалынский Саратовской области) провело значительный объем работ по исследованию особенностей виброформования длинномерных железобетонных изделий и конструкций «в один прием», получающих широкое распространение при модернизации предприятий по производству железобетона для сборного домостроения.

В процессе проведенных исследований получены уникальные экспериментальные и расчетные данные по определению эффективности воздействия на технологические свойства подвижных бетонных формовочных смесей интенсивности вибрации, частотных характеристик процесса, виброускорения и вибросмещения.

Описаны новые подходы к технологии виброформования, заключающиеся в более эффективном вибрационном воздействии на бетонные смеси за счет значительного увеличения площади воздействия в объеме формируемых смесей, названном нами «объемным виброформованием». Так, разработанный по патенту РФ № 2462356 вибробункер совместно с техническими решениями, защищенными десятком свидетельств на полезные модели, позволил радикально повысить эффективность приготовления и укладки бетонных смесей за счет увеличения суммарной площади воздействия на бетонные смеси в процессе объемного виброуплотнения

до 10 м², достигаемой оригинальным конструктивным решением (рис. 4).

Это позволило разработать технологию и новое отечественное оборудование для эффективного объемного виброформования бетонных смесей с улучшенными характеристиками процесса, экономией цемента и нивелированием специфики негативного влияния местного нерудного сырья на процесс укладки длинномерных железобетонных изделий при виброформовании конструкций и изделий на длинных стендах. Новая технология и оборудование предложены в виде базовых для модернизации предприятий сборного железобетона в России [1].

Ниже представлены примеры применения отечественного технологического оборудования непрерывного виброформования железобетонных изделий на длинных стендах, изготовленного и поставленного ЗАО «СТМ» в последние годы (указаны сроки завершения пусконаладочных работ):

- 1) г. Мамадыш, ЗАО «Стройсервис», 2010 г.
- 2) г. Киров, ООО «Торговый Дом ЖБИ», 2012 г.
- 3) г. Йошкар-Ола, ООО «Дельта Строй», 2012 г.
- 4) г. Оренбург, ООО «Орен Орск» замена двух старых машин «Тенсиланд» на новые формовочные машины ЗАО «СТМ» 1200 и 1500 мм шириной, 2011 г. и 2012 г.
- 5) г. Таганрог, ООО «ПК Тагинвестстрой», капремонт формовочной машины, 2012 г.
- 6) г. Заводоуковск, Тюменская область, ЗАО «Заводоуковский КСМ», 2013 г.
- 7) г. Березовский, Свердловская область, ООО «СПК «Арсенал», 2013 г.
- 8) г. Шымкент, Республика Казахстан, ТОО «Онтустик Курьлыс Сервис», технологическая линия в составе Комбината Индустриального Строительства производительностью 150 тыс. м² каркасного жилья в год, 2013 г.
- 9) г. Семей, Республика Казахстан, ТОО «Сэт-Транс», технологическая линия в составе Комбината Индустриального Строительства производительностью 50 тыс. м² каркасного жилья в год, 2013 г.

В связи с успешностью разработок оборудования и технологии объемного виброформования, накопившимся производственным опытом эксплуатации инноваций коллектив ЗАО «СТМ» совместно с ведущими институтами страны приступил к подготовке комплектной нормативно-технической документации общего пользования, включающей новые методические пособия по технологии непрерывного виброформования железобетонных изделий на длинных стендах, подбору составов бетонных смесей, комплектации соответствующего лабораторного оборудования и т.д. Эта работа ведется параллельно с созданием элементной базы номенклатуры сборных железобетонных изделий и конструкций для проектирования и скоростного сборного строительства каркасного жилья, объектов соцкультбыта, различных зданий и сооружений с повышенной устойчивостью и

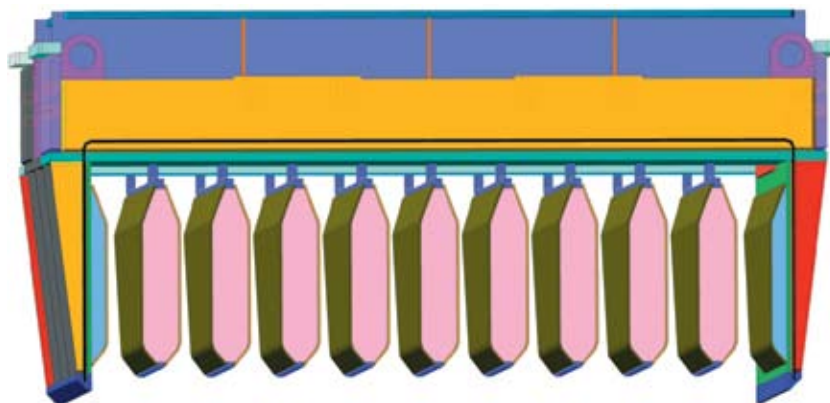


Рис. 4. Сечение вибробункера для объемного виброформования. Показаны вкладыши-вибраторы во внутренней части бункера

безопасностью в районах повышенной сейсмичности, подверженных наводнениям и угрозам несанкционированных воздействий. В частности, предполагается применение новой архитектурно-строительной системы ИМЭТ [2, 3], позволяющей исключить или минимизировать работы по омоноличиванию бетона на строительных площадках.

В комплектных поставках оборудования для реализации безопасной объемной технологии виброформования железобетонных изделий впервые в мире планируется начиная с 2014 г. поставка предприятиям по производству железобетона совместно с формующим оборудованием установок «Надежда», позволяющих при переработке товарного портландцемента в наноцемент [4] снизить его затраты на 1 м³ изделий и конструкций до 200-300 кг вместо сегодняшних 400-500 кг. ЗАО «СТМ» приобретены лицензии на изготовление, продажу указанных установок производительностью 5 т наноцемента в час и применение наноцемента на своих технологических линиях.

Библиографический список

1. Лощенко А.Л., Котша С.П., Бикбау М.Я. Строительно-индустриальный кластер – передовые технологии и машиностроение для строительства // Технологии бетонов, № 8, 2013, с. 28-30.
2. Бикбау М.Я. Архитектурно-строительная система ИМЭТ – новая технологическая основа домостроения // ЖБИ и конструкции, № 2, 2012, с. 64-71.
3. Бикбау М.Я., Блинов В.П. Дом россиянина должен быть крепостью // ЖБИ и конструкции, № 3, 2012, с. 64-70.
4. Бикбау М.Я. Новые цементы и бетоны. Открытие явления нанокапсуляции дисперсных веществ // ЖБИ и конструкции, № 4, 2012, с. 67-72.
5. Инструкция по продолжительности и интенсивности вибрации и по подбору состава бетонной смеси и повышенной удобоукладываемости. 2-е изд., М., Госстрой СССР, НИИЖБ, 1968.
6. Рекомендации по технологии безопасного производства железобетонных конструкций. М.: НИИЖБ, 1981.

stm-kop@mail.ru

stm-moscow@mail.ru

Тел. 8 (495) 722-02-98,
8 (84862) 7-19-11