

# СТЕНДОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ СБОРНО-МОНОЛИТНОГО КАРКАСА (ТЕХНОЛОГИЯ СМК)

В.А. ШЕМБАКОВ, управляющий ГК «Рекон-СМК», гендиректор ЗАО «Рекон», заслуженный строитель России, руководитель авторского коллектива по развитию и внедрению технологии СМК

**Развитие стройиндустрии способно стать локомотивом роста экономики страны. Для этого необходимо внедрение современных технологий, обеспечивающих высокую скорость строительства, качество конструкций и при этом снижение себестоимости возведения квадратного метра жилых и административных зданий или строительства погонного километра дороги за счет использования новых конструкционных стройматериалов. Уровень обеспеченности жильем в РФ, по данным Росстата, составляет 23 кв. м жилья на человека, что ниже в 2–3 раза аналогичного показателя в развитых странах (45 кв. м в Германии, 75 кв. м в США). Существующий жилой фонд необходимо увеличить в 1,5 раза. Учитывая масштабы жилищного строительства и задачи нацпроекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России», приоритет должен быть отдан той индустриальной технологии, которая отличалась бы гибкостью, т.е. возможностью быстро перестраиваться под выпуск необходимой для рынка продукции, надежностью и долговечностью возводимых конструкций, экономичностью производства и эксплуатации.**

Одной из таких технологий является отечественная стендовая технология изготовления конструкций сборно-монолитного каркаса (технология СМК), адаптированная к климату и сейсмике России и находящая применение при строительстве жилых зданий, парковок, инфраструктурных сооружений, административных, торговых, спортивных и развлекательных объектов. История создания технологии связана с оборудованием по выпуску сборных железобетонных конструкций, привезенным французской компанией Saret в начале 1990-х для строительства в г. Сочи спортивных объектов. Оборудование так и не было запущено. Позднее авторским коллективом группы компаний «Рекон СМК» (г. Чебоксары), возглавляемой заслуженным строителем России В.А. Шембаковым, оборудование и технология были доработаны и адаптированы под российские условия. На основании проведенных натурных испытаний каркаса здания, возведенного по технологии СМК (другое название – «Чебоксарская»), на соответствие требованиям СНИП получено положительное заключение экспертных органов Госстроя России, подтвердившее право использования технологии СМК в проектировании и строительстве зданий. Сейчас по технологии СМК, постоянно совершенствуемой, запатентовано 66 изобретений, создано 8 полезных моделей.

## Характеристика технологии СМК

В технологии СМК основным несущим стержнем жилого дома, как и любого другого гражданского и промышленного здания, является сборно-монолитный каркас, 97% элементов которого (колонна, ригель, плиты перекрытий) выполняются в условиях завода, что обеспечивает высокое качество выпускаемой продукции. Производство элементов сборно-монолитного каркаса отличается от существующих производств – конвейерных, постовых, поточно-агрегатных (Vollert, Vickermann, Viessmann) и др. – в подготовке формы,



ее армировании, оснащении, укладке бетона, пропарке и наборе прочности, отгрузке продукции и возврате на новый цикл. Все процессы в существующих технологиях осуществляются на отдельных специализированных постах, формы или «паллеты» движутся с поста на пост. В основе технологии СМК – универсальные стенды, выпускаемые ЗАО «Рекон» (г. Чебоксары). Все операции последовательно выполняются на стенде в автоматизированном цикле с укладкой бетонной массы, закрытием термопокрывалом и автоматическим режимом прогрева горячей водой, паром, электричеством, продуктами сгорания газа, подогретым маслом и т.д. Бетон, уложенный в форму, не передвигается ни по горизонтали, ни по вертикали. Тем самым обеспечиваются благоприятные условия для гидратации цементного камня. В изделии не образуется никаких волосяных, наружных и внутренних трещин, т.е. создаются условия для получения высокопрочных несущих конструкций. Качество выпускаемых конструкций – главный критерий российской технологии СМК.

Элементы сборно-монолитного каркаса, выпускаемые на универсальном стенде, отличаются от аналогов сравнительно невысокой массой. За счет этого происходит экономия транспортных расходов, снижается мощность монтажных средств, укрупняются конструкции, снижаются стоимость и трудоемкость строительства. Неслучайно во многих странах мира одним из важных критериев эффективности строительства является масса одного кубометра строительного объема здания, сооружения.



Произведенная продукция доставляется на стройплощадку и собирается по принципу конструктора, формируя каркас здания. Узлы и детали бетонируются без участия сварки. Высота этажа возможна любая и зависит только от прочностных характеристик колонн, поэтому применение технологии СМК возможно при строительстве зданий различного назначения: жилых, общественных, производственных, административно-бытовых, а также при строительстве мостов и путепроводов.

Сборно-монолитный каркас здания (сооружения), работающий как рамно-связевая система, имеет положительные свойства как полносборного каркаса, так и преимущества монолитных конструкций. Жесткое сопряжение ригеля с колонной (уменьшение пролетного изгибающего момента за счет перераспределения его на опорный), а также включение в работу сборно-монолитного ригеля примыкающих участков перекрытия (расчетное тавровое сечение) позволили значительно уменьшить расход железобетона на 1 кв. м общей площади здания по сравнению с расчетными схемами несущих каркасов. Расход сборного железобетона в СМК составляет 0,1–0,18 куб. м на 1 кв. м смонтированного каркаса.

Колонны могут быть сечением от 200x200 мм до 400x600 мм и изготавливаются в форме длиной до 24 м. Материал колонн – тяжелый бетон В15–В30. Для сопряжения колонн с ригелями в них в уровне перекрытия предусматриваются участки с открытой арматурой, усиленной арматурными связями. Стыковка колонн осуществляется без сварки – при помощи «штепсельного» стыка и обеспечивается за счет пропуска продольных арматурных стержней одной колонны в тело другой, что позволяет соединить колонны одного размера сечения с другим.

Расчетным сечением ригеля является тавр, полкой которого служит перекрытие. Материал ригелей – тяжелый бетон В30, продольное армирование осуществляется предварительно напрягаемыми канатами К7 (12 мм). Замоноличивание узла сопряжения ригеля и колонны производится бетоном В30. Сборные ригели и балки могут быть ненапряженные и предварительно-напряженные сечением от 80 до 450 мм с пролетом до 15 м. Универсальность оборудования позволяет изменять сечение и длину выпускаемых ригелей в соответствии с расчетными данными для различных зданий и нагрузок на перекрытия. Высокая прочность, свойственная предварительно напряженному железобетону, позволяет применять ригели (балки) меньшего сечения, что дает возможность строить более легкие каркасы и, следовательно, снижать расходы на выполнение фундаментов.

Перекрытие с применением предварительно напряженных железобетонных плит состоит из плит толщиной 60 мм, служащих несъемной опалубкой, и монолитного армированного

слоя толщиной 80-120 мм в зависимости от пролета, укладываемого сверху. Сцепление монолитного слоя со сборной плитой осуществляется за счет шероховатой верхней поверхности плиты, выполняемой в заводских условиях путем обнажения крупного наполнителя. Материал плит – тяжелый бетон В35. Продольное армирование осуществляется предварительно напрягаемой проволокой 5 ВрII. При бетонировании монолитного слоя плита-опалубка, включая и ригели, устанавливается на деревянный брус с системой инвентарных опор. Жесткость диска перекрытия достигается за счет укладки арматурных сеток на стыках плит и над ригелями. Монолитный слой перекрытия выполняется из тяжелого бетона В15-В25. Узел соединения «колонна-ригель-плита» является монолитным. Каркас собирается без применения сварки. Конструктивная схема с использованием пустотной плиты, которая при шаге колонн до 15 м полностью сохраняет свойства сборно-монолитного каркаса с применением плиты – несъемной опалубки, в настоящее время находит все более частое применение.

В зданиях до 6 этажей включительно все усилия воспринимаются жесткими (рамными) узлами каркаса. Здания высотой более 6 этажей имеют диафрагмы жесткости, которые совместно со сборно-монолитным каркасом воспринимают расчетные усилия.

### Возможности и преимущества технологии СМК

Технология СМК позволяет собирать каркасы с большими (до 15 м) пролетами между колоннами, что предоставляет широкие возможности архитекторам, проектировщикам и заказчикам в принятии любого объемно-планировочного решения. Индивидуальный расчет сечений несущих элементов в зависимости от их месторасположения в каркасе обуславливает малый расход металла при производстве ЖБИ и, соответственно, уменьшает стоимость квадратного метра здания.

Технология СМК позволяет получить уже на заводе качественные геометрически правильные конструкции, с максимальной сборностью (97%) и бессварными соединениями на стройке, что дает возможность строить с высокой скоростью – до 5 тыс. кв. м в месяц под одним башенным краном. Сборно-монолитный каркас здания с использованием сборных железобетонных преднапряженных и ненапряженных элементов заводского изготовления (колонна на 2-3 этажа, ригель высотой 80, 130, 200, 250 мм в зависимости от шага колонн и длиной максимально до 15 м, пустотный настил или плита – несъемная опалубка бессварного соединения) отвечает самым высоким требованиям устойчивости, надежности и несущей способности гражданских и промышленных зданий. Это подтверждено



результатами натурных испытаний, проведенных с применением статической разрушающей нагрузки на отдельных узлах конструкций и в целом на смонтированном по технологии СМК здании.

Наличие в регионе завода, оснащенного под технологию СМК, позволяет с минимальными затратами доставлять элементы каркаса и стеновые конструкции на строительные объекты в любую точку. Основными преимуществами технологии СМК (подтверждены на практике) по отношению к другим технологиям домостроения являются:

- расход электроэнергии на изготовление железобетонных изделий для 1 кв. м жилья составляет 2 кВт, пара – 0,08 Гкал, что в 3 раза меньше по сравнению с существующими технологиями производства ЖБИ;
- расход основного сырья и материалов (цемент, щебень, арматура) в 1,5 раза меньше, чем при монолитном и панельном домостроении;
- увеличение полезной площади на 15-20% в сравнении с кирпичным исполнением;
- снижение стоимости строительства несущих конструкций здания за счет увеличения площади;
- полное отсутствие сварочных работ на стройплощадке;
- сокращение в 1,5 раза сроков работ по сравнению с монолитным и кирпичным строительством;
- изготовление элементов СМК в заводских условиях, что гарантирует высокое качество выпускаемой продукции;
- уменьшение веса несущих конструкций и, как следствие, использование на стройплощадке механизмов с меньшей грузоподъемностью;
- возможность использования различных местных материалов при изготовлении наружных стен;
- широкие возможности перепланировки помещений при проектировании и эксплуатации;
- быстрая переналадка технологического оборудования под запросы рынка;
- универсальность элементов, что дает возможность использования их в любых архитектурных и конструктивных решениях при проектировании.

В 2008-2010 гг., наиболее кризисный период для отрасли, процесс совершенствования технологии СМК в проектировании, строительстве и изготовлении технологического оборудования не только не замедлился, а напротив, получил новый импульс в развитии. Технология успешно использовалась при возведении жилых микрорайонов в Новосибирске, Нижневартовске, Красноярске, Екатеринбурге, Ярославле, Кирове, Калуге, Владимире, Чебоксарах, Краснодаре, в городах Московской области и т.д.

Кроме того, был разработан и внедрен универсальный стенд 4x120, 108, 90 м, обеспечивающий выпуск 1-, 2-, 3-, 4-слойных наружных стен «НС» нового типа гражданских и промышленных зданий, выпуск пустотного настила А 3,6 (м) стендовым способом сплитформера и мн. др. На сегодня по технологии СМК построено более 600 объектов в 50 субъектах РФ.

Технология СМК шагнула и за пределы России. Технологические линии изготовлены и поставлены в Казахстан (Астана, Уральск), Украину (Черновцы), проявлен интерес к ним со стороны специалистов строительной отрасли Белоруссии, Туркменистана, Киргизии, Монголии.

### Перспективы технологии СМК

Следующим этапом развития технологии СМК стала разработка конструкции наружной стены высокой заводской готовности и архитектурной выразительности, изготовленной из экологически чистых материалов. Одним из критериев качества современного жилья должно стать отсутствие необходимости капремонта фасада более 50 лет. Применение в строительстве вентилируемых фасадов позволило улучшить архитектуру здания и устранить последствия «точки росы» в стене. Но недостатком конструкции стен с вентилируемым фасадом является их небольшой срок эксплуатации. Во многих западных странах при утверждении проекта в первую очередь обращают внимание на коэффициент теплопотерь, что позволяет прогнозировать будущие энергозатраты на отопление домов. Использование 3-слойных наружных стен в домостроении позволило снизить потери тепла в здании, но в процессе эксплуатации не решило проблему «точки росы», что со временем ухудшает теплозащитные свойства наружной стены. На сегодня в строительстве нет оптимального решения фасада здания, обеспечивающего одновременно и существенное снижение потерь тепла через наружные стены, и отсутствие явлений остаточной влаги («точка росы»), и длительный срок эксплуатации.

Предлагаемое решение по изготовлению 4-слойной конструкции (бетон, сухой керамзит, утеплитель Rockwool,

бетон) наружной стены «НС» заводской готовности позволит увеличить теплозащитные свойства наружной стены, звукоизоляцию, обеспечить высокую архитектурную выразительность и отсутствие явлений остаточной влаги («точка росы»). Данная конструкция наружной стены может быть изготовлена на универсальном стенде, выпускаемом ЗАО «Рекон». Технология изготовления конструкции наружной стены «НС» на универсальном стенде отличается от существующей технологии тем, что свежесуложенный бетон никуда не передвигается до полной гидратации цементного камня, обеспечивая тем самым самую высокую плотность и качество бетонной поверхности и тела бетона. Возможны различные способы художественного оформления наружных стен: облицовка из каменной крошки или керамики, архитектурный бетон, покраска и др.

Еще одним преимуществом технологии СМК может стать ее применение в сейсмически активных районах (до 10 баллов). Сейсмоустойчивость каркаса обеспечивается соединительным узлом «колонна – преднапряженный ригель – пустотный настил» по типу кессонного перекрытия, т.е. колонна заводского изготовления находится в жесткой железобетонной обойме и имеет стыковое соединение в самом перекрытии. Поскольку наружные и внутренние стены здания не являются несущими, а только ограждающими, это позволяет применять для их изготовления любые облегченные строительные материалы, соответствующие требованиям СНиП по теплотехнике и современным архитектурно-планировочным решениям.

Основополагающим в решении жилищной проблемы в России должно стать возрождение массового индустриального домостроения. Из 500 домостроительных комбинатов (ДСК), существовавших в РСФСР, сегодня работают





только 20% – при износе их технологически устаревших производственных мощностей до 70%. К недостаткам существующей строительной индустрии можно отнести однообразие архитектуры зданий, высокую энергоемкость, неспособность быстро меняться согласно требованиям рынка. Устранить данные недостатки и обеспечить доступным и комфортным жильем способна технология СМК. Переоснащение ДСК под выпуск сборных железобетонных конструкций, применяя технологию СМК, даст новое развитие ДСК.

Первый завод по выпуску технологических линий (ЗАО «Рекон») был создан в 1995 г. в Чебоксарах. Линия по выпуску элементов сборно-монолитного каркаса может иметь мощность от 45 до 200 тыс. кв. м каркаса в год. Линия изготавливается в заводских условиях и монтируется на площади в 3 тыс. кв. м (в ДСК для установки оборудования соответствующей мощности потребовалось бы 12-15 тыс. кв. м); приступает к работе через 6 месяцев в существующем цехе или через 1 год в случае строительства нового цеха (в ДСК для запуска нового оборудования требовалось не менее 2-х лет).

В настоящее время в Российской Федерации действует более 70 технологических линий по производству конструкций СМК общей мощностью более 5 млн кв. м каркаса зданий в год. Дооснащение указанных линий универсальными стендами, обеспечивающими помимо выпуска конструкций выпуск стеновых панелей высокой заводской готовности и архитектурной выразитель-

ности, позволит увеличить общую мощность линий до 10 млн кв. м зданий в год.

Новым и одним из самых значимых для России направлением использования элементов технологии СМК может стать применение этой технологии в строительстве автодорог, мостов, эстакад, трамвайных путей. Используя технологию СМК, возможно наладить выпуск преднапряженных балок мостов и путепроводов длиной до 32 м, а также пазогребневых дорожных плит с каналами для постнапряжения. На универсальном стенде могут изготавливаться дорожные плиты с гранями «паз-гребень» и сквозными каналами для размещения в них канатов, натяжение которых стягивает их в длинномерные пакеты после укладки на дорожное полотно. В 2014-м и последующие годы предстоит выпуск и других элементов для масштабного дорожного строительства. При этом учитывается необходимость перехода на жесткие дорожные одежды в конструкции дорог. Сделать это позволит технология СМК, а также опыт скоростного индустриального строительства заводов, в т.ч. полигонного типа.

Отечественная стендовая технология изготовления конструкций сборно-монолитного каркаса, вобрав в себя лучшие решения сборного, монолитного, кирпичного и других решений, достойно конкурирует с новейшими западными технологиями и способна выполнить главные задачи современного строительства – строить быстро, красиво, надежно, доступно с обеспечением высоких эксплуатационных и эстетических требований.