

# РЕСПУБЛИКАНСКАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ ГАЗЕТА

Газета основана в июле 2001 года

Свободная цена

СТРОИТЕЛЬСТВО • АРХИТЕКТУРА • НАУКА • ИНЖИНИРИНГ • ИНВЕСТИЦИИ

ОФИЦИАЛЬНОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ИЗДАНИЕ  
МИНИСТЕРСТВА АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ220036, г. Минск, ул. Р. Люксембург, д.101, к. 116; тел: (+375 17) 208 59 96, факс: 207 13 06, e-mail: [gazeta-iks@yandex.ru](mailto:gazeta-iks@yandex.ru)

## МОНОЛИТНЫЙ БЕТОН: ОТ ДРЕВНЕГО РИМА ДО НАШИХ ДНЕЙ

**24 апреля т.г. в рамках "Белорусской строительной недели" состоялся научно-технический семинар "Монолитный бетон: новые технологии, опалубочные системы и оборудование, строительные леса и подъемно-транспортное оборудование (с посещением строительства многопрофильного культурно-спортивного комплекса "Минск-арена"). Организаторами мероприятия выступили Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь и научно-исследовательское республиканское унитарное предприятие по строительству "Институт БелНИИС".**

Открывая семинар, начальник главного управления научно-технической политики и лицензирования Минстройархитектуры, к.т.н. В.В.Коньков, подчеркнул важность и актуальность проблемы монолитного домостроения. С одной стороны, строительство из монолитного бетона велось еще в Древнем Риме. С другой, этот материал постоянно совершенствуется, а ученые и практики находят все новые и новые возможности его применения. "Не случайно, — продолжил он, — практически все уникальные объекты в республике возводятся с применением монолитного бетона. Среди примеров последних лет — Минский железнодорожный вокзал, подземный город "Столица" на пл. Независимости, Национальная библиотека Беларуси. Сегодня ведется масштабное строительство универсального комплекса "Минск-арена". В ближайшей перспективе — возведение высотных зданий".

В.В.Коньков обратил внимание слушателей, что семинар в основном посвящен прикладным вопросам применения монолитного железобетона. Более фундаментально эта тема была рассмотрена на Международном симпозиуме "Проблемы современного бетона и железобетона", который прошел в Минске осенью прошлого года. Второй по счету тематический форум состоится весной 2009г.

Более подробно на современных технологиях строительства уникальных и высотных зданий из монолитного железобетона остановился в своем выступлении к.т.н., директор РУП "Институт БелНИИС" М.Ф.Марковский.

Он напомнил, что еще буквально 10-15 лет назад проходили достаточно острые дискуссии, что важнее — сборный или монолитный бетон: "Многие вещи приходилось тогда настойчиво доказывать. При этом я всегда призывал своих оппонентов к соревнованию на строительных площадках. И критерием истины действительно оказалась практика, убедившая в перспективности монолитного железобетона".

В то же время докладчик предупредил о второй крайности: "Нельзя забывать и о сборном железобетоне. Просто каждый вид бетона должен занимать подходящее место, служить для отведенных ему целей".

Требования к современному монолитному бетону не ограничиваются экономическими показателями. "Последнее время очень остро стоит проблема квалифицированных рабочих кадров. Поэтому вопрос снижения трудоемкости для Беларуси я бы поставил на второе место после себестоимости, — прокомментировал М.Ф.Марковский. — Немаловажен также тот факт, что монолитный бетон "дружит" с архитекторами, позволяя им воплотить смелые творческие замыслы. На мой взгляд, объекты, о которых пойдет речь на семинаре, свидетельствуют, что этот материал применим при реализации самых сложных проектов".

По определению американского Института бетона и железобетона, бетон — материал XXI века. Заокеанские ученые убеждены, что по массовости применения ему вряд ли найдется достойная альтернатива. Однако следует помнить, что, говоря о монолитном бетоне, специалисты подразумевают иной материал, нежели существовавший в "доперестроечное" время. "Если после возведения здания возникает необходимость скрыть дефекты штукатуркой — это уже не монолитный бетон. От такого материала нужно отказываться. Современный монолитный бетон должен обеспечивать высокое качество поверхности, — подчеркнул докладчик, сделав упор на первом слове. — Допускается лишь шпатлевание и местные заделки отверстий под тяжи или следов от щитов, после чего вполне можно приступать к окраске либо отделке обоями".

Важным преимуществом монолитного железобетона являются темпы строительства, которые непосредственно влияют на его стоимость: "Современные технологии при возведении жилья должны обеспечивать не менее двух этажей в месяц. Причем это стартовое условие для организации, только начинающей осваивать монолитный бетон. Для тех, кто более опытен и имеет определенные навыки, это три-четыре этажа в месяц.

К слову, еще одна особенность этого материала — легко осваиваемая технология. Например, она вполне под силу нашим трестам, которые до этого не специализировались на его широкомасштабном применении".

## НАЦИОНАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА БЕЛАРУСИ...

При возведении уникальных объектов, как правило, приходится решать нестандартные задачи. И если бы монолитный железобетон не позволял этого делать, он вряд ли получил бы в Беларуси массовое распространение и развитие.

Яркий тому пример — Национальная библиотека Беларуси. Казалось бы, она построена совсем недавно. "Но, — убежден М.Ф.Марковский, — чем больше проходит времени от сдачи объекта, тем интереснее узнать, как он возводился, какие проблемы при этом решались".

Участникам семинара на слайдах было продемонстрировано, как решались эта и другие задачи: применялись различные системы отечественной и зарубежной опалубки; кроме того (поскольку ни одна из них не в состоянии была обеспечивать все задачи), индивидуальные решения. Например, сложность при возведении на высоте 18 м опорного кольца по круглой стене заключалась в отсутствии точек опоры для опалубки. Невозможно было обеспечить безопасность рабочим — им попросту негде было ходить (причем такая ситуация не прописана ни в одном нормативном техническом акте). Справились и с этим, создав специальную опорную систему.

Однако наиболее трудоемкой оказалась расширяющаяся под 45 градусов часть сооружения. "Причем, — напомнил М.Ф.Марковский, — была очень снежная морозная зима. Можно сказать, природа ставила эксперименты над строителями: как мы справимся в неблагоприятных погодных условиях с возведением самых сложных элементов. И снова — никаких точек опоры наружной опалубки, лишь перепад по высоте до ближайшего перекрытия. Все буквально "висело" в воздухе: надо было возвести и специальную систему, и наклонные перекрытия. Иностранные фирмы предложили решения с опалубкой, которые оценивались на многие миллионы евро. Так началось своеобразное соревнование отечественных и зарубежных технологов. Мы взялись за эту нелегкую задачу и решили ее даже без закупки иностранного оборудования. Были применены нестандартные решения, многие из которых, на первый взгляд, казались авантюрными, но на самом деле были досконально просчитаны и обоснованы. В общем, мы уверенно шли к решению этой задачи и несмотря на холода (с декабря по март) возвели эту "чашу". При этом экономический эффект только в области импортозамещения оценивается в 4-5 млн. евро".

Сегодня лишь фотографии напоминают этапы "большого пути": "Мы сориентировали строителей на возведении двух этажей книгохранилища в месяц. Каждый — от рабочего до начальника стройки — знал: 15 дней на этаж. С высокой точностью прогнозировали, когда будем на какой отметке. И этот график строго соблюдался, хотя поначалу ни ИТР, ни рабочие не верили, что это сложное здание можно будет возводить

такими темпами. Применили различные системы опалубок и технологические приемы. Производство работ усложняло перекрытие (со сложной геометрией и мощной контурной балкой), поскольку возникали опрокидывающие моменты опалубки. В связи с этим нашлось место различным крепежным, анкерным и другим опалубочным устройствам".

И, наконец, верхушка. Казалось бы, все просто: сталебетонные конструкции. Однако и здесь потребовались нестандартные решения, потому что были зоны, недоступные для крана; отсутствовали зазоры для подвода бады и т.д.

В целом же монолитная система сооружения была возведена менее чем за три года. А это значит, что нормативный срок строительства был сокращен более чем вдвое.

"Все время стоял вопрос обеспечения геометрической точности монолитной конструкции. Было много споров — и архитекторов, и проектировщиков, и технологов — но компромиссное решение находили всегда. Работать было очень ответственно, но интересно, — подвел итог М.Ф.Марковский, — этот объект — на 100% из монолитного железобетона (исключение составляют лишь сборные сваи на отдельном участке). Опыт показал, что из этого материала можно возводить самые сложные архитектурные формы. При этом следует помнить, что монолитный железобетон требует, во-первых, применения качественных модифицированных бетонов, а во-вторых, строительная площадка должна быть оснащена современной техникой".

### **...И ДРУГИЕ УНИКАЛЬНЫЕ ОБЪЕКТЫ**

Освоив "наземную часть", специалисты института взялись за следующий экспериментальный проект — подземный город "Столица" на пл. Независимости в г. Минске. Его параметры (площадь 1 этажа — ок. 30 тыс. м<sup>2</sup>, длина — порядка 300 м длины, ширина — около 100 м) ярко свидетельствуют о размахе строительства и величине котлована. "Но, как говорится, "глаза боятся, а руки делают", — напомнил докладчик народную мудрость. — Предложили комплексную технологию (при этом башенные краны были внутри котлована, для чего в перекрытиях делали разрывы) и организовали поточное строительство. Причем с одной стороны котлована уже возводили каркас, а с другой — копали землю. Стройплощадки не было — все делали "с колес".

Не останавливаясь на деталях, М.Ф.Марковский продолжил: "Монолитный каркас этого громадного сооружения со сплошной контурной монолитной стеной возвели менее чем за год. Для сравнения: экскаваторы копали землю год и три месяца. Это говорит о том, насколько высокие темпы возведения обеспечила технология. Были приняты смелые решения и при проектировании.

Одна из сложностей возникла при укладке бетона на перекрытия, угол наклона которых составлял 15-20 градусов. В таких случаях возникают горизонтальные усилия на опалубку, и если не принять специальных мер, она может сложиться, как "карточный

домик". А вторая технологическая проблема заключалась в том, что при больших уклонах бетон сползает, следовательно, для аккуратного бетонирования нужны специальные мероприятия. Все это и позволило в конечном итоге досрочно возвести это грандиозное сооружение".

"Мне интересно следить, как следом за полетом фантазии архитекторов идут конструкторы и технологи, — признался М.Ф.Марковский. — Беспрецедентный случай — храмовое культовое сооружение "Храм-памятник в честь Всех Святых в память безвинно убиенных во Отечестве нашем" по ул. Калиновского в г. Минске запроектировано из монолитного железобетона. Кирпич — только внизу этого здания, а все, что выше, состоит из монолитного железобетона. Причем внутри нет никаких перекрытий: сплошное пространство идет до самого купола. К тому же необходимо было точно соблюсти геометрию храма по вертикали, чтобы монолитное сооружение "не ушло" в сторону. Надо сказать, что строительству предшествовало длительное обсуждение различных, в т.ч. иностранных, проектов строительства. Однако технология в полном объеме никем не была предложена. Поэтому институт эту сложную задачу взял на себя, и снова без закупки импортного оборудования".

На одном из продемонстрированных на семинаре слайдов хорошо видна созданная сложная система подмостей, лесов и вспомогательных опорных площадок. После того как леса перестали нести нагрузку, пришлось сделать временные перекрытия из металлических балок с большим пролетом. Это позволило, имея точки опоры, работать со стеновыми опалубками при возведении конусной части храма. Технологи также предложили решение, как вымерять и контролировать геометрическую ось. В результате минская организация "Монолит", специализирующаяся на монолитном бетоне, возвела это сооружение буквально за два месяца. Сегодня здание в лесах — идет наружная отделка.

Следующий объект показа — фрагмент жилого дома в микрорайоне Серебрянка. Над аркой пролетом 12 м необходимо было возвести 8-10 этажи (таким образом, они просто "повисли" в воздухе). Задачу усложняла их конструкция, предусматривающая, что сначала надо было возвести верхние уровни, имеющие коробчатое сечение, и только после этого опускаться ниже, сооружая промежуточные перекрытия и "подвешивая" этажи на постоянно действующих тросах. Институтом была предложена технология с применением опорных башен высотой 25 м под очень большие нагрузки (для чего пришлось создавать целую систему пространственного раскрепления и прикрепления к зданию). Итог — три этажа были возведены в заданные сроки. Кроме того, в дальнейшем эти башни удачно "вписались" в строительство "Минск-арены", где поспособствовали строительству верхних этажей центральной арены.

"Эти объекты показали, — подвел черту директор института, — что монолитный бетон экономически выгоден, позволяет строить самые сложные сооружения, а также в широких пределах регулировать темпы строительства. Полюбился он и строителям (особенно если будут усовершенствованы сметные расчеты по правильной оценке этих работ). Кроме того, монолитный бетон хорошо "работает" на выездных моделях (поскольку технику можно взять на месте в аренду, требуются только опалубка и квалифицированные рабочие)".

## **НА ПОРОГЕ — ВЫСОТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО**

"Высотное строительство стучится к нам в дверь, причем очень настойчиво, — продолжил свое выступление М.Ф.Марковский. — В результате создалась ситуация, при которой, не имея опыта ни проектирования, ни строительства, не ознакомившись подробно с зарубежной практикой, мы должны оперативно разработать три нормативных документа в этой области (напомню, что все действующие нормативные акты регламентируют строительство зданий высотой до 75 м)".

Как отметил докладчик, в мире существует негласное правило, что страны, строящие высотки собственными силами, входят в своеобразный клуб, членство в котором весьма престижно. К строительной элите сегодня активно "подтягиваются" наши соседи — Россия и Украина. Достаточно сказать, что, например, в Киеве запланировано возвести порядка 100 небоскребов.

"Новичкам" же в этом деле предстоит разрешить ряд серьезных проблем. И первая — дать ответ на вопрос, из чего строить. Анализ доступных источников информации по высотному строительству в странах дальнего зарубежья позволяет утверждать, что применение железобетона в качестве основного материала вполне обосновано по ряду причин, среди которых значительная прочность бетона, его высокий модуль упругости, способствующий обеспечению жесткости конструктивной схемы в целом; повышение безопасности здания в случае действия высоких температур (при пожарах) и т.д.

Следующая проблема связана с нагрузками. Современная отечественная нормативная база не дает ответа по ветровым нагрузкам высотных зданий, а ведь при высоте 100 м и выше они становятся преобладающими. "Во всем мире макеты высотных зданий продувают в аэродинамической трубе, — отметил докладчик, — чтобы узнать, какие нагрузки приходятся на различные части здания. И только после этого определяются истинные нагрузки".

Еще одна тема — сейсмика. Казалось бы, она не актуальна для Беларуси. Однако на самом деле на территории нашей республики располагаются 5-6-балльные зоны. А учитывая, что высотные здания должны проектироваться на 1 балл выше (при плохих грунтах — и еще на один), речь идет о 7-8-балльной системе. И это также новая область для наших проектировщиков.

Что касается технологии возведения, то если для зданий до 100 м можно говорить о бетоне класса В40 — В50, то для высоток его класс повышается: В80 — В90 и выше.

М.Ф.Марковский недаром выше употребил оборот "доступные источники информации". Суть заключается в том, что, во-первых, высотки в мире проектирует малое число фирм. Во-вторых, соответствующая информация является корпоративной, не разглашаемой. Даже соседние государства не спешат ею делиться. А в американских и европейских нормативах содержится лишь указание, что высотное здание должно характеризоваться безопасностью и комфортностью пребывания людей. И ни слова, как этого достигнуть.

В настоящее время отечественные ученые при составлении нормативов опираются на московские временные нормы. Особое место в этой работе занимают сложные инженерные системы: мусороудаление, водопровод, канализация и т.д. В связи с тем, что свыше 100 м начинается облачность и зона смога, при строительстве высоток нельзя в полной мере использовать башенные краны. Крайне высоки противопожарные требования, а также к условиям эвакуации людей. Предстоит решить, как организовать систему геодезического мониторинга (например, ход строительства башни Burj Dubai контролируют со спутника). В общем, по словам докладчика, "вопросы, вопросы, вопросы..."

Тем не менее, работа над нормативными документами движется, причем стремительными темпами. М.Ф.Марковский отметил высокую активность и профессиональную грамотность специалистов ведущих научных и проектных институтов, высших учебных заведений, проявленные при рассмотрении первых редакций. Всего к разработчикам поступило свыше 700 замечаний. Казалось бы, много. Однако, например, московским специалистам, имеющим 10-летний опыт проектирования и строительства высоток, при переработке норм было направлено порядка 650 уточнений и предложений; киевлянам, с их 5-летней практикой, около 500.

"Переход к высотному строительству ознаменует технический прогресс по всем направлениям, — убежден М.Ф.Марковский, — поскольку оно повлечет за собой новое слово в архитектуре и проектном деле, новые материалы, новые технологии, новые конструкции, новые подходы к безопасности и противопожарным требованиям".

В настоящее время специалисты РУП "Институт БелНИИС" осуществляют научное сопровождение строительства нового уникального объекта — многофункционального комплекса "Минск-арена". Продолжение темы — в следующих номерах.

**Подготовила Ольга Брянцева**

**Республиканская строительная газета, №17, 2008 г.**