



УДК 624.012.3/4

**Б.С. Соколов**, член-корреспондент РААСН, доктор технических наук, заведующий кафедрой железобетонных и каменных конструкций КГАСУ

## О НЕОБХОДИМОСТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬСТВА НЕСУЩИХ СИСТЕМ ЗДАНИЙ ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Несущие системы обеспечивают конструкционную безопасность зданий, и поэтому к ним должно быть обращено повышенное внимание на всех периодах “жизни здания”: при проектировании, возведении, эксплуатации и реконструкции.

В последние годы в Республике Татарстан резко возросло строительство зданий из монолитного железобетона с различными конструктивными схемами. Это вызывает необходимость вернуться к забытым многими производителями работ особенностям этого искусственно созданного вида строительного материала, заключающимся в его высокой неоднородности, изменчивости свойств в зависимости от условий изготовления, транспортировки, укладки и ухода в процессе набора прочности.

Автором лично или при участии запроектированы несущие системы из монолитного и сборно-монолитного железобетона для нескольких зданий в г. Казани, первого 14-этажного жилого дома в г. Чебоксары, осуществлялся авторский надзор, экспертиза проектов, обследование законченных и незавершенных зданий, научное сопровождение при проектировании и строительстве экспериментальных домов, выполнено более 100 проектов реконструкции зданий и сооружений, т.е. имеется определенный опыт, которым и хотелось бы поделиться в этой статье.

### О проектировании несущей системы здания

Проектирование состоит из 3-х основных этапов:

- пространственный расчет здания;
- расчет элементов несущей системы;
- конструирование.

На первом этапе важным является выбор расчетной схемы, наиболее полно отражающей действительную работу здания с учетом силовых, температурных, усадочных и др. видов воздействий, совместной работы надземной части с фундаментами и основанием (грунтами). Для зданий повышенной ответственности желательно рассмотреть работу в случае отказа некоторых элементов несущей системы, т.е. спровоцировать возможность создания чрезвычайной ситуации. Как правило, расчеты реализуются на ЭВМ с использованием различных вычислительных комплексов. При этом следует иметь в виду, что, во-первых, в большинстве из них применены известные

методы строительной механики в упругой постановке и поэтому имеется возможность учесть специфические свойства железобетона; во-вторых, необходимо пользоваться сертифицированными программами, в-третьих - выполнять расчеты не менее, чем по двум программам разных авторов для сравнения полученных результатов и их анализа.

На втором этапе необходимо выполнить следующее:

- по результатам пространственного расчета определить усилия, действующие на элементы несущей системы. В статически неопределимых элементах осуществить перераспределение усилий, используя для этого статический или кинематический способы метода предельного равновесия;

- выполнить расчеты по I и II группам предельных состояний, помня о том, что для элементов из обычного (ненапряженного) железобетона требования II группы могут оказаться приоритетными при определении армирования. Сравнение результатов расчетов по новому СНиП 52.01-2003 с результатами расчетов по отмененному СНиП 2.03.01-84\*, основные положения которого заложены во всех программных комплексах, показали, что новые нормы предъявляют более жесткие требования по второй группе предельных состояний. Поэтому расчеты по образованию, раскрытию трещин и по деформациям, пока требования новых норм не отражены в программных комплексах, следует проводить вручную, используя нелинейную деформационную модель напряженного состояния рассчитываемого элемента;

- провести численный эксперимент с варьированием наиболее значимых факторов, влияющих на напряженно-деформированное состояние конструкций, с доведением его до виртуального разрушения введением в наиболее нагруженные зоны трещин в виде конечных элементов нулевой (или близко к нулевой) жесткости. Такой прием необходимо использовать и при рассмотрении конструкций, редко встречающихся в нормативной и технической литературе (например, балок-стенок различных конструктивных решений), что, безусловно, приведет к снижению расхода материалов и их эффективному использованию.



На третьем этапе - конструировании - следует обратить внимание на рациональное размещение рабочей и конструктивной арматуры в элементах несущей системы, соблюдая при этом требования норм на проектирование железобетонных конструкций. Продольную арматуру в изгибаемых конструкциях следует располагать в соответствии с эпюрой материалов. Поперечную - по расчету, изменяя ее шаг в соответствии с эпюрой поперечных сил.

В безбалочных бескапитальных перекрытиях особое внимание следует обращать на зоны сопряжения плит перекрытий и колонн, т.к. в них существует опасность разрушения от продавливания. Расчет и конструирование этих зон необходимо вести в соответствии с требованиями введенного с 2003 г. СНиП 52.02.2003, которые существенно отличаются от требований отмененных норм.

В рабочих чертежах КЖ, кроме рабочей арматуры, необходимо указать места установки фиксаторов для обеспечения защитного слоя бетона и проектного расположения арматуры. Как показывают натурные вскрытия, отсутствие этих элементов приводит к значительному уменьшению полезной высоты сечения из-за нагружения арматуры массой бетона и рабочих-монтажников, что снижает несущую способность конструкций. Должное внимание в чертежах КЖ следует уделять стыкам арматуры, ее анкеровке, размещению закладных деталей.

При возведении зданий должны быть четко установлены и соблюдены функции заказчика, генпроектировщика и генподрядчика в соответствии с законодательными актами и положениями, действующими СНиП с ведением необходимой исполнительной документации, направленной на обеспечение требований, предъявляемых к элементам и всему зданию целом. Для этого необходим входной, операционный, приемочный и эксплуатационный контроль. Для авторов проекта основным документом, подтверждающим качество, является журнал авторского надзора, в котором фиксируются все отступления от проекта, недостатки производства работ с требованием обязательного их исправления.

Арматура, другие стальные изделия, используемые в конструкциях, должны соответствовать проекту, требованиям стандартов, иметь маркировку и сертификаты.

Бетон должен отвечать предъявляемым в проекте требованиям, а поставщик обязан строго их соблюдать. В соответствии с действующими нормами на проектирование железобетонных конструкций расчетными следует считать не только прочностные, но и деформационные характеристики, предельные относительные

деформации при осевом сжатии и растяжении, начальный модуль упругости, коэффициенты поперечной температурной деформации, модуль сдвига, относительные деформации ползучести и усадки. Перечисленные характеристики зависят от вида и класса бетона по прочности, марки по средней прочности, весьма чувствительны к технологическим параметрам бетонной смеси – составу, способу усадки и твердения и т.д. Поэтому поставщику бетона должны быть представлены полные проектные данные о материале, а в случае несоответствия проектных и фактических параметров в расчеты следует внести коррективы. При зимнем бетонировании требования к бетонной смеси должны устанавливаться с учетом изменяющегося температурного режима. При этом в исходящих документах - паспорте на бетонную смесь - эти требования должны быть представлены в виде данных по составу добавок: противоморозных, воздухоовлекающих, газообразующих. Перечисленные требования следует указывать в проектах производства работ. Кроме того, в них разрабатывается технология зимнего бетонирования с указанием тепловой обработки бетона. В последнее время наиболее распространенным является электропрогрев монолитного бетона и железобетона нагревательными проводами. Однако, несмотря на существующие нормативные рекомендации по использованию этого метода, как показывает экспертиза объектов, большинство организаций выполняют эти работы с серьезными нарушениями, что приводит либо к замораживанию бетона, либо к снижению его проектной прочности после оттаивания. На наш взгляд, при выдаче лицензий от производителя работ следует потребовать квалификационный документ на право производства бетонных работ в зимнее время.

Проблемным является контроль проектной прочности бетона в конструкциях, т.к. неразрушающие методы и лабораторное определение прочности бетона по результатам испытаний контрольных кубов не отражают действительной прочности. Поэтому рекомендуется определять прочность бетона по результатам испытаний кернов, выпиленных из массива в соответствии с требованиями ГОСТ 10180-90. На наш взгляд, такой метод необходимо использовать для всех конструкций, возведенных в зимнее время.

Таким образом, на основании изложенного выше, можно сделать следующие выводы:

1. В период проектирования необходимо выполнять статические расчеты не менее, чем по двум программным комплексам разных авторов с проверкой результатов расчетов “вручную”, обращая внимание на зоны сопряжения плит перекрытий с колоннами и требования второй группы предельных состояний, конструирования



- в соответствии с требованиями новых норм на проектирование.
2. В период возведения для обеспечения предъявляемых к используемым материалам и производству всех видов работ требованиям необходим входной, операционный, приемочный и эксплуатационный контроль.
  3. При производстве бетонных работ в зимнее время необходим проект с разработкой способа тепловой обработки бетона. При этом фактическую прочность бетона определять после его оттаивания по результатам испытания цилиндров, выпиленных из массива конструкции в соответствии с ГОСТ 10180- 90.