

С.С. МОРДОВСКИЙ

исполняющий обязанности заведующего кафедрой городского строительства и хозяйства
Самарский государственный архитектурно-строительный университет, филиал в г. Похвистнево

**УТОЧНЕНИЕ РАСЧЕТОВ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ***REFINEMENT OF THE CALCULATIONS AS A SAFETY IMPROVEMENT BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS*

На каждом этапе жизни здания существуют возможности повысить его безопасность. Уточнение расчётов является одним из основных способов повышения безопасности строительных конструкций. Рассмотрена деформационная модель с применением нелинейной диаграммы деформирования бетона. На основании анализа экспериментов отечественных и зарубежных исследователей, показана достоверность расчётов по разработанному алгоритму.

Ключевые слова: *повышение безопасности, нарушение, актуализация норм, деформационная модель, точность вычислений, сложности гармонизации норм, этапы жизни здания.*

Безопасность строительных конструкций, а также зданий и сооружений в целом, во многом определяется деятельностью человека. Начиная с момента зарождения мысли до начала процесса эксплуатации любой конструктивный элемент, здание либо сооружение проходят несколько этапов, первым из которых, не считая мыслительного процесса, когда воображение человека уже пестрит всевозможными вариантами архитектурно-планировочных и конструктивных решений еще не существующего даже на бумаге объекта, является проектирование. И хотя доля нарушений, полученных в конструкциях зданий и сооружений из-за оплошности проектировщиков, относительно мала, серьезность данной ступени жизни объекта не вызывает сомнений, так как оказывает решающую роль на начальном этапе эксплуатации. Анализ дефектов и повреждений конструкций, выполненный отечественными исследователями А.Г. Ройтманом и Н.Г. Смоленской, показал, что доля повреждений из-за ошибок проектирования составляет 4 % от их общего числа. При этом известным является факт, что нарушение стоимостью условно в один рубль, не выявленное и не исправленное в процессе проектирования, выливается в 6-9 аналогичных единиц при исправлении его уже в процессе эксплуатации.

At each stage of the life of the building, there are opportunities to improve its safety. Refinement of the calculations is one of the main ways to improve the safety of building structures. We consider the deformation model using non-linear stress-strain diagram of concrete. Based on the analysis of experiments domestic and foreign researchers is shown accuracy of the calculations for the developed algorithm.

Keywords: *improve safety, impairment, actualization of standards, deformation model, the accuracy of calculations, difficulties in the harmonization of standards, stages in the life of the building.*

А это уже совсем другая сумма. Все ли готовы тратить такие средства на ликвидацию этих нарушений? Следующий этап, который в большей степени имеет дефекты и повреждения, - это непосредственно строительство. На стадии строительного-монтажных работ возникает большинство нарушений (порядка 40 %). Квалификация трудового коллектива, оснащенность современным оборудованием, машинами и механизмами, понимание принципа работы конструкций в том или ином сооружении, а также возможность выполнять работы согласно разработанному календарному плану и графику без постороннего «ускорения» работ, отсутствие задержек в поставке материалов – вот далеко не полный список, от которого зависит качество второго этапа в жизни каждого сооружения. После успешной сдачи объекта в эксплуатацию начинается непосредственное выполнение им возложенных на него функций. На данном этапе происходит притирка элементов, возникает наибольшее количество отказов. Зачастую этот период проходит более безболезненно при разном проектировании. Постепенно количество отказов снижается и начинается период относительно стабильной эксплуатации, который является самым продолжительным и составляет около 80 % всего срока службы объекта. На этом этапе решающим фак-

тором является качество применяемых при строительстве материалов, а также качество выполненных работ, соблюдение требований технической эксплуатации, недопущение такого явления, как «недоремонт». Но процесс старения материалов неизбежен, поэтому с течением времени свойства материалов становятся недостаточными для удовлетворения в конструкциях требований прочности, устойчивости и эксплуатационной пригодности. Частичное решение данного вопроса заключается в сдвигании начала последнего этапа эксплуатации, который характеризуется нарастанием отказов, на более поздние сроки. Достичь этого можно путем применения новых материалов, обладающих лучшими свойствами и большей долговечностью. Таковыми являются, например, высокопрочные бетоны, стеклопластиковая полимерная композитная арматура, различные утеплители. Однако использование новых видов материалов затруднено отсутствием норм по их расчету. Оставляет надежду применение актуализированных нормативных документов, гармонизированных с европейскими нормами, выход которых был неизбежен, вопрос стоял только с моментом их принятия. Но все же такой быстрый переход на «новые рельсы» всегда связан с качеством обратной пропорциональной зависимостью. Время на адаптацию новых норм (6 лет) необходимо для выявления уязвимых мест и принятия соответствующих поправок. Отрадным является тот факт, что получаемые новые материалы с более совершенными свойствами являются двигателем совершенствования нормативных документов, и от этого никуда не деться.

Отдельно хочется остановиться на стадии проектирования. На этом этапе многое определяется точностью выполнения инженерных расчетов, пониманием работы конструкции и материалов. В преддверии вступления России в ВТО был принят Федеральный закон Российской Федерации от 30 декабря 2009 г. N 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». ОАО «НИЦ «Строительство» проводит работы по актуализации и гармонизации строительных норм и правил, разработанных институтами Центра (СНИП).

22 августа 2012 г. РФ стала 156-м членом ВТО. Таким образом, Россия официально была принята в организацию, членства в которой добивалась с 1993 г. На момент вступления была проделана большая работа по гармонизации и актуализации строительных норм и правил. Однако в научных кругах данную новость восприняли неоднозначно. Многие

ученые, доктора и кандидаты наук категорически это отрицают. Среди наиболее ярких выступлений, связанных с критикой современных норм по расчету железобетонных конструкций, можно отметить несколько статей профессора Рудольфа Санжаровского в «Строительной газете» [3, 4]. Пр процитируем заключительные фразы статьи, подводящие итоги: «Использование нынешних норм для расчета железобетонных конструкций приводит к неоправданному перерасходу материалов, а также свидетельствует о ненадежности результатов расчета. Противоречие моделей стандартов и Еврокодов не позволяет осуществить "гармонизацию" стандартов России по железобетону с правилами Всемирной торговой организации». В данной статье автор резко критикует принципы расчета сжатых железобетонных элементов согласно Российским нормам, подробно разбирает семь ошибок, которые препятствуют гармонизации наших норм с европейскими.

Таким образом, назревает вопрос, который теперь уже нельзя будет оставить без внимания, - это пересмотр принципов расчета, заложенных в нормативных документах. И только после этого можно будет на качественно ином уровне осуществлять гармонизацию.

В настоящей статье рассмотрим вопрос о расчетах внецентренно сжатых железобетонных элементов, повышение точности которых непосредственно приводит к повышению безопасности как отдельных конструкций, так зданий и сооружений в целом. На основании правил сопротивления материалов и строительной механики, применяя два уравнения равновесия, при использовании средств программирования в программном комплексе MathCad составлен алгоритм [1]. Данный метод базируется на деформационной расчетной модели нормальных сечений и основан на использовании диаграмм деформирования, аппроксимирующих нелинейную работу бетона и арматуры, а также некоторого закона распределения относительных деформаций по площади поперечных сечений элементов. В качестве кривой деформирования бетона применяется экспоненциальная зависимость [2], а арматуры – диаграмма Прандтля. Универсальность данного алгоритма заключается в возможности включения в программу различных диаграмм деформирования материалов, построения различных зависимостей входящих величин. Применение нелинейной диаграммы деформирования бетона в виде экспоненциальной зависимости делает возможным определение зна-

чения прочности образца при известных значениях деформаций, а также определение напряженно-деформированного состояния по всей высоте сечения элемента в любой момент загрузки, включая оценку напряжений в различных слоях бетона, а также в арматуре. Это может оказаться полезным при расчетах эксплуатируемых конструкций.

Для определения достоверности получаемых в результате расчетов по данному алгоритму данных было проанализировано 55 экспериментальных образцов отечественных и зарубежных исследователей, среди которых имеется 8 образцов автора. Используя статистические показатели в виде среднего и среднего квадратичного отклонения по всем 55 образцам, будем иметь 0,1 и 11 % соответственно. Аналогичные показатели при использовании в расчетах двух- и трехлинейной диаграмм деформирования бетона, рекомендуемых СП 52-101-2003, составляют -0,7 и 11,1 % и -1,4 и 11,5 % соответственно.

Применение в расчетах по деформационной модели диаграмм деформирования, отражающих реальный процесс деформирования материалов, их свойства и механику разрушения, а также уточнение ошибочных моментов по расчету сжатых железобетонных элементов, озвученных Санжаровским, непременно должно привести к большей сходимости теоретических и практических результатов, что позволит повысить безопасность строительных конструкций и зданий и сооружений в целом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мордовский, С.С. Расчет внецентренно сжатых железобетонных элементов с применением диаграмм деформирования [Текст] / С.С. Мордовский // Бетон и железобетон. – 2012. - №2. - С. 11-15.
2. Мурашкин, Г.В. Моделирование диаграммы деформирования бетона и схемы напряженно – деформированного состояния [Текст] / Г.В. Мурашкин, В.Г. Мурашкин // Известия вузов. Строительство. – 1997. – №10. – С. 4-6.
3. Строительная газета: массовое профессиональное старейшее издание [Текст]. – М., 2012. - №11. (Выходит еженедельно).
4. Строительная газета: массовое профессиональное старейшее издание [Текст]. – М., 2012. - №33. (Выходит еженедельно).
5. Строительная газета: массовое профессиональное старейшее издание [Текст]. – М., 2012. - №47. (Выходит еженедельно).

© Мордовский С.С., 2013