

Оценка прочности анкерных креплений элементов фасадных систем

Здания высотой более 75 м относятся к объектам повышенного уровня ответственности, поэтому в перечне требований, предъявляемых при их проектировании, строительстве и эксплуатации, на первом месте стоит требование безопасности.

Безопасность высотных зданий обеспечивается правильным выбором конструктивной схемы, осуществлением мероприятий, исключающих риск возникновения прогрессирующего обрушения конструкций при пожарах и взрывах, повышением огнестойкости конструкций, соблюдением требований сейсмостойкости даже в случае их строительства не в сейсмоопасном районе, использованием наиболее прогрессивных строительных технологий и высококачественных материалов.

Не последнюю роль в деле обеспечения комплексной безопасности высоток играет эксплуатационная надежность применяемых систем защитно-декоративной отделки наружных ограждающих конструкций, которая, в случае использования навесных фасадных систем с воздушным зазором, определяется не только надежностью элементов несущего каркаса, но и надежностью анкерных креплений этих элементов к строительному основанию.

Однако теория анкерного крепежа элементов НФС — недостаточно изученное направление в строительной механике. Поскольку специальных знаний в этой области пока что не хватает, по некоторым принципиально важным позициям очень часто возникают довольно-таки серьезные разногласия, что затрудняет процесс проектирования навесных фасадных систем и не позволяет производить объективную оценку безопасности предлагаемых конструктивных решений.

Больше всего дискуссий вызывает вопрос выбора методики, позволяющей наиболее корректно оценивать несущую способность и надежность анкерных узлов. Об основных отличиях подходов, применяемых в настоящее время к решению проблемы определения прочности анкеров, рассказывает **Аркадий Вульфович Грановский, к.т.н., заведующий сектором обследования и анализа надежности зданий и сооружений ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, член экспертной подгруппы «Координация научных исследований фасадных систем».**

— Главная причина возникновения разногласий среди специалистов, занимающихся вопросами анкерного крепежа, — отсутствие нормативной базы, регламентирующей методы оценки прочности и надежности анкерных соединений в зависимости от характера нагрузок, физико-механических характеристик и технического состояния основания (стен), а также ряда других факторов.

В настоящее время в России отсутствуют какие-либо нормативные документы на анкерные крепления фасадных систем. В Технических рекомендациях, выпущенных ГУ «Центр «Энлаком», ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко и ЦНИИЭПЖилища [1-3], была сделана попытка установить критерии подхода к проектированию, монтажу и эксплуатации фасадных систем, в том числе анкерных креплений конструктивных элементов вентилируемых и мокрых фасадов. Следует также отметить особую роль технических свидетельств, выдаваемых ФГУ «ФЦС» (Федеральный Центр технической оценки продукции в строительстве) на анкерную продукцию. Указанные документы позволили в какой-то степени остановить тот беспредел, который творился на рынке анкеров, и создать условия для повышения уровня надежности широкого спектра крепежной техники, применяемой при монтаже фасадных систем в московском строительстве. Так, в основу технических свидетельств, выдаваемых ФЦС, был

положен имеющийся богатый теоретический и практический зарубежный опыт по применению анкеров в строительстве и те основополагающие принципы безопасности в строительстве, которые в настоящее время закладываются в разрабатываемые технические регламенты.

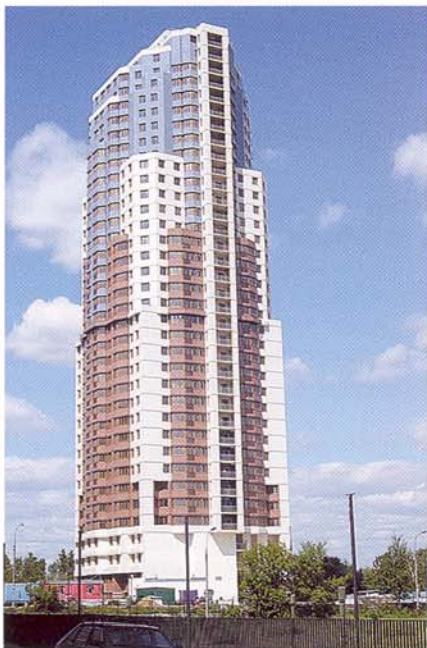
Однако время не стоит на месте — анализ научных исследований в строительной области, выполненных российскими учеными применительно к фасадным конструкциям, показал необходимость внесения изменений и уточнений методик оценки надежности анкерных креплений, принятых в существующих документах.

В 2006 году некоммерческой организацией «Ассоциация «АНФАС», объединяющей производителей и поставщиков фасадных систем теплоизоляции в России, с привлечением ведущих специалистов научно-исследовательских институтов и центров, а также головных фирм-производителей анкеров (Fischer, EJOT, MUNGO, HILTI, MKT и SORMAT) был разработан и представлен на обсуждение проект стандарта организации «Анкерные крепления фасадных систем» (в настоящее время с учетом замечаний и пожеланий различных организаций подготовлена 2-я редакция стандарта).

Актуальность разработки стандарта не вызывает сомнения у специалистов, ибо эксплуатационная надежность навесных фасадных систем определяется надежностью как элементов



А.В. Грановский, к.т.н., заведующий сектором обследования и анализа надежности зданий и сооружений ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, член экспертной подгруппы «Координация научных исследований фасадных систем»



подконструкции, так и самих анкеров, которые в системе НФС воспринимают весь спектр силовых воздействий. Однако по некоторым положениям данного документа возникли разногласия. Самую бурную реакцию вызвал предложенный метод испытания анкеров, основанный на методике ГОСТ 8829-85.

Следует отметить, что проблема выбора методики оценки прочности анкерных креплений элементов фасадной системы к несущим конструкциям здания — серьезная головная боль как для разработчиков НФС, так и для организаций, осуществляющих их монтаж. Возникновение этой проблемы обусловлено:

- отсутствием у проектировщиков и строителей опыта применения анкеров для креплений фасадных систем к несущим стенам зданий;
- огромным количеством фирм-производителей анкеров, появившихся на московском строительном рынке, и, как следствие этого, многообразием марок анкеров;
- применением в отечественной строительной практике широкого спектра стеновых материалов, прочностные характеристики которых не всегда соответствуют нормативным требованиям.

Так, например, стены реконструируемых и вновь возводимых зданий, на которые монтируются фасадные системы, часто бывают выполнены из кирпича марок от М50 до М150 при прочности раствора на сжатие от 25 кгс/см² и выше. Еще более удручает повсеместная практика использования в качестве материала для заполнения стеновых проемов ячеистобетонных блоков, изготавливаемых на основе бетонов классов от В0,5 до В2,5. Раньше такой материал применялся только в качестве теплоизолятора. Поскольку наружная стена, выполненная

из ячеистобетонных блоков, обладает недостаточной несущей способностью, для крепления к ней несущих элементов каркаса фасадной системы приходится применять сквозные анкеры-шпильки.

Зарубежными специалистами в области производства анкерных систем, с которыми мне доводилось беседовать, вопрос о креплении фасадных конструкций к таким стенам при помощи выпускаемых ими анкеров просто не рассматривается.

В настоящее время существуют две методики оценки несущей способности анкеров при их работе на вырыв из материала конструкций здания:

- Методика, разработанная Немецким Институтом Строительной Техники (Deutsches Institut für Bautechnik) и утвержденная Европейской Технической Ассоциацией (EOTA). Данная методика представлена в нормативе ETAG 001 (издание 1997—1998 гг.) и немецких нормах Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung.
- Методика, принятая и узаконенная в России при испытании строительных конструкций (ГОСТ 8829-85).

Рассмотрим те различия, которые имеются между указанными выше методиками испытаний анкеров.

Первое различие — это скорость нагружения анкера при испытании его на вырыв из основания.

В немецких нормативах время нагружения анкеров с момента приложения нагрузки до разрушения (вырыва) рекомендуется принимать равным 1 мин. В России проведены десятки исследований, на основе которых установлено, что чем выше скорость нагружения конструкции, то тем более высокую прочность и низкую деформативность имеют нагружаемые конструкции. Так, в работах профессора Корчинского И.Л. [4] отмечается, что «...ударная

прочность стали на 20–40% выше статической, а предел текучести при высокой скорости нагружения возрастает по сравнению со статическими испытаниями на 30–60%. ...Прочность бетона на сжатие увеличивается в зависимости от скорости нагружения в диапазоне от 10 до 85%». По данным [5], уменьшение скорости нагружения конструкции в 15 раз ведет к увеличению деформации в среднем от 2 до 2,5 раз. Кроме этого, провести испытания анкеров в полевых условиях при указанном в немецких нормах времени нагружения (1 минута) с одновременным замером перемещения анкера в процессе поэтапного приложения нагрузки весьма затруднительно. Отсутствие же данных о деформациях анкера не позволяет корректно проанализировать поведение анкера под нагрузкой и оценить ее предельное значение.

По вопросу о влиянии скорости нагружения конструкций на их несущую способность имеется большой объем исследований, выполненных специалистами НИИЖБ и других организаций. Этот анализ и позволил впоследствии специалистам НИИЖБ, ЦНИИСК и НИИМосстрой разработать единую методику испытаний конструкций, включенную в ГОСТ 8829.

Второе различие — это методики проведения испытаний и оценки расчетной несущей способности анкера по результатам испытаний.

Проанализируем данную методику, опираясь на результаты отечественных исследований и учитывая требования действующих в настоящее время в России нормативных документов. Вопрос о влиянии скорости нагружения на несущую способность конструкций рассмотрен выше. Установленная в ГОСТ 8829 методика испытания предусматривает:

- поэтапное нагружение конструкции (постепенное увеличение нагрузки на 10% от контрольной);
- выдержку конструкции в течение 10 минут под воздействием этой нагрузки на каждой ступени нагружения;
- фиксацию деформации (перемещения) конструкции в начале и конце каждого этапа нагружения.

Сравнительный анализ двух указанных методик позволяет констатировать следующее:

- проведение испытаний анкеров по методике ЕТА в полевых условиях практически невозможно, ибо измерить перемещение анкера в процессе его нагружения за указанный интервал времени (1 минута) нереально;
- методика ГОСТ 8829 более «жесткая» в части определения предельной нагрузки на конструкцию, чем методика ЕТА;
- для анкеров, установленных в легкие и ячеистые бетоны, предлагаемая в ЕТА скорость нагружения приводит к значительному завышению величины

как предельной (разрушающей), так и назначаемой расчетной нагрузки, поскольку не позволяет учесть эффект стабилизации усилий на каждом этапе нагружения и частичной релаксации материала оснований.

ФГУ «Федеральный Центр технической оценки продукции в строительстве» в своих требованиях к оценке прочности анкерных креплений исходит из положений европейских норм, поэтому в технические свидетельства на фасадную систему включена методика, разработанная немецкими специалистами, разумеется, с некоторыми уточнениями и изменениями.

Согласно «русифицированной версии» методики ЕОТА процесс испытания анкеров представляет собой последовательность **следующих этапов:**

1. Проводятся контрольные испытания прочности забивки анкеров в основание на действие продольных относительно оси анкера сил.

2. По результатам испытаний устанавливают «предел текучести N_t » (по терминологии технического свидетельства) и вытягивающее усилие (N_u) для анкерного (тарельчатого) дюбеля и предел текучести для анкера в кН.

3. Для анкерных (тарельчатых) дюбелей вычисляют значения $N_{d1} = 0,23 \times N_{t,до}$ и $N_{d2} = 0,14 \times N_{u,до}$ и выбирают из них наименьшее значение $N_{d,мин}$, которое сравнивают с допускаримым выдергивающим усилием [N], установленным в техническом свидетельстве для конкретной марки анкера, вида и прочности стенового материала, соблюдая при этом условие $N_{d,мин} \leq [N]$.

4. Для анкера вычисляют значение $N_a = 0,23 \times N_t$, которое сравнивают с допускаримым выдергивающим усилием, установленным в техническом свидетельстве для конкретной марки анкера.

Предлагаемая ФГУ «ФЦС» методика определения допускаримого усилия (несущей способности) на анкер не выдерживает критики еще и потому, что:

— рассмотренные выше формулы для определения N_t и N_u отсутствуют в ETAG и приведены в немецких нормах применительно только к анкерам с полиамидным дюбелем фирмы FISCHER (Zulassungsnr. Z — 21.2-1695 — для анкеров марки

FUR; Z — 1695 — для анкеров марки S × S; Z — 21.2-84 — для тарельчатых анкеров марки TERMO). То есть применение этих формул для определения несущей способности металлических анкеров, а тем более анкеров других фирм недопустимо;

— термин «предел текучести» при определении величины $N_{d1} = 0,23 \times N_t$ в немецких нормах отсутствует. В указанных немецких нормативах применяется другая величина: $F_t = 0,23 \times F$, которая называется gleichzeitiger Wegsteigerung, что в переводе с немецкого означает «одновременно возрастающие перемещения (путь)». По-немецки слово «текучесть» звучит как der Fließbarkeit. В СНиП 1-2 «Строительная терминология» понятие «предел текучести» определяется как «механическая характеристика, выражающая напряжение, при котором деформации растут без увеличения нагрузки». Попытка «поймать» предел текучести при времени нагружения 1 мин. нереальна. Это — некорректно, и делать этого нельзя.

Очень странно звучат рекомендации ФГУ «ФЦС» о том, что установленное по результатам испытаний расчетное значение $N_{d,мин}$ следует сравнивать с допускаримым выдергивающим усилием [N], указанным в техническом свидетельстве для конкретной марки дюбеля. Это ошибочно, поскольку указанную величину следует сравнивать с величиной расчетной нагрузки на конструкцию, установленную в проекте. Если же величина $N_{d,мин}$ существенно отличается от принятой в техническом свидетельстве на данный анкер, то либо испытания выполнены неправильно, либо в техническом свидетельстве допущена ошибка, и указанная величина приведена для материалов с другими характеристиками.

С учетом указанных различий в подходах к оценке несущей способности анкера немаловажным является вопрос о том, кто должен проводить испытания анкеров. С нашей точки зрения попытка экспертов ФЦС ограничить реестр организаций, выполняющих испытания анкеров, включив в него только такие компании, как «Евротест» и «Композит-Тест», некорректна. Испытания анкеров может и должна проводить любая лицензированная организация, имеющая проверенное оборудование и использующая утвержденную методику испытаний анкеров. К сожалению,

следует отметить, что специалисты «Евротест», проводя испытания анкеров на вырыв из различных материалов, не соблюдают не только требования технических свидетельств ФГУ «ФЦС» по испытаниям анкеров, но и очень часто нарушают требования действующих нормативов в части определения прочности материала основания. Так, например, при оценке прочности и влажности стен из ячеистобетонных блоков используются неразрушающие методы контроля прочности, что входит в противоречие с требованиями ГОСТ 12852.0-77 «Бетон ячеистый. Общие требования к методам испытаний» и ГОСТ 12852.2-77 «Методы определения влажности и объемной массы».

Кроме того, следует отметить, что специалисты указанных организаций, проводящих испытания анкеров, оперируют формулами из технического свидетельства так, как им удобно: в одних случаях используется зависимость для N_{d1} , а в других — для N_{d2} . Хотя методика ФГУ «ФЦС» требует определения двух значений.

К сожалению, примеров такой самостоятельности можно привести множество. Особенно это становится опасным, когда к неправильно принятой методике испытаний добавляется незнание существующих нормативных документов.

В заключение хотелось бы еще раз отметить, что решение проблемы безопасного применения навесных фасадных систем неразрывно связано с надежностью анкерных креплений. Безаварийная работа анкерных креплений зависит от качества их проектирования, монтажа и эксплуатации. Качество и инженерный уровень этих процессов неразрывно связаны с наличием нормативной базы и ее научно-техническим уровнем.

Прекрасно понимая, что при разработке нового стандарта, тем более по совершенно новому конструктивному элементу, каким является анкер для НФС, возникает много спорных вопросов, Ассоциация «АНФАС» пригласила к участию в этой работе специалистов ведущих проектных и научно-исследовательских организаций Москвы. Надеюсь, что в ближайшее время состоится аргументированное обсуждение изложенных в Стандарте положений, итогом которого станет необходимый для проектировщиков и строителей нормативный документ.

Используемая литература

1. ТР 161-05 «Технические рекомендации по проектированию, монтажу и эксплуатации навесных фасадных систем». Городской координационный экспертно-научный центр «ЭНЛАКОМ», М., 2005 г.
2. ФНТЦ сертификации в строительстве. ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко «Фасадные теплоизоляционные системы с воздушным зазором. Рекомендации по составу и содержанию документов и материалов, представляемых для технической оценки пригодности продукции», М., 2004 г.
3. МОСКОМАРХИТЕКТУРА, ЦНИИЭПЖилища. «Рекомендации по проектированию навесных фасадных систем с вентилируемым воздушным зазором для нового строительства и реконструкции зданий», М., 2002 г.
4. И.Л. Корчинский «Сейсмостойкое строительство зданий», М., 1971 г.
5. О.П. Квиркадзе «Влияние скорости нагружения на прочность и деформации бетона». Научное сообщение №27, ТИИЖТ им. В.И. Ленина, Тбилиси, 1958 г.