

# Теоретические и практические вопросы проектирования, строительства и контроля монтажа навесных фасадных систем с воздушным зазором

Материал для публикации  
подготовила Г. Кузнецова

С 14 по 16 апреля 2008 года в здании Государственной академии профессиональной переподготовки и повышения квалификации руководящих работников и специалистов инвестиционной сферы (ГАСИС) состоялся семинар на тему «Теоретические и практические вопросы проектирования, строительства и контроля монтажа навесных фасадных систем с воздушным зазором», организованный компанией «ДИАТ» совместно с НИИ строительной физики РААСН и ГАСИС. К участию в работе семинара были приглашены сотрудники организаций, осуществляющих государственный строительный надзор в регионах Урала и Сибири.

В соответствии с программой, предложенной организаторами 32-часового курса обучения, в течение трех дней было заслушано более 15 сообщений. В рамках заявленной тематики в ходе семинара рассматривались вопросы, связанные с теплофизикой вентилируемых фасадов (методики расчета ветровых нагрузок на элементы фасадов зданий, тепловоздушного режима в воздушном зазоре, влажностного режима всей конструкции в целом, температурных деформаций элементов конструкции; современные требования к воздухопроницаемости ограждающих конструкций; учет влияния фильтрации воздуха на теплозащитные свойства НФС и т.п.), обсуждались наиболее распространенные ошибки, встречающиеся при проектировании, монтаже и эксплуатации фасадных систем, освещались проблемы нормирования, обеспечения пожарной безопасности и коррозионной стойкости вентфасадов, надежности анкерных креплений вентсистем к строительному основанию, сейсмической стойкости НФС и многие другие.



Здание Внешторгбанка, ул. Воронцовская, Москва



Слушатели семинара «Теоретические и практические вопросы проектирования, строительства и контроля монтажа навесных фасадных систем с воздушным зазором»

Предлагаемая вниманию читателей статья подготовлена по материалам докладов:

• **«О роли надзорных органов в деле повышения качества фасадных работ»** (В.А. Писмарёв, руководитель отдела по надзору за применением фасадных систем комитета Госстройнадзора г. Москвы);

• **«О качестве вентилируемых фасадов высотных зданий»** (А.Ю. Калинин, главный инженер ГУ «Центр «Энлаком»);

• **«Проблемы надежности, безопасности и долговечности НФС при строительстве высотных зданий»** (к.т.н. Е.Ю. Цыкановский, председатель Совета директоров группы компаний «ДИАТ»);

• **«Пути повышения надежности анкерных креплений»** (к.т.н. А.В. Грановский, заведующий лабораторией сейсмостойких конструкций ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко);

• **«Современные методики оценки прочности анкерных креплений»** (Д.А. Киселёв, инженер ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко).

# О роли надзорных органов в деле повышения качества фасадных работ



**В.А. Писмарёв,**  
руководитель отдела по надзору за применением фасадных систем Комитета госстройнадзора г. Москвы

Главной задачей Комитета государственного строительного надзора города Москвы был и остается контроль за качеством строительства. Наша организация принимает участие в реализации всех городских программ и тесно взаимодействует с такими структурами города, как Москомархитектура, Мосгосэкспертиза, ОАТИ, Департамент градостроительства, Департамент природопользования, ГУ «Центр «Энлаком» и рядом других организаций, участвующих в строительном процессе. Начиная с 2005 года, возводимые объекты проверяются Мосгосстройнадзором в части соблюдения норм, обеспечивающих качество монтируемых на них систем защитно-декоративной отделки фасадов.

Следует отметить, что на сегодняшний день накоплен достаточный опыт применения фасадных систем теплоизоляции на строящихся и реконструируемых объектах Москвы, в том числе в высотном домостроении. Вероятно, поэтому за последние 1,5–2 года количество нарушений и дефектов при производстве фасадных работ заметно уменьшилось.

В то же время, в связи с резко возросшими объемами работ по устройству НФС, постоянно увеличивающимся разнообразием и сложностью фасадных технологий, появлением на рынке новых материалов и отсутствием достаточного опыта применения последних, на отдельных объектах надлежащее качество фасадных работ не обеспечивается.

Несколько слов о тех недостатках, с которыми специалистами отдела по надзору за применением фасадных систем чаще всего приходится сталкиваться в ходе проверок.

До сих пор в строительной практике встречаются случаи использования теплоизоляционных систем, не прошедших процедуру подтверждения пригодности в строительстве в установленном порядке. Конечно, сегодня материалы и конструк-

ции, не прошедшие оценку пригодности, применяются гораздо реже, чем года 3–4 назад. Чаще всего такие случаи встречаются при монтаже фасадных систем на объектах высотного домостроения. Но от этого никуда не денешься по одной простой причине. Ведь, как правило, при реализации проектов строительства высотных и уникальных зданий в качестве инвестора и генподрядчика выступают иностранные компании, которые используют материалы и конструкции, не прошедшие процедуру подтверждения пригодности и сертификацию в установленном порядке. Приходится уже на этапе возведения объекта заставлять заказчика/застройщика приводить фасадную систему в соответствие с требованиями нормативных документов, действующих в Российской Федерации. На сегодняшний день это МГСН 4.19-2005 «Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в городе Москве», в которых хоть и не в полном объеме, но изложены требования, предъявляемые к объектам высотного домостроения.

В настоящее время ведется работа по дополнению МГСН, а с 1 октября 2007 года введено в действие «Положение о технических условиях на проектирование и строительство уникальных, высотных и экспериментальных объектов капитального строительства в городе Москве», разработанное в развитие МГСН 4.19-2005. Так что в Москве нормативно-техническая база, позволяющая применять фасадные системы на высотных объектах, уже имеется. Регионы могли бы взять эти документы за основу при разработке территориальных строительных норм и, подкорректировав их с учетом региональных особенностей, применять в строительной практике.

Продолжим разговор о нарушениях. Очень часто при производстве работ по устройству навесных фасадных систем подрядными организациями с целью снижения стоимости конструкций и повышения скорости монтажа допускается произвольная замена элементов системы на не сертифицированные и не разрешенные к применению материалы и комплектующие. Так, например, в системах с видимым креплением керамогранитной облицовки кляммеры из коррозионно-стойкой стали заменяются на кляммеры из черной или оцинкованной стали, которые дешевле. В алюминиевых конструкциях вместо предусмотренных проектом алюминиевых или нержавеющей заклепок для крепления используются оцинкованные стальные саморезы, поскольку их установка требует меньше времени. Кре-

пеж (анкеры и тарельчатые дюбели) и элементы крепления (заклепки и саморезы) — это на сегодняшний день самая серьезная проблема из всех проблем, встречающихся при производстве фасадных работ. По сути, от них зависит в основном долговечность фасадных систем, их надежность и безопасность при эксплуатации. Это как раз тот случай, который проверяется временем. По-прежнему встречаются случаи замены материалов в составе фасадных систем.

Поэтому хотелось бы напомнить, что решение о замене компонентов системы НФС должно быть согласовано с разработчиком конкретной системы в установленном порядке. Это означает, что новые материалы и комплектующие могут быть введены в состав системы только после прохождения ими процедуры оценки пригодности в ФГУ «ФЦС» и получения по результатам этой оценки разрешения к применению в данной системе.

К сожалению, в последнее время предпринимаются попытки отменить процедуру технического освидетельствования. В апреле 2008 года приказом №36 Министерства регионального развития Российской Федерации был утвержден новый порядок разработки проектной документации на объекты капитального строительства, согласно которому все новые материалы и конструкции будут применяться на основе специальных технических условий (СТУ). То есть все отдается на откуп проектировщикам, уровень компетенции которых в вопросах устройства НФС вызывает обоснованные сомнения. На наш взгляд, отказываться от того опыта, который накоплен в свете реализации Постановления Правительства Российской Федерации № 1636 от 27 декабря 1997 года «О порядке подтверждения пригодности продукции для строительства в РФ», нельзя. Ведь Техническое свидетельство — это документ, который и по сей день является надежным барьером, препятствующим использованию в практике фасадного строительства непроверенных и не подвергшихся экспертизе материалов, изделий и конструкций.

К самым серьезным недостаткам производства фасадных работ следует отнести нарушение порядка и последовательности этих работ. Преследуя основную цель — выполнение графика и сроков строительства объекта, строители приступают к фасадным работам при отсутствии цоколя, светопрозрачных конструкций в проемах, гидроизоляции на кровле и т.д., всего того, что необходимо выполнить до начала производства фасадных работ.



1



2



3



4

1. Не выполнена подготовка поверхности перед монтажом кронштейнов — кронштейн установлен на щит опалубки. Снижена несущая способность кронштейна.
2. Кронштейн не имеет достаточно прочного крепления к стене-основе — вместо двух анкеров установлен один.
3. Крепление составных частей кронштейна выполнено в краевой зоне. Ось кронштейна не перпендикулярна плоскости стены-основы. Существенно снижена несущая способность подконструкции.
4. Удлинение кронштейна выполнено при помощи накладки, что не предусмотрено проектом. Существенно снижена надежность подконструкции.

Следующее замечание — недостаточно жестко соблюдаются ограничения по области применения НФС, определенные в технических свидетельствах на системы. Известны случаи использования на высотных объектах фасадных систем, которые для этой цели вовсе не предназначены. При этом необходимые инженерные расчеты, подтверждающие обоснованность принятых решений, отсутствуют. Как правило, это происходит потому, что в проекте здания не указывается, какая именно навесная фасадная система должна применяться. В результате выбор системы осуществляет подрядчик или заказчик, которые не всегда должным образом разбираются в вопросах фасадной отделки, а иногда просто не могут устоять против соблазна сэкономить на фасадных ра-

ботах. Последствия такой экономии всем хорошо известны, поэтому уже на стадии разработки архитектурной концепции проектная организация должна наладить взаимодействие с компанией-разработчиком фасадной системы.

На некоторых строящихся объектах рабочая документация на фасадные работы выполнена не в полном объеме. В соответствии с положением «О проведении технической оценки рабочей документации проектов в части устройства фасадов» заказчик должен до начала монтажа предоставить этот комплект документов в городской координационный экспертно-научный центр «Энлаком». Эта организация уже более 12 лет занимается проблемами фасадного строительства в Москве и видит свою задачу в максимальной помощи и сопровождении инновационных технологий отделки фасадов на стадиях их внедрения.

Процедура технической оценки качества рабочей документации в части устройства фасадов была введена в действие с 01.01.2004 года Распоряжением правительства Москвы №2009-РП. Главная цель этой работы — еще на стадии, предшествующей производству монтажных работ, исключить или свести к минимуму риск возникновения ошибок, а также обеспечить возможность выполнения функций управления качеством монтажа ФС и осуществления текущего надзора.

К сожалению, в регионах организации аналогичной Центру «Энлаком» нет. Что

им можно посоветовать? Представители региональных комитетов строительного надзора должны выйти с инициативой к руководству края, которое подготовит соответствующий документ, распоряжение или постановление правительства региона, согласно которому на ту или иную государственную организацию будут возложены обязанности по осуществлению экспертизы рабочей документации в части устройства фасадов. Московский Центр «Энлаком» как раз и был создан во исполнение постановления столичного мэра Ю.М. Лужкова, вышедшего в 1996 году.

Однако даже при наличии качественно выполненного рабочего проекта далеко не всегда можно получить качественный фасад. В немалой степени качество и срок службы фасада зависят от уровня квалификации монтажников. В связи с возросшими объемами фасадных работ резко обозначился дефицит квалифицированных инженерно-технических специалистов, осуществляющих проектирование, контроль качества фасадных работ и их приемку, и самое главное — отсутствие достаточного количества обученных рабочих, имеющих опыт выполнения монтажа фасадных конструкций. На ряде проверенных объектов строительства были выявлены случаи выполнения монтажных работ с отступлением от требований нормативно-технической и проектной документации (ошибки или откровенный

брак, использование поврежденных деталей и конструкций, несоблюдение регламента, нарушение последовательности монтажных операций), отмечен низкий уровень исполнительной документации, не осуществляются операционный контроль, авторский и технический надзоры.

Чтобы исключить некачественный монтаж необходимо уже на этапе конструкторской разработки элементов НФС предусматривать такие технические решения, которые исключали бы ошибки монтажа и обеспечивали качественное выполнение строительных работ.

При монтаже системы на объекте мастером должен осуществляться первичный контроль качества монтажа, затем работу должен принимать специалист по контролю качества. На каждом строящемся объекте подрядчик должен вести журнал производства работ и оформлять акты на скрытые работы, что на многих объектах почему-то игнорируется.

Строительно-монтажных фирм, уделяющих должное внимание вопросам организации системы внутреннего контроля, чрезвычайно мало. В качестве примера можно привести СУ 155, в котором имеется собственный Департамент службы качества. Специалисты фасадного от-

дела этого структурного подразделения не только осуществляют входной контроль качества поставляемых на объект строительных материалов и конструкций, но и следят за качеством монтажа. Вот это правильный подход.

Однако содержать технически оснащенные службы контроля качества, соответствующие современным требованиям, могут только крупные строительные фирмы, такие как «Крост», Мосстроймеханизация-5, «Элгид». У большинства генподрядных организаций такой возможности нет. А поскольку к выполнению фасадных работ очень часто привлекаются компании, имеющие неподготовленных рабочих и недостаточно обученный инженерно-технический персонал, монтаж систем производится с нарушениями технологии, и потому ни о каком качестве готового фасада не может быть и речи.

После того как Мосгосстройнадзор и ГУ «Центр «Энлаком» ужесточили контроль над проведением фасадных работ в Москве, ситуация достаточно быстро стала меняться. Но в регионах очень часто монтируют что попало, не задумываясь при этом о последствиях.

Но даже и в столичном фасадостроении далеко не все решено. Например,

отсутствуют требования пожарных органов, определяющие область применения и порядок подтверждения пригодности навесных светопрозрачных конструкций. До настоящего времени не разработана методика проведения натурных огневых испытаний фасадных светопрозрачных конструкций в части определения класса конструктивной пожарной опасности изделия в целом. Сегодня подвергают испытаниям лишь небольшие фрагменты фасада, а того, чтобы смонтировать весь светопрозрачный блок высотой на 1–3 этажа и посмотреть, как ведет себя фасадная конструкция при воздействии пожарных нагрузок, приближенных к реальным, этого нет.

Отсутствует единая методика оценки коррозионной стойкости систем в зависимости от условий эксплуатации. Мало изучены процессы, происходящие в воздушном зазоре. Нет ясности в определении критериев оценки долговечности минераловатных плит, применяемых в составе навесных фасадных систем. До сих пор открытыми остаются многие вопросы. Чем быстрее нам удастся на них ответить, тем меньше будет возникать проблем при проектировании, монтаже и эксплуатации фасадов.

## О качестве вентилируемых фасадов высотных зданий



**А.Ю. Калинин,**  
главный инженер ГУ «Центр «Энлаком»

Обеспечение качества навесных фасадных систем (НФС) является комплексной задачей, от решения которой зависят безопасность, долговечность и эксплуатационные характеристики конструкций. Некоторые аспекты проектирования, изготовления, монтажа и эксплуатации навесных фасадных систем, применяемых на высотных зданиях, требуют нормативно-регламентного упорядочения и экспертной оценки.

Решение комплексной задачи должно начинаться, прежде всего, с определения требований к проектированию конкретного объекта и изложения данных требований в специальных технических условиях (СТУ). Последующее проектирование должно вестись с обеспечением необходимого научно-технического сопровождения.

В настоящее время существуют определенные проблемы с обобщением и анализом накопленного опыта для определения нормативных требований к фасадным конструкциям высотных объектов.

Выбор типа фасадной системы должен осуществляться на предпроектной стадии совместными усилиями проектировщиков, архитекторов и заказчика строительства, исходя из критериев прочности, деформативности, теплозащиты, теплоустойчивости, звукоизоляции, пожаробезопасности, долговечности, ремонтопригодности и т.д.

**Проектная документация для устройства навесных фасадных систем,** помимо собственно чертежей фасадов, планов, разрезов здания, должна включать следующие документы:

- **Прочностные расчеты** конструкций НФС и крепежных элементов (анкерных креплений), в том числе с учетом динамических и ветровых нагрузок по высоте здания. Качество расчетов напрямую зависит от правильного определения комплекса действующих на конструкцию фасадной системы усилий, а также от правильного определения расчетной схемы (в том числе с учетом кинематического анализа) проектируемой конструкции (системы).

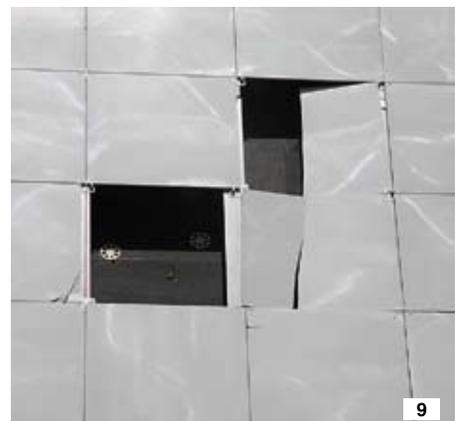
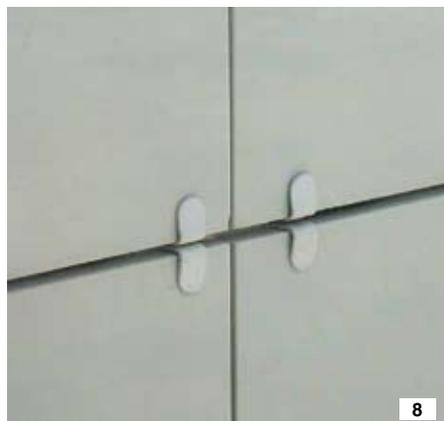
Выполнение дублирующих (проверочных) расчетов различными программными комплексами поможет снизить количество допускаяемых ошибок, что в свою очередь

повысит надежность фасадных конструкций, примененных на конкретном объекте.

Расчетная часть проекта должна являться объектом непосредственного научно-технического сопровождения ведущими специализированными научно-исследовательскими институтами.

- **Теплофизические расчеты** ограждающих стеновых конструкций с учетом устройства конструкций навесной фасадной системы. Уровень тепловой защиты здания должен определяться, исходя из требований энергетической эффективности, предъявляемых к конкретному зданию, определенных в специальных технических условиях (в техническом задании) на проектирование объекта. При выполнении теплотехнических расчетов особое внимание следует уделять расчету узлов сопряжений фасадной системы и светопрозрачных конструкций (окна, витражи и т.д.). Учитывая специфику проектирования тепловой защиты высотного здания, теплофизическими расчетами должны заниматься профильные научно-исследовательские институты в тесном сотрудничестве с проектными организациями.

- **Заключение по определению долговечности** навесной фасадной системы. На этапе оформления требований к проектированию конструкции навесной фасадной системы (в специальных технических условиях) должен быть указан срок службы системы и требования



1. Вставка из материала утеплителя не имеет крепления к поверхности стены-основы.
2. Зазор между смонтированными плитами утеплителя  $\approx 50$  мм.
3. Для выравнивания наружной плоскости облицовки из натурального камня использована подкладка (регулирующая ручка) между направляющей и Z-анкером. Снижена надежность узла крепления.
4. Отсутствует возможность компенсации температурных деформаций вертикальных направляющих — обе направляющие жестко связаны с горизонтальной направляющей.
5. Недостаточное расстояние от оси заклепки до края плиты. Существует угроза обрушения.
6. Трещины в углах фиброцементных плит. Существует угроза обрушения.
7. Количество заклепок для крепления кляммера к направляющей меньше требуемого — 3 шт. Между «лапкой» кляммера и плитой облицовки использована подкладка.
8. Отсутствует зазор между верхней гранью плит облицовки и «лапками» кляммера.
9. Разрушение плит облицовки.

• **Заключение по пожарной безопасности** с указанием фактических значений пределов огнестойкости и классов конструктивной пожарной опасности за проектированных конструкций навесных фасадных систем на конкретном здании, подтверждающее соответствие требованиям, определенным в специальных технических условиях на проектирование объекта и технических условиях на разработку противопожарных мероприятий.

- Детализованные чертежи узлов навесной фасадной системы (раздел КМД).
- Монтажные схемы навесных фасадных систем (раздел КМ).
- Спецификации элементов и конструкций НФС.
- Документы (протоколы испытаний, технические свидетельства, экспертные заключения и т.д.), подтверждающие при-

к конструкции в целом и ее элементам в частности. Срок службы системы должен определяться, исходя из долговечности конструктивных материалов элементов каркаса системы (каркаса в сборе) с учетом действующих нагрузок. Учитывая то, что обеспечить одинаковые показатели долговечности различных элементов

системы (каркаса, утеплителя, облицовочных материалов, элементов уплотнения, крепежа, метизов и т.д.) достаточно сложно, в проектной документации должны быть предусмотрены мероприятия, позволяющие обеспечить заданные проектом требования к безопасности и функциональности навесной фасадной системы.

годность элементов (каркас, утеплитель, крепеж, облицовочные материалы и т.д.) для применения в конструкциях навесных фасадных систем.

- Раздел проекта с требованиями по эксплуатации фасадных конструкций.

Надежность и продолжительность срока службы навесных фасадных систем в значительной степени зависят от качества обслуживания и эксплуатации данных конструкций, поэтому требования по эксплуатации НФС должны быть обязательно включены в состав проекта.

Опыт показывает, что просчеты, допущенные на ранней стадии проекта и связанные с выбором фасадной системы без учета результатов геофизических исследований участка строительства, конструктивных особенностей и размеров будущего здания, прочности материалов наружных ограждающих конструкций, климатических параметров окружающей среды и т.п., способны привести к весьма негативным последствиям, вплоть до полного разрушения примененной фасадной системы.

Однако и наличие качественного, детально проработанного проекта, к сожалению, не всегда позволяет избежать несоответ-

ствий проектным решениям и нормативно-технической документации, возникающих при производстве фасадных работ вследствие небрежности, невнимательности, недостаточной обученности и квалификации рабочего персонала, отсутствия должного контроля со стороны авторского и технического надзора, «погоны» за сроками и т.п.

**Проблемы, связанные с качеством монтажа конструкций навесных фасадных систем** на высотных зданиях, можно охарактеризовать следующим образом:

- низкий профессиональный уровень организаций, выполняющих монтаж конструкций НФС;

- низкое качество поверхности наружных ограждающих конструкций (стены-основы): дефекты бетонирования, сверхдопустимые отклонения по вертикали (достигающие 0,3 м и более на высоту более 100 м!);

- применение конструктивных элементов и материалов, не соответствующих рабочему проекту, а иногда умышленная подмена комплектующих;

- сложность монтажа конструкций НФС на больших высотах, обусловленная отсутствием детально проработанных

проектов производства работ, технологических карт рабочих процессов и т.д.

Помочь в решении этих проблем призван мониторинг производства фасадных работ, позволяющий своевременно оценить состояние смонтированных элементов фасадных систем, выявить допущенные дефекты и несоответствия проектным решениям и требованиям нормативно-технической документации, оперативно разработать рекомендации по их полному устранению, то есть оказать реальную помощь строителям в решении возникающих проблем.

Отдельная тема — мониторинг фасадов эксплуатируемых зданий. От правильной эксплуатации зависит многое. Можно использовать качественные материалы, отвечающие требованиям Паспорта, грамотно все смонтировать и т.д., но если фасад не будет эксплуатироваться должным образом (неправильная консервация системы водоотвода на зимний период, отсутствие уборки снега и т.п.), повреждений стен не избежать. Между тем в службах эксплуатации привыкли возлагать ответственность за состояние фасадов на строителей, которые, как показывает практика, не всегда виноваты.

## Проблемы надежности, безопасности и долговечности НФС при строительстве высотных зданий



к.т.н. **Е.Ю. Цыкановский**, председатель Совета директоров группы компаний «ДИАТ»

Навесные фасадные системы с воздушным зазором все чаще применяются в современной строительной практике. В течение последних 10 лет на строящихся и реконструируемых объектах России смонтировано более 4 млн м<sup>2</sup> таких конструкций. Накопленный за эти годы опыт проектирования, строительства и эксплуатации вентсистем позволяет сформулировать требования, которые должны предъявляться как к самим системам, так и к зданиям в целом.

Современное строительство постоянно ставит перед участниками строительного рынка все более сложные инженерные задачи. Увеличение количества объектов повышенной этажности и усложненной архитектурной формы диктует такие инженерные требования, выполнить которые можно, опираясь на самые передовые технологии. На сегодняшний день очевидно,

что для решения современных инженерно-строительных задач необходимо привлекать академическую науку, осуществлять мониторинг, накапливать и анализировать опыт эксплуатации таких зданий.

Особое внимание следует уделять вопросам обеспечения прочности, надежности и безопасности фасадных конструкций при проектировании высотных объектов. Неправильные расчеты, применение устаревшей нормативно-расчетной базы, использование недостаточно долговечных материалов, некачественный монтаж и т.п. могут создать реальную угрозу безопасности людей при эксплуатации таких зданий.

Так, по нашему мнению, современные НФС, применяемые в высотном строительстве, должны соответствовать следующим критериям надежности и безопасности:

### **1. Нормативный срок службы не менее 50 лет.**

Для этого необходимо наличие:

- Оценки надежности и долговечности НФС с точки зрения коррозионной устойчивости (включая стык несущих кронштейнов и анкеров, заклепок, саморезов, стыков элементов конструкции и так далее).

- Расчетов системы на долговечность при условии воздействия на нее импульсных знакопеременных ветровых нагрузок. НФС для высотного строительства должны выдерживать без ухудшения эксплуатационных характеристик не менее 100 тыс. циклов.

- Расчетов системы на собственные колебания (несовпадение собственной частоты системы с колебаниями, вызванными знакопеременными ветровыми нагрузками), во избежание резонансных разрушений.

- Расчетов несущей способности системы (с учетом предельных значений ветровых нагрузок, в том числе и знакопеременных).

- Расчетов температуры на анкерном креплении (во избежание появления на анкере знакопеременных температур и ослабления крепежа с течением времени).

### **2. Высокая пожарная безопасность (из-за сложности, а порой, и невозможности тушить пожары на таких зданиях).**

### **3. Предельно высокая теплотехническая однородность.**

При этом необходимо иметь в виду, что такие «объективные факторы» (с точки зрения производителей работ по монтажу НФС), как значительные отклонения стен по плоскостности (кривизна), применение для заделки стеновых проемов материалов, не обладающих достаточной несущей способностью, могут просто исключить возможность безопасного применения НФС. Очевидно также, что фирмы-производители НФС должны иметь собственные лицензированные проектные группы, а фирмы-производители работ должны быть сертифицированы системными компаниями.

Проанализировав ситуацию, сложившуюся на рынке высотного строительства,



Бизнес-центр класса «А», ул. Решетниковская, г. Нижний Новгород

фирма «ДИАТ» разработала специальный усиленный вариант навесной фасадной системы, который прошел техническую оценку пригодности в ФГУ «ФЦС» и получил Техническое свидетельство Росстроя РФ для применения на зданиях высотой до 150 м! Это первый в России документ подобного класса.

Требования к фасадным конструкциям для применения на высоте менее 75 м в общих чертах можно почерпнуть из существующих СНиП. Да, конечно, начиная примерно с 40 м (для 1 ветрового района) СНиП «Нагрузки и воздействия» уже дает ошибку в расчете ветрового давления (особенно при сложной форме здания). Но ее можно компенсировать путем ввода поправочных коэффициентов — абсолютные значения ветровых нагрузок не столь уж и велики, и если даже будет ошибка — она, по идее, должна скомпенсироваться за счет запаса прочности конструкции.

Другое дело — высотные здания. По всем нормативам, в том числе и СНиП, эти здания являются уникальными. И основная их уникальность именно в численных значениях ветровых нагрузок. Для получения технического свидетельства необходимо было обеспечить нормативную прочность фасадной системы при воздействии усилий на отсос до  $320 \text{ кг/м}^2$  (!).

Дело в том, что ветровой поток имеет две составляющие: стационарную (осредненную) и нестационарную (вихревую). В СНиП 2.01.07-85\* «Нагрузки и воздействия» давление ветра учитывается только с точки зрения стационарной составляющей, а влияние вихревых порывов регламентируется повышающими коэффициентами, применительно к определенным зонам здания. При этом все расчеты приведены для зданий прямоугольной формы. Однако в современном строитель-

стве здания часто имеют значительно более сложную форму. А 10-летний опыт эксплуатации зданий высотой более 40 м показывает, что пиковые ветровые нагрузки на здания значительно превышают расчетные по СНиП. При этом нельзя забывать, что тонкостенная металлическая конструкция НФС под воздействием ветровых нагрузок работает отдельно от ограждения стенового проема. В результате отсутствия корректных методик расчета, а зачастую, и пренебрежения расчетами конструкции НФС на действия ветровых нагрузок, участились случаи отрыва и падения плит облицовки. Более того, можно прогнозировать учащение таких случаев из-за накапливаемой усталости металла под конструкции под воздействием динамических знакопеременных ветровых нагрузок. Все вышеперечисленное может привести к значительной угрозе безопасности при эксплуатации таких зданий. Если же учесть, что на конструкции НФС действуют также нагрузки от температурных деформаций и коррозионное разрушение, то через определенный промежуток времени процесс обрушения облицовки может принять лавинообразный характер. При этом необходимо учесть, что сильный ветер способен вызвать планирование оторвавшейся облицовки на значительные расстояния.

Все вышесказанное говорит о том, что на сегодняшний день назрела острая необходимость введения жестких мер по обязательному повышению требований к конструкциям, применяемым на высотных зданиях, и контролю соответствия применяемых систем НФС заданным характеристикам.

Сложность проектирования высотных зданий состоит в том, что динамические нагрузки от вихревой составляющей ветра могут значительно (в разы) превышать

осредненные нагрузки. Даже при постоянном ветре появляются зоны с интенсивными знакопеременными нагрузками на фасадах. Актуальность этой задачи, невозможность ее решения на основе существующей нормативно-расчетной базы и наличие отрицательного опыта эксплуатации привело к тому, что ведущие НИИ приступили к разработке специальных программ для расчета ветровых нагрузок на здание с применением методик, принятых в других областях техники (самолетостроение, расчеты атмосферных и океанических потоков и т.д.).

Такие разработки появились в НИИ Строительной физики, ЦНИИЭП жилища, ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко и других ведущих институтах. Существует два основных направления исследований: продукция моделей зданий в аэродинамической трубе и построение численных моделей на базе CFD-технологий математического моделирования аэрогидродинамических процессов с использованием так называемых «тяжелых программных пакетов» (FLOW3D, FLUENT, STAR-CD, VP2/3 и др.). Для корректного расчета ветровых нагрузок применяются одновременно обе методики, хотя CFD-технологии являются базовыми.

Необходимо учесть, что при строительстве высоток возникает еще одна проблема — сложность мониторинга состояния фасадной системы и ее ремонта в период эксплуатации объекта. Исходя из этого, необходимо применять такие материалы и конструктивные решения, которые обеспечат надежную эксплуатацию на протяжении всего нормативного (не менее 50 лет) срока службы фасада. И в этом вопросе не может быть никаких компромиссов — надо понимать, что отрыв облицовки на большой высоте может привести к ее планированию на значительное расстояние от здания. Специализи-



Офисное здание, ул. Елькина, г. Челябинск

стам «ДИАТ» удалось решить проблему создания сверхнадежной конструкции.

Еще одним «отягчающим» обстоятельством на высотных зданиях является повышение требований к сейсмической стойкости конструкции (как минимум на один балл). То есть если общие нормативы по району застройки, к примеру, не менее 6 баллов, то требования к конструкциям высоток — 7 баллов и т.д. Это вносит дополнительные повышающие требования к надежности конструкции НФС. Для решения, в том числе, и этой проблемы нами были проведены комплексные испытания в лаборатории сейсмики ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. Надежность нашей конструкции обеспечивается до 9 баллов.

Не менее важны на высотных зданиях и проблемы теплофизики фасадов. Обеспечить комфортность проживания людей на большой высоте — задача очень непростая. А если учесть, что в случае возникновения нештатных ситуаций (отключение энергии, прекращение подачи тепла,

пожар и т.д.) люди могут быть надолго лишены возможности спуститься вниз, то задача сохранения тепла внутри помещения переходит из разряда энергосбережения в разряд безопасности. Большие ветровые нагрузки, теплофизика работы самого здания (разность давлений изнутри и снаружи здания) приводят к необходимости увеличивать на верхних этажах толщину утеплителя. Иногда — значительно. Соответственно НФС должна иметь возможность увеличения выноса облицовки без потери надежности. Мы решили и эту задачу.

Еще один «специальный» вопрос высоток — обеспечение пожарной безопасности. Абсолютно понятно, что эвакуация людей с высоты более 100 м — задача крайне сложная, если вообще выполнимая. А возможный отлет облицовки от здания, в случае ее обрушения при пожаре, угрожает безопасности людей на значительном расстоянии. Поэтому необходимо было сделать такую систему, которая с вероятностью 300% не допустила бы об-

рушения облицовки или распространения огня. За счет применяемых материалов и инженерных решений нам удалось этого добиться. Правильность этих решений подтверждается многочисленными натурными пожарными испытаниями, которые проводились в г. Златоусте (Челябинская обл.).

Решение всего вышеперечисленного комплекса задач привело к созданию не только новых вариантов нашей конструкции, но и к созданию уникальной расчетной базы для ее проектирования. В результате, на сегодняшний момент, проектное отделение нашей компании способно с максимальной эффективностью справляться с любыми задачами, поставленными архитекторами и инвесторами. При этом мы в состоянии обеспечить безопасность и долговечность нашей конструкции.

Резюмируя все вышесказанное, можно констатировать, что фирма «ДИАТ» полностью готова к реализации Постановления Правительства Москвы о строительстве высотных зданий.

## Пути повышения надежности анкерных креплений



к.т.н. **А.В. Грановский**,  
заведующий лабораторией сейсмостойких  
конструкций ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко

В этом году исполняется 50 лет с тех пор, как Артуром Фишером был изобретен первый в мире анкер — нейлоновый S-дюбель. За эти годы анкерная техника, благодаря усилиям специалистов таких ведущих мировых компаний, как Fischer и Hilti, сделала значительный рывок в своем направлении. Существенно расширился рынок анкерного крепежа. За указанный период только специалистами фирмы Fischer, возглавляемыми с 1980 года Клаусом Фишером, разработано и внедрено порядка 1400 технических решений в области анкерного крепежа.

Следует отметить, что развитие анкерной техники в Европе сопровождалось появлением и совершенствованием нормативной базы, что позволило если не исключить появление некачественной анкерной продукции на Европейском рынке, то, по крайней мере, сократить ее объемы.

Несколько по другому направлению пошло развитие анкерного крепежа

в России. Начиная с середины 90-х годов XX столетия, на российский рынок одновременно с появлением и развитием новых для России вентилируемых фасадных систем хлынул поток анкерного крепежа как ведущих мировых фирм (Fischer, Hilti, Sormat, Mungo, MKT), так и малоизвестных в Европе компаний. Отсутствие или несовершенство нормативной базы в области анкерного крепежа привело к тому, что анкеры малоизвестных фирм, имеющие внешнее сходство с анкерами ведущих производителей, но существенно отличающиеся от них по цене, стали интенсивно (из-за отсутствия необходимой информации) заполнять российский строительный рынок.

В настоящее время основным документом, регламентирующим применение анкерного крепежа в строительстве, является Техническое свидетельство (ТС), выдаваемое ФГУ «ФЦС» Росстроя РФ. Следует отметить, что на первом этапе появления и развития фасадных систем этот документ, несомненно, сыграл положительную роль в наведении порядка в части применения анкерного крепежа в строительной практике.

Однако, наличие динамично развивающегося в последние 10–15 лет российского строительного рынка привело к тому, что малоизвестным в области анкерного крепежа фирмам (в том числе и российским) удалось за счет разных технических уловок «обойти» требования ТС и выйти на строительный рынок, не имея на то никакого технического основания.

К сожалению, в области анкерного крепежа нормативное творчество (в хорошем

смысле этого слова) существенно отстает от потребностей строительства. По причине несовершенства нормативной базы, как в области проектирования, производства и монтажа фасадных систем, так и в области анкерного крепежа, проектные и строительные организации «варятся в собственном соку».

Ниже, мы хотели бы остановиться на некоторых проблемах анкерного крепежа, которые либо не отражены в ТС на анкеры, либо подход к их решению, с нашей точки зрения, не отвечает современным научным представлениям об их безопасной работе.

Одна из важных проблем анкерного крепления — проблема обеспечения коррозионной стойкости металлических элементов анкеров. Неспособность анкера сопротивляться долговременному воздействию агрессивных сред может привести к существенному снижению его прочностных характеристик и стать причиной аварийного состояния фасадной или другой строительной системы в здании. В связи с этим хотелось бы отметить следующее.

1. Анализ отечественных и зарубежных исследований в области антикоррозионной защиты металла позволяет констатировать, что для обеспечения длительного срока эксплуатации анкеров толщина защитного цинкового слоя должна составлять не менее 35–40 мкм.

2. Как отмечалось в докладе к.т.н. А.В. Казакевича на научно-практической конференции по фасадным системам в г. Уфе (март 2008 года) для крепления изделий у нас используются самые разнообразные материалы: оцинкованная сталь, алюминиевые сплавы и нержавеющей

ка. Причем используют их в одном крепежном узле. Такой вариант соединений в атмосферных условиях города может продержаться не более 10 лет.

Натурные испытания, проведенные специалистами центра «ЭкспертКорр-МИСис» на берегу Баренцева моря, показали, что контакт анодированного алюминиевого сплава с оцинкованным крепежом и нержавеющей сталью полностью разрушился в течение 35 дней. Между тем ни в одном техническом документе по анкерному крепежу не указывается такая характеристика, как коррозионная стойкость, а ведь от нее зависит долговечность конструкций и их безопасность.

Другая немаловажная проблема — эксплуатационная надежность стенового материала. Стены реконструируемых и вновь возводимых зданий чаще всего выполняются из бетона, кирпича

(пустотелого и полнотелого) и ячеистобетонных блоков (деревянные конструкции в данном случае не рассматриваются). При этом в технических каталогах фирм-изготовителей анкерного крепежа указывается, например, величина несущей способности анкера при вырыве из кирпичной кладки без детализации этого значения в зависимости от марки кирпича и марки раствора. И это вполне обоснованно, поскольку применяемый за рубежом кирпич имеет марку не менее М 150. В России же в качестве материала заполнения используют кирпич марок М 50 ... М 150 при прочности раствора на сжатие от 25 кгс/см<sup>2</sup> и выше. В связи с этим и прочность анкера при вырыве изменяется в большом интервале значений. Еще более удручающей выглядит картина, когда в самонесущих стенах применяются бло-

ки, изготовленные из ячеистого бетона классов В 0,5 ... В 2,5. Если раньше нормативы не разрешали применять в наружных стенах ячеистый бетон классом ниже В 1,5, то в настоящее время очень часто используются пенобетонные блоки класса В 0,5, что обусловило появление такой российской разновидности анкера, как «сквозная шпилька». Легкие бетоны — хороший теплоизоляционный материал, но крепление к таким стенам навесных фасадных систем недопустимо.

Зарубежными специалистами в области производства анкерных систем вопрос применения их продукции для крепления фасадных конструкций к подобным стенам даже не рассматривается, поскольку оценить долговечность и эксплуатационную надежность крепежа не представляется возможным.

## Современные методики оценки прочности анкерных креплений



**Д.А. Киселёв,**  
инженер ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко

Одной из основных проблем, связанных с обеспечением надежности фасадной системы, является вопрос о выборе методики оценки прочности анкерных креплений, то есть методики испытаний анкеров на вырыв из стены здания.

Используемая за рубежом методика определения несущей способности анкеров при вырыве их из стенового материала, включена ФГУ «ФЦС» (с некоторыми уточнениями и изменениями) в технические свидетельства, выдаваемые фирмам, производящим и монтирующим фасадные системы.

Согласно этой методике, проводят контрольные испытания прочности забивки анкерных и тарельчатых дюбелей, анкеров (п. 9.9) и по результатам испытаний:

— ... устанавливают предел текучести ( $N_T$ ) и вытягивающее усилие ( $N_B$ ) для анкерного (тарельчатого) дюбеля и предел текучести для анкера в кН;

— ... для анкерных (тарельчатых) дюбелей вычисляют значение  $N_{д1} = 0,23 \times N_{Т.сп.}$  и  $N_{д2} = 0,14 \times N_{В.сп.}$  и выбирают из них

наименьшее значение  $N_{д.мин.}$ , которое сравнивают с допускаемым выдергивающим усилием [N], установленным в техническом свидетельстве для конкретной марки дюбеля, вида и прочности стенового материала, соблюдая при этом условие  $N_{д.мин.} \leq [N]$ ;

— ... для анкера вычисляют значение  $N_{д} = 0,23 \times N_T$ , которое сравнивают с допускаемым выдергивающим усилием, установленным в техническом свидетельстве для конкретной марки анкера...

Согласно указаниям немецких национальных допусков Органа Строительного надзора, основанных на немецких строительных нормах (Zulassung), продолжительность испытания анкеров до момента достижения предельной нагрузки (die Höchstlast) должна составлять одну минуту. По ETA (Европейское Техническое одобрение — документ, подтверждающий соответствие того или иного изделия директиве ETAG) скорость нагружения рекомендовано принимать равной 1–3 минутам. В технических свидетельствах ФГУ «ФЦС» на фасадные системы продолжительность нагружения анкера принята 1 минута.

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 8829-94.

Эта методика испытаний обладает следующими особенностями:

— нагрузка прикладывается ступенями (долями), каждая из которых не должна превышать 10% контрольной нагрузки;

— на каждой ступени нагружения конструкция выдерживается под этой нагрузкой не менее 10 мин.;

— в начале и конце каждого этапа нагружения фиксируются деформации (перемещения) конструкции.

В методике, предложенной ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, в дополнение к принятой по ГОСТ 8829-94 схеме испытаний, на каждом шаге нагружения производится разгрузка образца. При этом на каждом шаге нагружения после достижения принятого уровня нагрузки и фиксации перемещений анкер разгружается, и фиксируется величина остаточных деформаций анкера. Далее нагрузка увеличивается на один уровень, и испытание повторяется.

Испытаниям подвергают 6 образцов анкеров. Первый образец испытывается без разгрузки по схеме ГОСТ 8829-94, и по нему устанавливается предельная разрушающая нагрузка. Остальные 5 образцов испытываются по описанной выше схеме, предложенной ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. В случае если текущие значения результатов испытаний анкеров отличаются от среднего значения более, чем на 15%, необходимо дополнительно испытать анкеры. Количество дополнительных испытаний определяется числом анкеров, величины предельных значений которых отличаются от среднего значения на 15%. За расчетное усилие вырыва рекомендуется принимать усилие на анкер, при котором остаточные деформации анкерного узла после снятия данной нагрузки не превышают 0,1 мм. По результатам 6 испытаний принимают среднее значение расчетного усилия вырыва анкера.

Сравнительный анализ указанных двух методик позволяет констатировать следующее:

- провести испытания анкеров по методике ЕТА в полевых условиях нереально, ибо измерить перемещения анкера в процессе его нагружения за указанный интервал времени (1 минута) практически невозможно;

- методика ГОСТ 8829-94 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.

Продемонстрируем действие описанных выше методик (европейской и ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко) в части определения расчетной нагрузки вырыва на примере испытания анкера фирмы Sormat марки KAT NF 10 × 100, установленного в монолитную железобетонную плиту. На графике рис. 1 приведена кривая «нагрузка-деформация», полученная при испытании анкера по европейской методике. Величина расчетной нагрузки вырыва, исходя из зависимости  $N_{др} = 0,14 \times N_{в.сп.}$ , составляет  $N_{расч.} = 0,14 \times 1900 = 260$  кгс. На рис. 2–3 приведена кривая «нагрузка-деформация» по результатам испытаний анкера фирмы Sormat марки KAT NF 10 × 100 на вырыв по методике, предложенной ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. На графике рис. 3 показана кривая разгрузки образца после второго этапа его нагружения, равного  $N_2 = 400$  кгс. Учитывая, что остаточные деформации после разгрузки образца близки к нулю, то есть анкер в указанном интервале нагрузок работает в упругой стадии, за расчетное усилие принято  $N_{расч.} = 400$  кгс. При этом коэффициент запаса равен 4, а не 7,14 (значение, которое получается при испытании по европейской методике).

В настоящее время по согласованию между Ассоциацией «АНФАС» и Техническим комитетом ТК 465 «Строительство» на основе рассмотренного специалистами ТК стандарта «Анкерные крепления для фасадных систем. Общие положения, основные требования, методы испытаний» предложено разработать Национальный стандарт «Анкеры. Общие технические условия» и Стандарт организации «Анкерные крепления фасадных систем. Общие технические условия». Разработка данных стандартов позволит проектировщикам более осознанно подходить к вопросу о применении анкерной техники в строительстве.

Рис. 1. Испытание анкера по Европейской методике.

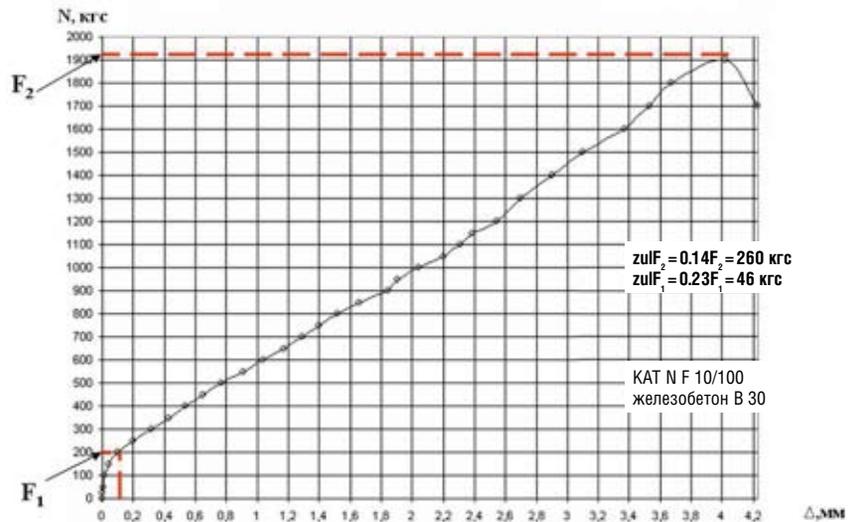


Рис. 2. Испытание анкера по методике ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко.

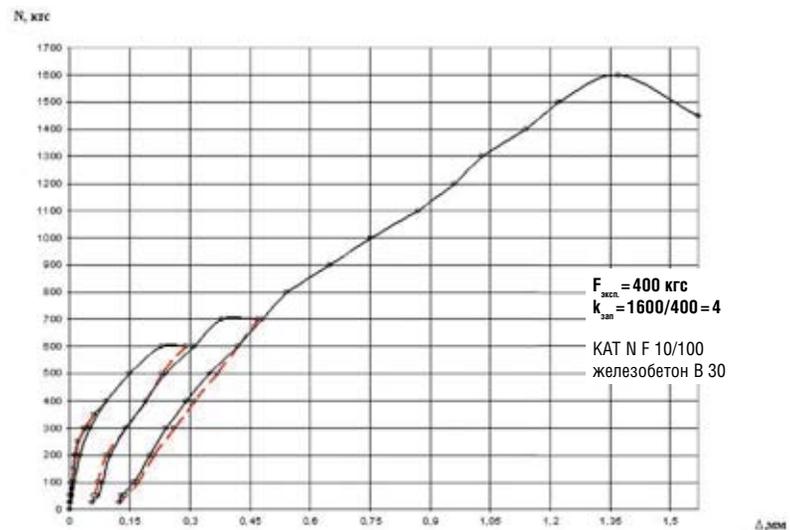


Рис. 3. II этап нагружения.

