

Губский А. Ю., инженер по сертификации
Крепёжный союз

РАЗВИТИЕ МЕТОДИК РАСЧЁТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ АНКЕРНЫХ КРЕПЛЕНИЙ

В современном строительстве для решения задач по креплению строительных конструкций изделий, материалов и оборудования часто применяются анкеры, которые устанавливаются по месту в просверленное отверстие в готовом строительном основании. Стоит отметить, что данный способ крепления обладает рядом своих особенностей и преимуществ по сравнению с традиционной технологией применения закладных деталей (в том числе закладных фундаментных болтов), которые замонтированы в конструкции в процессе её монтажа.

На строительном рынке анкерная продукция представлена в широком разнообразии — это продукция, имеющая различные принципы действия, изготавливаемая из материалов с разной коррозионной стойкостью, предназначенная для крепления в различные типы материалов основания и способная воспринимать различные типы нагрузок, и так далее. Примеры механических анкеров, применяемых в строительстве, представлены на *рисунке 1*. Однако практически, независимо от сферы применения продукта, так или иначе возникает вопрос обеспечения несущей способности анкеров — будь то задача по креплению несущих конструкций здания или задача, связанная с домашним ремонтом — необходимо быть уверенным в том, что анкер выдержит заданные нагрузки.

О НЕОБХОДИМОСТИ НОРМИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ

В настоящее время Союзом производителей и поставщиков крепёжных систем (Крепёжным союзом), а также рядом научных институтов уже разработаны стандарты, которые описывают процедуру проведения

лабораторных испытаний и оценки результатов испытаний анкерной продукции. В ходе испытаний основной задачей является определение нормированных параметров анкеров — нормативных сопротивлений растяжению и сдвигу, податливостей, минимальных краевых и межосевых расстояний и ряда других параметров в зависимости от типа продукта, его назначения и области применения. Например, на *рисунке 2*



Рисунок 2 — Разрушение бетона основания в ходе испытания механического анкера



Рисунок 1 — Примеры механических анкеров

представлен пример результата испытания механического анкера на действие растягивающей нагрузки по ГОСТ Р 56731–2015 «Анкеры механические для крепления в бетоне. Методы испытаний». В данном случае произошло разрушение бетона основания. Здесь показательным является то, что разрушение произошло именно так, а не в результате разрушения анкера по контакту с основанием (так называемое «проскальзывание» анкера) — это также учитывается в обработке результатов испытаний.

Опыт работы с анкерной продукцией показывает, что несущая способность одиночного анкера или группы анкеров находится в очень сильной зависимости от фактических условий строительной площадки. При этом прочность материала и геометрические размеры основания, температурные режимы эксплуатации и даже способ сверления отверстия (сверление перфоратором или установкой алмазного бурения) в конечном счёте влияют как на выбор правильного анкера для решения инженерной задачи, так и на его несущую способность.

Таким образом, может возникнуть логичный вопрос — как же учесть все эти параметры и как произвести правильный расчёт несущей способности анкерного крепления?

РАСЧЁТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПО СТАНДАРТАМ

Стоит отметить, что в Российской Федерации уже разработан и введён в действие ряд стандартов для расчёта и проектирования анкерного крепления в бетоне. Среди них такие стандарты, как СТО 36554501–039–2014 «Анкерные крепления к бетону с применением анкеров Hilti. Расчёт и конструирование» и СТО 36554501–048–2016 «Анкерные крепления к бетону. Правила проектирования», а также разработанное в 2018 году методическое пособие к СП 63.13330 «Проектирование анкерных креплений строительных конструкций и оборудования».

Анализируя эти стандарты, можно увидеть ход развития нормативной базы и понять её общий принцип — от стандартов организации, в которых представлены правила проектирования продукции отдельных производителей, осуществляется переход к стандартам более высокого уровня, которые устанавливают общие правила расчёта и проектирования анкерной продукции.

Представленный в каждом из указанных выше стандартов принцип расчёта схож и может быть описан следующим образом.

Несущая способность анкера оценивается по ряду возможных механизмов разрушения (например, разрушение по стали, разрушение по контакту с основанием, разрушение от выкалывания бетона основания

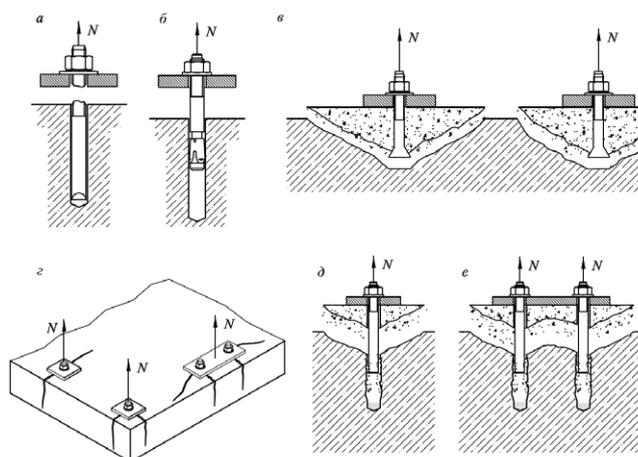


Рисунок 3 — Возможные механизмы разрушения анкерного крепления при действии растягивающих усилий по методическому пособию к СП 63.13330 (рисунок 6.1)

и т. п.), которые могут возникнуть при работе анкерного крепления. Полный перечень возможных механизмов разрушения при действии растягивающих и сдвигающих нагрузок представлен на рисунке 3. Для расчёта по каждому из механизмов разрушения требуется определить ряд параметров, которые связаны как с характеристиками самого анкера, так и с характеристиками строительного основания и используются в расчётных формулах. К примеру, для расчёта прочности по стали важной характеристикой будет величина нормативного сопротивления по стали анкера, которая связана с классом прочности материала и геометрическими параметрами анкера и устанавливается экспериментально. Тем не менее, для других механизмов разрушения уже могут быть важны совершенно другие параметры, например, при расчёте прочности при выкалывании бетона основания учитываются уже прочность бетона основания, наличие трещин в основании, межосевые расстояния между анкерами, расстояние до края основания, эффективная глубина анкеровки анкера и так далее.

С другой стороны, исходя из нагрузки, действующей на узел крепления, определяется нагрузка, действующая на каждый из анкеров и на всю группу в целом. Следует отметить, что эта нагрузка также определяется с учётом ряда параметров, немаловажным из которых является гибкость опорной пластины, от которой в том числе зависит характер распределения нагрузок на анкеры. Пример моделирования опорной пластины с помощью метода конечных элементов, описанный в методическом пособии к СП 63.13330, приведён на рисунке 4. Важно отметить, что в общем случае при расчёте рассматривается либо наиболее нагруженный анкер в группе,

либо вся группа анкеров в целом, что также отражено в нормативной документации.

Основным условием при расчёте по первой группе предельных состояний является обеспечение прочности анкера по каждому из возможных механизмов разрушения — растягивающее усилие в анкере (или анкерной группе) должно быть не выше, чем несущая способность анкера. В случае расчёта по второй группе предельных состояний (по деформациям) производится сравнение перемещения анкера от действия внешней нагрузки со значением предельно допустимого перемещения, обусловленного только деформациями анкера, которые также определяются индивидуально в зависимости от типа и марки анкера.

ЗАДАЧИ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО РАЗВИТИЯ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ

Указанные выше стандарты позволяют решить задачи, связанные с расчётом и проектированием анкерных креплений в тяжёлом и мелкозернистом бетоне класса прочности от В15 до В60, при действии статических (квазистатических) нагрузок. Таким образом, значительная часть инженерных задач может быть решена уже сейчас. Однако также видны и области для дальнейшего развития, которые связаны, к примеру, с расчётом анкеров при действии других типов нагрузок, например, постоянных динамических (усталостных) нагрузок, или для других материалов оснований — например, каменной кладки. Данные задачи также требуют наличия стандартизированного подхода как с точки зрения мето-

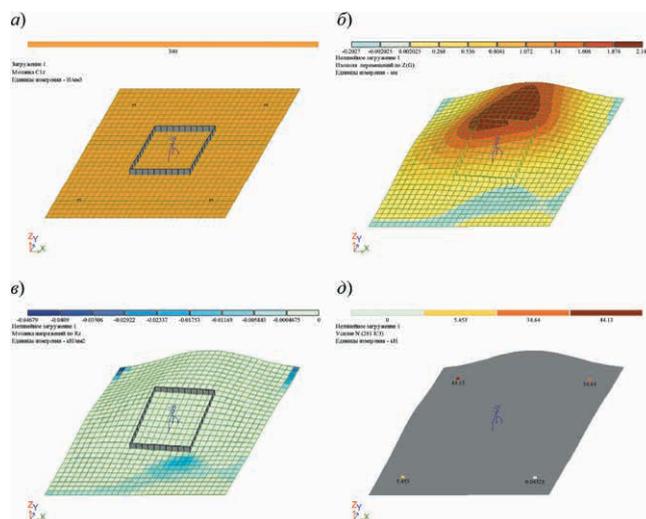


Рисунок 4 — Пример моделирования опорной пластины с помощью метода конечных элементов, описанный в Методическом пособии к СП 63.13330 (рисунок 5.9)

дики испытаний продукции с целью определения её нормированных параметров, так и с точки зрения расчёта и проектирования, решение которых запланировано на следующие годы.

Ранее по этой теме в нашем журнале были опубликованы статьи:
 Рыков С. Г. «Анкерные крепления: о чём говорят испытания?», №4 (54), 2015.
 Кузеванов Д. В. «Развитие нормативной базы в области анкерных креплений в России», №2 (56), 2016.



КЛАССИФИКАТОР СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ЗАРАБОТАЛ В ТЕСТОВОМ РЕЖИМЕ

Классификатор строительной информации (КСИ) открыт для пользователей на сайте ФАУ «ФЦС» с 1 декабря 2020 года. Классификатор, а также описание методов взаимодействия с другими информационными системами, доступен по ссылке <http://faufcc.ru> в соответствующем разделе. КСИ, в первую очередь, необходим для унификации информационных моделей объектов капитального строительства, что должно способствовать интенсификации процесса внедрения BIM-технологий в России. Подобные стандарты приняты во многих странах, где активно развиваются такие технологии.

«Классификатор строительной информации представляет собой единый язык общения участников строительного процесса. КСИ обеспечит обмен данными между информационными системами и возможность однозначной идентификации элементов информационной модели. Система также создаст основу для запуска необходимого процесса для отрасли — поступательного перевода нормативно-технических документов в электронный вид. В конечном итоге КСИ послужит отправной точкой для возможной автоматизированной проверки информационной модели объекта капитального строительства», — отметил министр строительства и ЖКХ РФ Ирек Файзуллин.

После размещения КСИ в публичном пространстве, все пользователи через разработанные механизмы информационного обмена смогут интегрировать его в используемое программное обеспечение.

Важно, что КСИ предусматривает возможность проведения связей с иными классификаторами, например, Классификатором строительных ресурсов, Московской системой классификаторов и иными классификаторами, которых в России начитываются десятки.

В настоящее время Классификатор строительной информации состоит из 21 классификационной таблицы строительной информации, в случае необходимости КСИ может быть дополнен. В 2021 году запланированы работы по разработке методического пособия по кодированию.

<https://minstroyrf.gov.ru>