

ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук Зенина Сергея Алексеевича на диссертационную работу Крылова Владимира Владимировича на тему: «Несущая способность монолитных железобетонных плит на продавливание при динамическом нагружении», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1. - «Строительные конструкции, здания и сооружения»

На отзыв представлены: диссертационная работа, изложенная на 145 страницах и включающая в себя введение, четыре главы, заключение, список литературы (141 наименование) и двух приложений, а также автореферат диссертации, изложенный на 24 страницах.

Рассмотрев представленные материалы, считаю, что диссертация Крылова В.В. на тему «Несущая способность монолитных железобетонных плит на продавливание при динамическом нагружении» содержит признаки научно-квалификационной работы, соответствующее паспорту специальности 2.1.1 - «Строительные конструкции, здания и сооружения», и отвечает областям исследования, предусмотренным п. 1 «Построение и развитие теории, разработка аналитических и вычислительных методов расчёта механической безопасности и огнестойкости, рационального проектирования и оптимизации конструкций и конструктивных систем зданий и сооружений», п. 3: «Создание и развитие эффективных методов расчета и экспериментальных исследований вновь возводимых, восстанавливаемых и усиливаемых строительных конструкций наиболее полно учитывающих специфику воздействий на них, свойства материалов, специфику конструктивных решений и другие особенности».

Актуальность работы

Здания с безригельным, безкапитальным монолитным железобетонным каркасом широко распространены в современном строительстве. Данное конструктивное решение предполагает непосредственное опирание плоских монолитных железобетонных плит перекрытий на колонны, что придает повышенные эстетические характеристики и большие возможности для планировочных решений внутреннего объема.

При проектировании монолитных железобетонных зданий с безригельным каркасом важным вопросом являются расчет и конструирование узлов сопряжения колонн с плоскими перекрытиями, которые определяют геометрию и армирование сечений перекрытий.

Современные отечественные методики расчета и методики зарубежных стран по определению несущей способности монолитных железобетонных плит на продавливание не учитывают полностью все факторы конструктивных решений и условий эксплуатации. Принятые эмпирические предпосылки расчета, основанные на многочисленных экспериментальных данных, выполнены при статическом режиме нагружения конструкций. До настоящего времени отсутствуют рекомендации по учету особенностей кратковременного интенсивного динамического воздействия на перекрытия и характера работы узловых сопряжений. Следует отметить, что вероятность возникновения аварийных расчетных ситуаций увеличивается. А для особо важных, уникальных и технически сложных объектов, учет аварийного сценария становится обязательным.

На основании вышесказанного актуальность в рациональном решении узлов сопряжения колонн с плоскими перекрытиями из монолитного железобетона с учетом запроектных воздействий достаточно высока.

Цель исследования и основные положения, выносимые на защиту

Целью диссертационного исследования является разработка методики расчета плоских железобетонных плит на прочность при продавливании динамической нагрузкой и совершенствование существующей методики расчета при статическом нагружении.

Основные положения, выносимые на защиту:

- результаты проведенного анализа исследований несущей способности монолитных плоских железобетонных плит при продавливании;
- методика проведения экспериментального исследования несущей способности плоских монолитных железобетонных плит на продавливание при статическом и динамическом нагружении;

- результаты экспериментальных исследований монолитных железобетонных плит на продавливание при статическом и динамическом нагружении;

- результаты численных исследований методом конечных элементов в трехмерной постановке напряженно-деформированного состояния монолитных железобетонных плит при статическом и динамическом продавливании;

- расчетная модель предельного состояния сопряжения колонны с плоским перекрытием при центральном продавливании статической и динамической нагрузкой большой интенсивности и результаты численных исследований сходимости разработанной методики в сравнении с результатами экспериментальных исследований других авторов.

Оценка структуры и содержания диссертации

Во введении обоснована актуальность работы, определены цель и задачи исследований, представлены основные результаты, включающие научную новизну, теоретическую и практическую значимость работы, достоверность полученных результатов. Приводятся сведения о апробации результатов исследования и публикациях автора по теме диссертации, а также иные необходимые сведения по проведенному исследованию.

В первой главе диссертации представлен обзор и критический анализ теоретических и экспериментальных работ отечественных и зарубежных исследователей в рамках рассматриваемой проблематики. Анализ технической и нормативной литературы показал, что существующие методы расчёта железобетонных плит на продавливание базируются на теории предельного равновесия и основаны на предположении о заранее определенной поверхности разрушения. Автор приводит существующие отечественные и зарубежные подходы к расчету центрального продавливания плит перекрытия. Сравнительный анализ показал, что в отечественном методе несущая способность определяется исключительно геометрическими параметрами конструкций и прочностными характеристиками бетона, при этом влияние продольного армирования перекрытия не учитывается. На основе проведенного анализа автором обозначена

соответствующая цель научного исследования и поставлены задачи для ее достижения.

Во второй главе приводятся цели и задачи экспериментального исследования, программа исследования, методика испытания, используемое оборудование и результаты эксперимента. Программа исследования включала испытание шестнадцати железобетонных образцов, двенадцать из которых испытывались на кратковременную интенсивную динамическую нагрузку и четыре - при статическом нагружении. При экспериментальных исследованиях варьировались следующие параметры: класс бетона (В15 и В20) и толщина плитной части образца (100 мм и 120 мм). По полученным в ходе эксперимента значениям деформаций бетона и арматуры, были построены соответствующие графики зависимости деформаций от прикладываемой нагрузки для образцов, испытанных на статическую и динамическую нагрузку. Также во второй главе выполнен анализ полученных результатов экспериментальных исследований. Установлено, что при динамическом нагружении прочность при продавливании оказалась ниже, чем при статическом нагружении, в среднем на 15 %. Исследование автора показало, что угол наклона пирамиды продавливания зависит от вида воздействия на экспериментальные образцы. При интенсивном динамическом нагружении этот угол составил 50-52°, а при статическом нагружении – 39-45°. Схема разрушения при высокоскоростном нагружении схожа с разрушением при статическом нагружении по своему характеру.

В третьей главе представлены результаты численных исследований, проведенных автором, в рамках которых были разработаны численные модели монолитных железобетонных плит опытных образцов автора при продавливании. Для расчетного анализа напряженно-деформированного состояния работы сопряжения монолитного перекрытия с колонной при разрушении по схеме продавливания был использован программный комплекс ATENA, реализующий метод конечных элементов.

Результаты численных и экспериментальных исследований показали удовлетворительную сходимость в предельной стадии при разрушении от продавливания. Произведено сравнение измеренных деформаций нижней арматуры

и бетона верхних волокон с соответствующими значениями из расчета. При этом сравнивались осредненные значения деформаций для нивелирования случайной несимметричности модели. Количественно результат расчета оказался меньше, чем соответствующие значения из эксперимента на 10-20 %.

В четвертой главе изложены предпосылки для учета фактического напряженно-деформированного состояния сопряжения колонны с перекрытием при продавливании при статическом и динамическом нагружении. На основе этого автором предложена методика определения предельной нагрузки, воспринимаемой сопряжением колонны с плоским перекрытием при разрушении по схеме продавливания. За основу принята модель, в которой сопротивление продавливанию, при двойном армировании плиты перекрытия, оказывает не полная поверхность пирамиды, а ее часть, ограниченная сжатой зоной бетона. Методикой предусмотрено определение при статическом и динамическом нагружении, таких параметров как: геометрия приведенной пирамиды продавливания, напряжения в бетоне сжатой зоны, растягивающие напряжения в арматуре. Экспериментально установлена и подтверждена численными исследованиями зависимость относительной высоты сжатой зоны в предельном состоянии при статическом и динамическом нагружении от процента армирования образцов, площади приведенной пирамиды продавливания.

В заключении изложены основные результаты экспериментальных и теоретических исследований, положенные в основу разработанной методики расчета по оценке несущей способности при центральном продавливании плоских плит перекрытий при статическом и кратковременном динамическом нагружении. Также сформулированы дальнейшие направления развития тематики исследования.

Степень достоверности и обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждается применением аттестованных измерительных приборов и стандартных методов испытаний, использованием специализированного программного обеспечения, применением известных методов теории железобетона и строительной механики, удовлетворительной сходимостью теоретических и экспериментальных данных.

Обоснованность выводов и рекомендаций работы подтверждается обсуждениями материалов диссертации на Всероссийских и Международных научных конференциях и публикацией результатов в значимых научных изданиях.

Основные выводы соответствуют обозначенной в работе цели и поставленным задачам, а также содержат основные результаты проведенных исследований.

Материалы диссертации достаточно полно отражены в 13 научных публикациях, из которых 6 работ опубликованы в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций, 3 работы опубликованы в журналах, индексируемых в международной реферативной базе Scopus, оформлен 1 патент на изобретение, 3 статьи опубликованы в журналах, индексируемых в базе данных РИНЦ.

Научная новизна полученных результатов

Научной новизной обладают следующие результаты исследований:

1. Экспериментальные данные о напряженно-деформированном состоянии и несущей способности плоских железобетонных плит с продольным двойным армированием при динамическом продавливании.
2. Выявление эффекта снижения несущей способности плит на продавливание при интенсивном динамическом нагружении за счет снижения площади боковой поверхности пирамиды продавливания.
3. Расчетная модель предельного состояния сопряжения колонны с перекрытием при центральном продавливании статической и динамической нагрузкой большой интенсивности, основанная на условиях предельного равновесия фактического напряженно-деформированном состоянии в стадии разрушения.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

Автором выполнены экспериментальные исследования сопряжений железобетонных колонн с перекрытием при кратковременном динамическом нагружении, позволившие оценить напряженно-деформированное состояние конструкции при разрушении плоского перекрытия от продавливания. Полученные

экспериментальные данные подтверждены численными исследованиями, что позволило в комплексе оценить влияние геометрических и конструктивных параметров на несущую способность сопряжения. На основании теоретических и численных исследований предложена методика расчета прочности железобетонных плит на продавливание колонной при центральном кратковременном статическом и динамическом нагружении.

Практическая заключается в разработке методики расчета плоских железобетонных плит при центральном продавливании динамической нагрузкой большой интенсивности и совершенствовании существующей методики расчета на продавливание при статическом нагружении.

Результаты работы при проведении научно-технического сопровождения проектирования объектов Хабаровске, Тамбове, в Центре ликвидации межконтинентальных баллистических ракет в Нижегородской области.

Достоинство и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования;

Диссертация представляет собой логичную, завершённую и доведённую до практического применения научно-исследовательскую работу, направленную на решение актуальной задачи строительной отрасли – оценке несущей способности узла сопряжения колонны с плитой перекрытия при кратковременном динамическом воздействии. Диссертация логично встраивается в серию работ, посвящённых сопротивлению плоских железобетонных плит продавливанию. Диссертация даёт информацию для дальнейших исследований, в частности, по выявленному эффекту снижения несущей способности плит на продавливание при интенсивном динамическом нагружении за счёт снижения площади продавливания, полученной зависимости величины угла наклона пирамиды продавливания при динамическом и статическом нагружении.

По диссертационной работе имеются несколько замечаний и вопросов:

1. Принятое содержание продольной арматуры плит в опытных образцах, а также толщина плит в них практически идентичны. Коэффициент армирования для образцов с толщиной плиты 100мм составляет около 0,63%, с толщиной плиты 120мм

– порядка 0,5%. Разница в толщинах плит составляет 20%. Данное обстоятельство делает затруднительным оценку влияния фактора содержания продольной арматуры в элементах (учитывая, что относительное содержание арматуры в плитах может составлять 1% и более), а также масштабного фактора (толщины плит) на прочность при продавливании.

2. При анализе полученных результатов экспериментальных исследований автором указывается, что с ростом нагрузки при статическом воздействии на образец происходит рост сжатой зоны бетона до момента разрушения (стр. 67). Данное обстоятельство вызывает сомнение, т.к. с ростом нагрузки высота сжатой зоны бетона наоборот, должна снижаться.

3. Расчетные модели, составленные в рамках численных исследований, повторяют экспериментальные исследования опытных образцов автора. При этом было бы полезным использовать верифицированные таким образом модели на расширение параметрического ряда опытных образцов с различными параметрами (классами бетона, содержанием продольной и поперечной арматуры и т.д.). Сравнительный анализ увеличенной таким образом выборки образцов более полно показал бы приемлемость предлагаемой методики расчета.

4. В разработанной методике расчета остаются неясными критерии и условия оценки прочности плиты при продавливании: в частности, отсутствует общее условие (или условия) проверки прочности плиты, характеризующее достижение узлом предельного состояния по прочности, в т.ч. с учетом динамического действия нагрузок. При этом примеры расчета, приведенные в Приложении, показывают, что оценка прочности заключается в определении предельного усилия при продавливании, значение которого определяется по формуле (4.1) по бетону, т.е. без учета влияния продольной арматуры.

5. Сравнительный анализ предложенной методики выполнен автором для своих опытных образцов, а также опытных образцов других авторов. При этом было бы полезным провести сравнительный анализ точности предложенной методики и методики действующих норм.

6. Величины коэффициента k_2 , увеличивающего прочность бетона на срез засчет обжатия, в предлагаемой методике определяются при двух диапазонах сжимающих напряжений по отношению к кубиковой прочности бетона – от нуля до 0,35 и от нуля до 0,75 (рис. 4.2 и зависимости к нему). Таким образом, при уровнях от нуля до 0,35 диапазоны перекрывают друг друга, а пояснения, каким образом принимать значения в этом случае, отсутствуют. Кроме того, методика подразумевает определение значений коэффициента k_2 графически (по примерам, приведенным в Приложении), что может привести к определенным погрешностям расчета и недостаточно удобно для практического применения.

Указанные замечания не снижают научной значимости результатов, представленных в диссертационной работе.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации;

Автореферат полностью соответствует основному содержанию диссертационной работы.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления. М.: Стандартинформ. – 2012;

Диссертационная работа изложена грамотным техническим языком, в ней достаточно графиков, рисунков, таблиц иллюстративного материала. Диссертация и автореферат соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

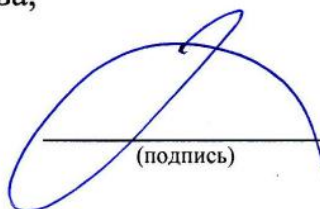
Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положение о присуждении ученых степеней» по пунктам 10, 11 и 14;

Диссертационная работа Крылова Владимира Владимировича является самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, содержащей научные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся новизной. Диссертация на тему «Несущая способность монолитных железобетонных плит на продавливание при динамическом нагружении» отвечает

критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Крылов Владимир Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1 - «Строительные конструкции, здания и сооружения».

Официальный оппонент,
Зенин Сергей Алексеевич,
к.т.н., специальность 05.23.01 – Строительные
конструкции, здания и сооружения,
109428, г. Москва, 2-я Институтская ул., д.6,
Тел. +7 (499) 174-75-17
e-mail: lab01@mail.ru
зав. лабораторией
теории железобетона и конструктивных
систем НИИЖБ им. А.А. Гвоздева,
АО «НИЦ «Строительство»

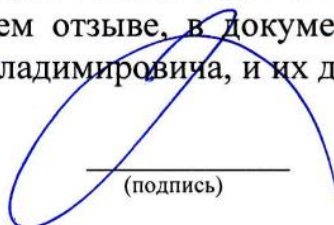
14.05.2026 г.


(подпись)

С. А. Зенин

Я, Зенин Сергей Алексеевич, даю согласие на включение своих персональных данных, содержащихся в настоящем отзыве, в документы, связанные с защитой диссертации Крылова Владимира Владимировича, и их дальнейшую обработку.

14.05.2026 г.


(подпись)

С. А. Зенин

Подпись кандидата технических наук, заведующего лабораторией теории железобетона и конструктивных систем НИИЖБ им. А.А. Гвоздева, АО «НИЦ «Строительство» Зенина Сергея Алексеевича удостоверяю:

14.05.2026 г.

Настоящим отзывом отзывом АО «НИЦ «Строительство»

(подпись) В. Б. Свиридов

