

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента, доктора технических наук, доцента  
Галяутдинова Заура Рашидовича  
на диссертационную работу Чеснокова Дениса Александровича  
на тему: «Прочность и деформативность угловых анкерных упоров в  
монолитных сталежелезобетонных перекрытиях»,  
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 246 страницах, включающая введение, четыре главы, заключение, список использованной литературы из 147 наименований работ отечественных и зарубежных авторов, 3 приложения; автореферат диссертации на 24 страницах.

Рассмотрев представленные материалы, считаю, что диссертация Чеснокова Д.А. на тему «Прочность и деформативность угловых анкерных упоров в монолитных сталежелезобетонных перекрытиях» 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.**

В настоящее время все большее применение в гражданском и промышленном строительстве находят сталежелезобетонные конструкции. Использование преимуществ железобетона и стали в сталежелезобетонных конструкциях позволяет проектировать конструкции, обладающие большей прочностью и жесткостью и, при этом, меньшим весом по сравнению с железобетонными. Стальные элементы являются конструкциями высокой заводской готовности, что позволяет увеличить темпы возведения зданий и сооружений.

Одним из важнейших условий надежной работы сталежелезобетонных конструкций является обеспечение совместного сопротивления стальных элементов и железобетона. Включение железобетона в совместную работу со стальными конструкциями обеспечивается за счет применения анкеров. Наиболее широкое применение получили стальные анкера, крепление которых к стальным элементам каркаса выполняется посредством сварки. Устройство сварных соединений анкеров требует значительных трудозатрат при их устройстве и приводит к увеличению сроков строительства. В этой связи весьма



актуальным представляется вопрос оценки возможности применения уголкового анкера без применения сварных соединений.

В таких условиях весьма перспективным направлением является применение уголкового анкерного упора, закрепляемого на опорных металлических конструкциях с помощью дюбелей. Вместе с тем, вопросы сопротивления уголкового анкера в сталежелезобетонных конструкциях, а также оценка влияния геометрических характеристик стального профилированного настила, применяемого в качестве несъемной опалубки, на прочность и деформативность уголкового анкерного упора не изучены в полной мере. Действующий нормативный документ СП 266.1325800 «Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования» не учитывает ряд особенностей деформирования уголкового анкерного упора при проектировании сталежелезобетонных конструкций.

В этой связи, работа Чеснокова Дениса Александровича, направленная на внедрение новых конструктивных решений сталежелезобетонных конструкций с применением уголкового анкерного упора, а также разработку метода их расчета является актуальной, имеющей важное практическое значение.

**Целью диссертационной работы** является оценка напряженно-деформированного состояния (НДС) уголкового анкерного упора с последующим совершенствованием методики их расчета и проектирования в составе сталежелезобетонных балочных перекрытий.

**Научная новизна исследований** включает:

1. Экспериментальные данные по несущей способности и коэффициентам жесткости для конструкции объединения монолитных сталежелезобетонных перекрытий в виде уголкового анкерного упора, устроенных по съемной и несъемной опалубке в виде стального профилированного настила;
2. Методику моделирования конструкции объединения на уголкового анкерного упора, закрепляемого с помощью дюбелей методом конечных элементов;
3. Анализ напряженно-деформированного состояния уголкового анкерного упора в балочных перекрытиях, устроенных по съемной и несъемной опалубке из профилированного настила различной конфигурации;
4. Зависимость несущей способности и деформативности уголкового анкерного упора от геометрических характеристик профилированного настила и конструктивных особенностей размещения упора внутри гофра настила, выраженная через коэффициент редукиции  $k_t$ ;
5. Методику расчета сталежелезобетонного перекрытия с объединением уголкового анкерного упора, закрепляемого с помощью дюбель-гвоздей, учитывающая податливость упора и геометрические характеристики профилированного настила на сдвиговое сопротивление упора.

**Оценка содержания диссертации.**

Во введении обосновывается актуальность темы и ее важность в практическом отношении.



В первой главе автором диссертации подробно рассмотрены теоретические и экспериментальные исследования сталежелезобетонных конструкций. Особое внимание при проведении анализа уделено вопросам обеспечения совместности деформирования железобетона и стальных элементов, а также влияние применения профилированного настила в качестве несъемной опалубки на эффективность применения анкеров.

Выполненный обзор экспериментально-теоретических исследований сталежелезобетонных перекрытий показал, что определяющим фактором при деформировании перекрытия являются анкера, обеспечивающие совместную работу железобетона и стальных балок. При этом установлено, что наибольшее распространение в практике строительства получили сталежелезобетонные перекрытия с анкерами в виде стержневых стальных элементов, соединяемых с балками перекрытий на сварке. Также показано, что на несущую способность анкеров оказывает значительное влияние применение профилированного настила в качестве несъемной опалубки.

Недостаточность исследований уголковых анкерных упоров и несовершенство расчетных методик тормозит их внедрение в сталежелезобетонных конструкциях. Так в соответствии с СП 266.1325800.2016 не учитывается в полной мере особенности сопротивления упоров на дюбельных соединениях. Кроме этого, методика расчета, заложенная в указанный свод правил, предусматривает расчет только сталежелезобетонных конструкций с полным объединением. Учет податливости анкерных соединений не предусмотрен. Также отмечено, что методика учета влияния профилированного настила на несущую способность анкерного соединения базируется на результатах зарубежных исследований, исследования на настилах, изготовленных по отечественным стандартам, не проводились.

Таким образом, на основании выполненного анализа соискателем сформулированы направления исследований, включающие теоретические и экспериментальные исследования сопротивления уголковых анкеров в составе перекрытия, выполненного по съемной и несъемной опалубке, а также совершенствование метода расчета сталежелезобетонных перекрытий по СП 266.1325800.2016 с учетом податливости анкеров.

Вторая глава диссертации посвящена совершенствованию методики расчета уголковых анкерных упоров в монолитных сталежелезобетонных перекрытиях.

Диссертантом приведены зависимости для определения сдвигающих усилий, возникающих на контакте стальной балки и железобетона. При определении сдвигающих усилий учтены особенности деформирования составной конструкции. Характер распределения сдвигающих усилий по длине балки определен в зависимости от варианта объединения (полное или частичное). По величине полученного сдвигающего усилия определяется необходимое количество анкеров. При этом несущую способность уголкового анкера с креплением на дюбелях предлагается определять по результатам экспериментальных исследований.

Приведены особенности расчета сталежелезобетонных перекрытий с частичным объединением в съемной или несъемной опалубке. С учетом приведенных данных диссертантом внесены изменения в методику расчета,



заложенную в СП 266.1325800.2016. Представленная методика позволяет учитывать влияние геометрии профилированного настила, для перекрытий с несъемной опалубкой, посредством коэффициента редукции  $k_t$ , предложенного диссертантом. Показано, что применение сталежелезобетонных балок с частичным объединением приводит к более рациональным решениям за счет использования пластических свойств металла балок и железобетона.

В третьей главе диссертации представлены результаты экспериментальных исследований прочности и деформативности уголковых анкерных упоров.

Экспериментальные исследования включали испытания дюбелей на сдвиг и отрыв, испытания при взаимном сдвиге железобетонной плиты, изготовленной в съемной и несъемной опалубке, и металлической балки, соединенных между собой уголковыми анкерными упорами.

Предложенная автором методика экспериментальных исследований фрагментов сталежелезобетонной балки при сдвиге позволяет определить нормативные значения сопротивления сдвигу и податливости уголковых анкерных упоров. Разработанная методика основана на действующих стандартах статистической оценки данных.

Экспериментальные исследования сталежелезобетонных перекрытий без профилированного настила показали, что сопротивление сдвигу и податливость анкерного соединения зависит от высоты уголкового профиля. При этом прочность увеличивается с ростом высоты анкера, а податливость снижается до 23%. В тоже время прочность и податливость анкерного соединения при сдвиге не зависят от прочности бетона и от ориентации анкера относительно направления действия сдвигающего усилия.

Наличие профилированного настила оказывает отрицательное влияние на прочность и деформативность анкерного соединения. По результатам исследований показано, что предложенный автором коэффициент редукции  $k_t$  обеспечивает большую надежность сталежелезобетонных перекрытий по сравнению с коэффициентом редукции по СП 266.1325800.2016.

В четвертой главе диссертации представлены результаты численных исследований сопротивления уголкового анкерного упора.

Диссертантом предложена методика моделирования анкерного упора с креплением к стальной балке с применением дюбелей. Разработанная модель дает удовлетворительное согласование с результатами экспериментальных исследований и может быть применена для анализа напряженно-деформированного состояния уголкового анкерного упора и дюбелей при различных конфигурациях узла объединения.

Также предложен вариант моделирования сталежелезобетонной конструкции с уголковыми анкерными упорами для численного моделирования каркасов сооружений. Предложенная модель удовлетворительно согласуется с результатами инженерных расчетов.

На основании проведенных исследований автором предложена методика расчета сталежелезобетонного перекрытия с уголковыми анкерными упорами. Результаты расчета по предложенной методике позволяет получать более экономичные решения по сравнению с данными полученными по методике СП 266.1325800.2016.



Анализ полученных результатов позволил диссертанту сформулировать практические рекомендации по конструированию сталежелезобетонных перекрытий с несъемной опалубкой.

В приложениях приводятся свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, справка о внедрении результатов диссертационной работы, чертежи опытных образцов.

Анализ диссертационной работы показывает, что ее содержание соответствует паспорту специальности 2.1.1 – «Строительные конструкции, здания и сооружения».

Текст диссертации изложен лаконично, последовательно, стилистически грамотно.

**Обоснованность научных положений и их достоверность** обеспечивается корректным использованием общепринятых положений строительной механики и теории расчета железобетонных конструкций и подтверждается удовлетворительным соответствием результатов расчета с экспериментальными данными.

**Практическая значимость работы** заключается в разработке программы для ЭВМ по расчету монолитных сталежелезобетонных перекрытий, объединенных уголковыми анкерными упорами по предложенной методике и разработке практических рекомендаций по проектированию сталежелезобетонных перекрытий с монолитными плитами, устроенными по несъемной опалубке из профилированного настила, с применением уголковых анкерных упоров, закрепляемых дюбель-гвоздями, в качестве конструкции объединения.

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

**Основные выводы** полностью соответствуют обозначенным в работе цели и задачам и содержат основные результаты проведенных исследований.

**Подтверждение публикации основных результатов диссертации в научных изданиях.**

По материалам диссертационной работы опубликовано 8 научных публикаций, в том числе 5 статей в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК, 2 статьи в журналах, индексируемых в базе SCOPUS. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

**Соответствие автореферата основным положениям и выводам диссертации.**

В автореферате на диссертационную работу достаточно полно раскрыто ее содержание и сохранено структурное построение.



### **Замечания по диссертационной работе:**

1. В работе расчет по перемещениям балок перекрытия приведен для случая полного объединения стальной балки и железобетонной плиты. Каким образом при определении прогиба конструкции учитывается возможность частичного объединения, а также возможность развития пластических деформаций в бетоне и металле балок при частичном объединении?

2. В экспериментальных исследованиях дюбелей на сдвиг установлено, что при разрушающей нагрузке 12.34...13.98 кН предельные деформации составляют ~ 5.1...6.4 мм (среднее значение ~ 5.6 мм). При этом при испытании фрагментов сталежелезобетонных перекрытий установлено, что разрушающая нагрузка в пересчете на один анкер, крепление которого выполняется двумя дюбелями, превышает их несущую способность в отдельных случаях более чем в 1.9 раза. При этом деформации сдвига при разрушении достигают 11.6 мм, что превышает предельное значение деформаций дюбелей более чем в 2 раза. Из диссертации не ясно, чем обусловлена такая разница в несущей способности и деформативности по результатам разных испытаний?

3. В зданиях и сооружениях перекрытия загружены постоянными и временными нагрузками, давление которых приводит к увеличению сил трения по контакту металлических балок и железобетонной плиты. В экспериментальных исследованиях фрагментов сталежелезобетонных перекрытий боковое давление на образцы не приложено, испытания проводятся только на действие сил, действующих вдоль шва сопряжения металла и железобетона. Проводилась ли в диссертация оценка влияния сил бокового сжатия на несущую способность анкерного соединения при сдвиге? Каким образом боковое давление учитывается при расчете конструкций?

4. При уточнении коэффициента редукиции в таблицах 3.19...3.24 в последнем столбце в оглавлении таблицы указано « $P_{rd,test}/P_{rd}$ ». При этом в таблицах 3.19, 3.20, 3.22, 3.23 и 3.24 в последнем столбце фактически приведено значение обратное к указанному в оглавлении таблицы, т.е. представлено значение, определенное по формуле  $P_{rd}/P_{rd,test}$ . А в таблице 3.21 в последнем столбце допущена ошибка, здесь приведено значение, определенное по формуле  $P_{rd,test}/P_{rd}$ , в результате чего практически все полученные значения больше 1.0, что приводит диссертанта к выводу о нецелесообразности применения методики Б. Джаяса и М. Хусейна в дальнейшем анализе и исключения указанных данных из дальнейших исследований. При корректном подсчете всех данных можно видеть, что значения в таблице 3.21 также согласуются с другими результатами и должны быть учтены в исследованиях. Насколько повлияло исключение из анализа данных таблицы 3.21 на окончательный результат?

### **Заключение о соответствии диссертации требованиям ВАК РФ.**

Считаю, что диссертационная работа Чеснокова Дениса Александровича является самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, содержащей научные результаты, выводы и

рекомендации, отличающиеся новизной. Диссертация на тему «Прочность и деформативность угловых анкерных упоров в монолитных сталежелезобетонных перекрытиях» 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 Чесноков Д.А. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1 – «Строительные конструкции, здания и сооружения»

Настоящим даю согласие на автоматизированную обработку моих персональных данных в документах, связанных с работой диссертационного совета.

Официальный оппонент,  
доктор технических наук  
по специальности  
2.1.1 – «Строительные конструкции,  
здания и сооружения»,  
доцент, заведующий кафедры  
«Железобетонные и каменные конструкции»  
ФГБОУ ВО «Томский государственный  
архитектурно-строительный университет»  
Россия, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2  
Телефон +7 (3822) 65-98-22  
e-mail: [z.galyautdinov@tsuab.ru](mailto:z.galyautdinov@tsuab.ru)



Галяутдинов  
Заур Рашидович

Подпись Галяутдинова З.Р. заверяю  
Ученый секретарь ученого совета



Ю.А. Какушкин

13 марта 2024 г.

Сведения об организации:

ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-  
строительный университет»,  
634003, г. Томск, пл. Соляная, 2.  
e-mail: [z.galyautdinov@tsuab.ru](mailto:z.galyautdinov@tsuab.ru)