

Планирование эксперимента испытания выштамповки на сдвиг в перпендикулярном направлении

В.В. Кочерженко, П.В. Сапожников, В.В. Кузнецов

Белгородский Государственный Технологический Университет им. В.Г. Шухова

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы совершенствования конструктивных решений сталежелезобетонных перекрытий с внешним армированием. Определена возможность создания ортотропной сталежелезобетонной плиты по профилированному настилу со сплошной или дискретной затяжкой, расположенной перпендикулярно направлению гофр. Найдены два варианта расчета данной конструкции, как монолитного стержня с шпренгельной цепью и как составного стержня с явно выраженной зоной контакта. При близкой к абсолютной жесткости контактной зоны стержень может рассматриваться как монолитный, однако физические характеристики сцепления материалов не определены. Произведен сравнительный анализ существующих методик и определена дальнейшая методика экспериментального исследования. Проведен численная оценка напряжений в стальной пластине.

Ключевые слова: сталежелезобетонные перекрытия, ортотропные плит, методы расчета, контактная зона, выштамповка, испытание выштамповки на сдвиг.

Введение

Сталежелезобетонные конструкции обладают высокой эффективностью [1]. Эффективным материалом, за счёт использования совмещения функций различных конструктивных материалов (железобетон и сталь), что является важным принципом проектирования, называют сталежелезобетон. В настоящее время отмечается тенденция к расширению применения сталежелезобетонных конструкций в отечественной строительной практике применяется СП 266.1325800.2016. «Конструкции сталежелезобетонные», что актуализирует научные исследования, направленные на развитие методик расчета сталежелезобетонных конструкций.

Одним из широко применяемых конструктивных решений являются сталежелезобетонные плиты, с внешним армированием профилированным настилом. В качестве примеров, которые позволят оценить широту использования сталежелезобетонных конструкций в зарубежной практике, можно назвать применение для строительства и реконструкции взлетно-

посадочных полос аэропортов, метрополитенов, а также в высотных зданиях в США [2] и строительство 50 сталежелезобетонных мостов в Японии [3]. Примером применения сталежелезобетонных перекрытий с внешним армированием профилированным настилом в отечественной практике является строительство Лахта-центра в г. Санкт-Петербург и реконструкция исторических зданий в г. Новосибирске [4].

В настоящее время конструктивной особенностью сталежелезобетонных перекрытий с внешним армированием профилированным настилом является работа по балочной схеме. Сечение плиты по профилированному настилу рассчитывается с применением гипотезы плоского сечения (Бернулли). При этом отмечается, что жесткость контактной зоны стального профилированного настила и бетона, организованного по средствам выштамповки на внутренней стороне гофра и стат-болтов в опорной зоне, не является абсолютной. Благодаря наличию выштамповки на внутренней стороне гофров профилированного настила, выполненного по ГОСТ Р 58389-2019. «Профили стальные листовые гнутые с трапециевидными гофрами для сталежелезобетонных конструкций», коэффициент включения в работу сечения внешнего армирования повышается до 2 раз (с 40% до 80%), согласно СП 266.1325800.2016. «Конструкции сталежелезобетонные». При этом, возникает потребность в расчете стыкового соединения и этому уделяется пристальное внимание. Удовлетворительным расчет считается при максимальном сдвиге стальной и бетонной частей сечения менее 0,3 мм.

Одним из перспективных направлений развития методики расчета конструкций является уточнение коэффициентов включения в работу внешнего армирования из профилированного настила.

Другим перспективным направлением является создание новых конструктивных решений перекрытий. Например, создание безбалочного

перекрытия с использованием профилированного настила в качестве внешнего армирования. Подобное конструктивное решение позволит отказаться от необходимости использовать стальные балки в качестве опор, что существенно понизит металлоёмкость каркаса. Подобного рода конструкция работает на изгиб в двух направлениях вдоль волны и поперек волны. Это позволит выполнять перекрытия с опиранием на три и четыре стороны, что даст возможность перераспределять давление на опоры и уменьшит концентрацию напряжений в местах стыка перекрытия и опорной конструкции. Перераспределение напряжений в конечном итоге может положительно отразиться на конструктивных особенностях стеновой и фундаментной частях здания.

При подобном конструктивном решении, плиту с внешним армированием профилированным настилом необходимо рассчитывать, как ортотропную, с различными жесткостями и различным армированием в перпендикулярных направлениях. При применении ортотропных сталежелезобетонных плит, возникает необходимость расчета соединения стального профилированного настила, расположенного поперек гофры с бетонной частью сечения. Рационально применение сплошной стальной затяжки, расположенной поперек направления гофр. Сплошная затяжка, как предполагается, имеет одинаковое сечение по всей длине, а дискретная может иметь переменную толщину. С точки зрения предполагаемой технологии изготовления, сплошная и дискретная затяжка, которая представляет собой стальную (возможно оцинкованную) пластину соизмеримой (или одинаковой) с профилированным настилом толщины, приваривается контактной сваркой к нижним частям гофр в заводских условиях. Конструктивное решение сталежелезобетонной плиты с затяжкой имеет сходство с патентом № 2767308 [5], однако стальная дискретная или

сплошная затяжка рассматривается не как ограждающий элемент, а как несущий. Конструктивное решение показано на рис. 1.

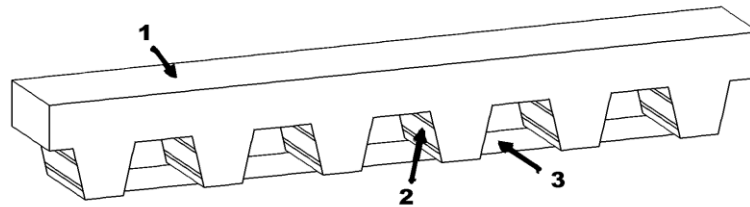


Рис. 1. – Конструктивное решение сталежелезобетонной плиты с внешним армированием профилированным настилом и затяжкой поперек гофры
1 – бетонная часть; 2 – внешнее армирование профилированным настилом;
3 – сплошная затяжка.

В настоящее время отсутствует методика расчета сталежелезобетонной плиты с внешним армированием профилированным настилом с расположенными поперек гофры сплошными или дискретными стальными затяжками. Также не определен коэффициент включения в работу материала стали затяжки. Безосновательно применение чрезмерно заниженных коэффициентов, и одновременно отсутствует подтверждение полного включения в работу сечения стальной затяжки. Обнаружен пробел в понимании физических характеристик профилированного настила поперек гофра с сплошной или дискретной затяжкой, которые, предположительно, будут зависеть от технологии изготовления и, в частности, от качества сварных соединений. Наряду с этим, не ясны прочностные и деформативные характеристики зоны контакта, организованного с помощью выштамповки на профилированном настиле при работе на сдвиг в направлении перпендикулярном расположению гофров.

Сформулирована неопределенность при рассмотрении относительно простой ситуации. Шарнирно опёртую однопролетную балку, нагруженную произвольной нагрузкой с затяжкой вдоль пролета и гофрами,

направленными поперек пролета, можно рассматривать, как стержень. Шарнирно опертая балка показана на рис. 2.

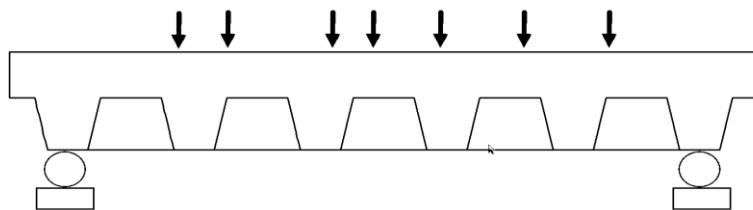


Рис. 2. – Шарнирно опертая балка с затяжкой вдоль пролета и гофрами поперек пролета

При близкой к абсолютной жесткости контактной зоны стального профилированного настила и бетона, организованного по средствам выштамповки на внутренней стороне гофра, предлагается рассмотреть работу сталежелезобетонной плиты, как монолитного стержня, подкрепленного стержневой шпренгельной цепью, усилия в которой определяются на первом этапе расчета, а усилия в самой балке определяются на втором этапе расчета, как в шарнирно опертой балке, загруженной полезной нагрузкой и догруженной реактивной нагрузкой в точках прикрепления стержневой шпренгельной цепи. Данный способ является простым, имеющим достаточную практическую базу и описан в атласе схем и чертежей А.И Мальганова [6]

При податливом соединении и конечной жесткости контактной зоны стального профилированного настила и бетона, организованного по средствам выштамповки на внутренней стороне гофра, предлагается рассмотреть работу сталежелезобетонной плиты, как составного стержня с четко выраженной зоной контакта между стальным профилированным настилом с расположенной поперек гофры затяжкой и бетонной частью сечения. Данный способ является одновременно перспективным и имеющим достаточную теоретическую базу, получившую распространение благодаря трудам А. Р. Ржаницына [7].

Для минимизации неопределенности требуется экспериментальное исследование характеристик зоны контакта профилированного настила, организованного по средствам выштамповки на внутренней стороне гофра, с учетом перпендикулярного расположения гофр пролету балки и бетонной части сечения.

Сформулированы следующие цели исследования:

1) Определение физико-механических характеристик зоны сцепления (контактной зоны) стального профилированного настила и бетона (с учетом перпендикулярного расположения выштамповки), таких, как начальный модуль упругости сдвига и модуль деформации;

2) Определение характера пластических деформаций зоны сцепления (контактной зоны) в ходе испытания;

3) Определение значения разрушающей силы, анализ полученных значений перемещений стальных и бетонных частях образца;

4. Определение значения напряжений от действия силы, анализ полученных значений напряжений в стальных и бетонных частях образца;

5. Аппроксимация полученных экспериментальных значений перемещений и напряжений с помощью численных методов;

1. Обзор существующих методик проведения экспериментов в свете изучения работы выштамповки на сдвиг в перпендикулярном направлении

Схожие по целям испытания по определению характеристик сцепления стали с бетоном проводятся в рамках изучения вопросов анкеровки стальных стержней в бетон. Это позволяет использовать и частично заимствовать некоторые предпосылки и методические рекомендации по изучению вопросов анкеровки. В рамках данной статьи стальные арматурные стержни на схемах испытаний заменены на стальные полосы с выштамповкой, места выштамповки показаны условно.

Следует отметить, что вопрос работы выштамповки на сдвиг с расположением вдоль гофра относительно полно раскрыт в работах И.А. Румянцевой [8], при этом методика испытаний требует переосмысления. В работе [8] отмечается выскальзывание пластины с выштамповкой без существенного разрушения бетонной части образца в следствии перпендикулярного смещения элементов.

При определении методики изготовления образцов, для определения характеристик работы выштамповки в направлении перпендикулярном расположению гофров стального профилированного настила, произведем обзор существующих методик испытаний.

1.1 Испытания на выдергивание стержня из призмы опертой торцом:

Метод определения характеристик сцепления путем выдергивания арматурного стержня из призм, опертых торцом, является одним из возможных. В зарубежной литературе методика имеет название «pullout test» методика изложена в Recommendations for the Testing and Use of Constructions Materials (далее RILEM) RC6 [9]. Образец представляет собой призму с замоноличенным в ней стальным листом. Он выполняется в простой опалубке, имеет малые размеры и вес. Полученные величины разрушающей нагрузки и фиксация продольных перемещений стального стержня относительно бетона позволят получить значения модуля сдвига и характер пластических деформаций. Схема испытания для выдергивания стального листа из призмы, опертой торцом, показана на рис. 3.

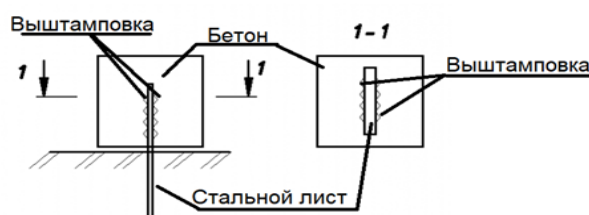


Рис. 3. – Схема испытания для выдергивания стального листа из призмы, опертой торцом.

Согласно классической вариации данного метода: бетон расположен со всех сторон выдергиваемого образца, что, фактически, не организывает контроль поперечного смещения стальной пластины с выштамповкой, и не соответствует реальному характеру работы зоны контакта стальной части сечения профилированного настила в ортотропной плите с сплошной или дискретной затяжкой поперек гофр и бетона.

1.2. Испытания балочного образца с шарниром:

Существует другая методика испытаний на основе балочного образца с шарниром, которая в зарубежной литературе называется «beam test» и описана в рекомендациях RILEM RC5 [10]. Образец представляет два симметричных образца конца балки, соединенных между собой стальным шарниром в сжатой зоне (рис.4). По полученным величинам разрушающей нагрузки необходимо определить комбинацию усилий, воспринимаемых стальной пластиной, что, в свою очередь, должно соотноситься с результатами прямого измерения напряжений. Полученные комбинации действующих усилий, и фиксация продольных перемещений стальной пластины относительно бетона, позволят получить значения модуля сдвига и характер пластических деформаций. Схема испытания для выдергивания стального листа из балочного элемента с шарниром показана на рис. 4.

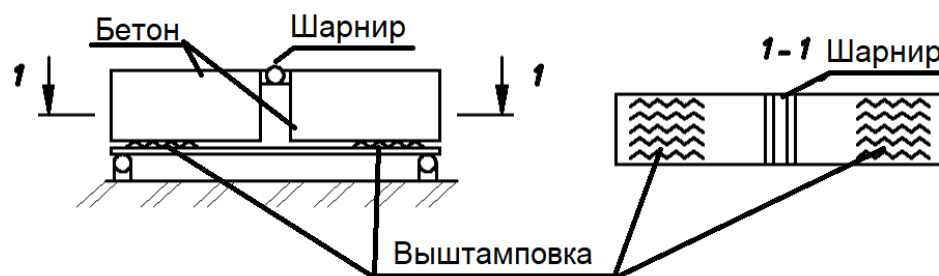


Рис. 4. – Схема испытания для выдергивания стального листа из балочного элемента с шарниром.

Данный способ испытаний отличается близким к фактическому характеру работы сечения, при этом не организован контроль поперечного

смещения стальной пластины с выштамповкой, образец обладает большим весом, требуется его (образца) армирование, бетонирование требует точности и он (образец) не обладает транспортабельностью.

1.3 Испытания на выдергивание из конца балки:

Метод испытания образца конца балки («beam-end test») получил наибольшее распространения на территории США. Методика проведения испытания и требования по конструированию образца закреплены американским обществом по испытаниям материалов в нормативном документе American Society for Testing and Materials (ASTM) A944 [10]. Образец состоит из половины балки и обладает всеми характеристиками реальной конструкции. Заданную комбинацию величин разрушающей нагрузки необходимо соотнести с результатами прямого измерения напряжений в стальной пластине. Известная комбинация действующих усилий, и фиксация продольных перемещений стальной пластины относительно бетона, позволяют получить значения модуля сдвига и характер пластических деформаций. Схема испытания выдергивания стального листа из конца балки показана на рис. 5.

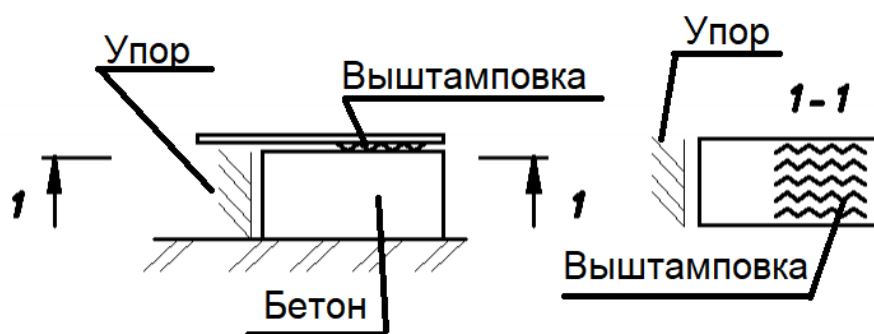


Рис. 5. – Схема испытания для выдергивания стального листа из конца балки

Однако, проведение данного испытания требует изготовления специального испытательного стенда, при этом есть возможность организовать контроль поперечного смещения стальной пластины с выштамповкой, что потребует дополнительной специальной оснастки.

2. Предлагаемая усовершенствованная методика эксперимента

На основе произведенного анализа предложен способ, совершенствующий методику испытаний выштамповки на сдвиг.

Образец изготавливается в стальной обойме (стандартной форме ФК2-100), по двум граням которого между стальной обоймой и бетоном проложена тонкая, согнутая по П-форме, стальная пластина с нанесенной выштамповкой. Схема испытания для выдергивания показана на рис. 7.

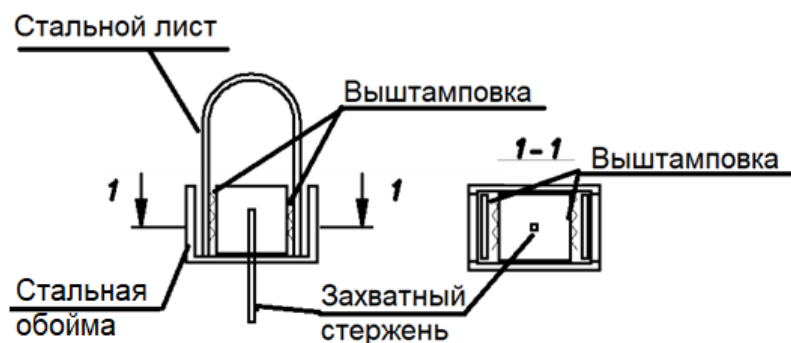


Рис. 7. – Схема испытания для выдергивания стального листа с использованием стальной обоймы

Образцы, изготовленные по предложенной схеме, обладают минимальным объёмом, весом и не требуют дополнительного армирования, обладают транспортабельностью лёгкостью изготовления и испытания. Научная новизна предложенного способа заключается в осуществлении запрета на отлипание самой выштамповки от бетонного образца без использования дополнительного прижима, что соответствует реальной работе конструкции, в которой он присутствует. Влияние прижима и возникновение адгезии приближено к реальным условиям, которые возникают в процессе изготовления монолитной конструкции. Расчетная схема испытания по предлагаемой методике показана на рис. 8.

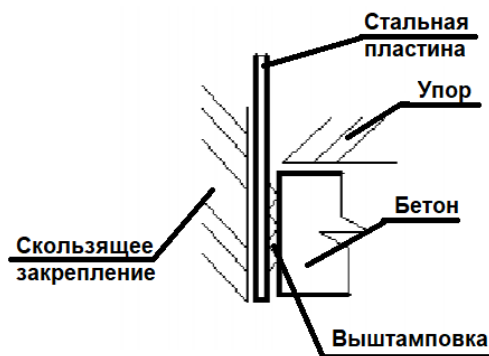


Рис. 8. – Расчетная схема испытания для выдергивания стального листа с использованием стальной обоймы

Предполагаются следующие этапы изготовления образца:

- 1) Сверление отверстия для захватного стержня в стальной обойме (форме ФК2-100);
- 2) Установка захватного стержня в проектное положение с контролем вертикальности;
- 3) Изготовление стальной полосы/нанесение рисунка выштамповкой с контролем отклонения от геометрических размеров относительно ГОСТ Р 58389-2019. «Профили стальные листовые гнутые с трапециевидными гофрами для сталежелезобетонных конструкций»;
- 4) Сгибание пластины и установка ее в проектное положение;
- 5) Укладка бетонной смеси в форму с послойным уплотнением.

Испытания предполагается производить на разрывной машине со стандартными захватами для арматуры или путем нагружения гравитационной нагрузкой с возможностью простой фиксации образца за захватный стержень, который может иметь резьбу для облегчения крепления. В процессе испытания легко осуществим контроль сдвига стальной пластины (с двух сторон) относительно бетонной части образца. При испытаниях легко осуществляется контроль равномерности сдвига симметричных частей образца путем фиксации измерений в реальном времени. Применяемая расчетная схема позволит приблизить характер работы выштамповки на

сдвиг к фактическим без усложнения конструкции оснастки и образца. Прикладываемые известные к образцу усилия не будут иметь вариативности комбинаций, что позволит получить максимально обширную оценку физико-механических свойств контактной зоны стального профилированного настила и бетона с учетом перпендикулярного расположения выштамповки. Известное приложенное усилие с минимальным влиянием посторонних факторов, таких как в [11, 12] и фиксация перемещений стальной пластины относительно бетона с поэтапным контролем измерений, позволят получить значения модуля сдвига и наиболее полно оценить характер пластических деформаций, осредненных по образцам и отбраковать возможные ошибки.

2.1 Численная оценка возникающих напряжений в стальной пластине при испытаниях по предложенной методике с применением ПК ЛИРА-САПР 2022:

В настоящий момент численным методом произведена оценка напряжений в стальной пластине, которые могут возникнуть при проведении испытаний образца. Имеется возможность для проверки полученных численным методом результатов, путем натурного измерения напряжений с помощью тензодатчиков с установкой по 2 шт. на каждую из сторон. Как показывает численный эксперимент, на расстоянии 4-5 см от контура выштамповки наблюдается выравнивание напряжений, что позволяет получить стабильный результат при натуральных измерениях. При дальнейших численных исследованиях и экспериментах возможен учет влияния вариативности жёсткости по длине выштамповки, а именно - разная конечная жесткость закрепления каждого узла, что соответствует фактическому характеру работы контактной зоны стального профилированного настила и бетона в ортотропной плите с расположением сплошной или дискретной затяжки поперек направления гофра. Подобное уточнение модели позволит оценить изменения характера распределения в стальном сечении. На рис. 9

продемонстрирован характер напряжений в стальной части образца при жестком закреплении каждого узла.

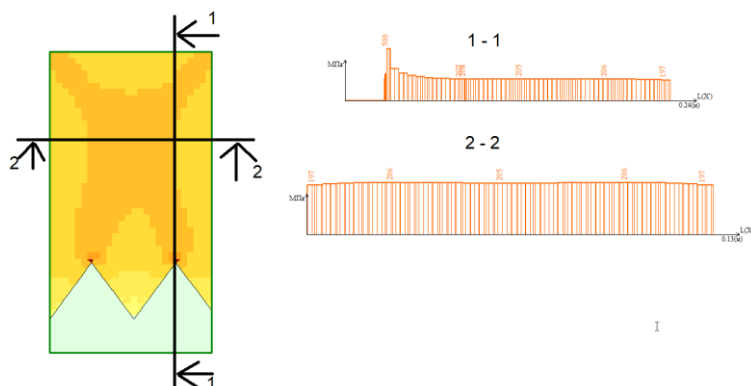


Рис. 9. – Характер напряжений в пластине при жестком закреплении

Заключение

Сопоставление полученных результатов выполним в виде таблицы 1. Основными сравнительными параметрами приняты геометрия образца, наличие или отсутствие армирования, какие усилия по характеру передаются на испытательный образец, осуществляется ли контроль за перемещениями стальной пластины, которые могут внести неясность в результаты эксперимента, транспортабельность образца и необходимость применения оснастки для испытаний.

Таблица № 1

Сопоставление методик экспериментального исследования

Название методики	Геометрия образца	Армирование	Усилия	Контроль	Транспортировка	Оснастка
1	2	3	4	5	6	7
Выдерг. арматуры из призм [9]	150x150x Длинна	Нет	N	Нет	Да	Да
Выдерг. арматуры из балочного элемента [10]	200x400x Длинна	Да	N; M	Нет	Нет	Да

1	2	3	4	5	6	7
Выдерг. арматуры из конца балки [10]	200x400x Длинна	Да	N; M	Нет	Да	Да
Испытания выштамповки и на сдвиг [8]	80x200x Длинна	Нет	N	Нет	Нет	Да
Предлагаемая методика	100x100x 100	Нет	N	Да	Нет	Да

Основываясь на вышеизложенном, можно сделать следующие выводы:

- 1) Сформулирована актуальность, предпосылки и проблемы изготовления ортотропной сталежелезобетонной плиты с внешним армированием профилированным настилом и расположенными поперек гофры стальными затяжками;
- 2) Обнаружено схожее конструктивное решение, зарегистрированное патентом № 2767308 [5], имеющее как сходства, так и отличия относительно предложенного конструктивного решения;
- 3) Сформулирована вариативность рассмотрения упрощенной конструкции (однопролётной балки с затяжкой вдоль главной оси балки и гофрами стального настила поперек пролета);
- 4) Обнаружен пробел в понимании физических характеристик профилированного настила поперек гофра с затяжкой;
- 5) Сформулирована необходимость экспериментального исследования характеристик зоны контакта, организованной с помощью выштамповки на профилированном настиле в направлении перпендикулярном расположению гофров;
- 6) Проанализированы методики испытаний зоны контакта стали и бетона;

7) Предложена методика экспериментального исследования для изучения физических характеристик работы выштамповки на сдвиг в направлении, перпендикулярном расположению гофров стального профилированного настила;

8) Предложенная методика дополнена результатами численного моделирования;

9) Отмечены направления дальнейшего изучения ортотропной сталежелезобетонной плиты перекрытия с внешним армированием профилированным настилом и стальной затяжкой, расположенной перпендикулярно направлению гофр.

Литература

1. Кузнецов В.В. Оценка критериев экономичности и рациональности конструктивных решений тавровых сечений сталежелезобетонного перекрытия // Вопросы технических и физико-математических наук в свете современных исследований: сб. ст. по матер. LXII междунар. науч.-практ. конф. № 4(53). – Новосибирск: СибАК, 2023. – С. 56-63.

2. Теплова Ж.С., Виноградова Н.А. Прочность сталежелезобетонных образцов при центральном сжатии // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 5 (32). С. 29–38.

3. Лукин А.О., Суворов А.А. Пролетные строения мостов с гофрированными металлическими стенками // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016. №2 (41). С. 45–67.

4. Шафрай С.Д. Архитектурно-конструктивные приемы в реконструкции старых зданий г. Новосибирска // Вестник ТГАСУ. 2015. №2 С. 49-53.

5. Анпилов С.М., Гейдт И.Р., Сахаров Г.С., Римшин В.И., Сорочайкин А.Н. Атомная электрическая станция. Патент № 2767308. Бюл. 2022 г. № 8 URL: patents.s3.yandex.net/RU2767308C1_20220317.pdf

6. Мальганов А.И., Плевков В.С., Полищук А.И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий (Атлас схем и чертежей). Томск: Томский межотраслевой ЦНТИ, 1990. 316 с.
7. Ржаницын А.Р. Составные стержни и пластинки. М., Стройиздат, 1986г. -316с.
8. Румянцева И. А. Работы разных видов выштамповок на сдвиг // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2014. №5. С. 74-79.
9. RILEM/CEB/FIB. Recommendation on reinforcement steel for reinforced concrete. RC6. Bond test for reinforcement steel. 2. Pull-out tests. 1983. 8 p.
10. RILEM/CEB/FIP Recommendations RC5: Bond test for reinforcing steel, Beam Test, 1978. 618 p.
11. Кузнецов В.В. Проведение численного эксперимента с оценкой влияния размера выборки на точность вычисления коэффициента вариации прочности бетона // Вопросы технических и физико-математических наук в свете современных исследований: сб. ст. по матер. LVII междунар. науч.-практ. конф. № 11(48). – Новосибирск: СибАК, 2022. – С. 66-72.
12. Кузнецов В.В. Проведение численного эксперимента с оценкой коэффициента вариации прочности бетона по выборке // Вопросы технических и физико-математических наук в свете современных исследований: сб. ст. по матер. LV-LVI междунар. науч.-практ. конф. № 9-10(47). – Новосибирск: СибАК, 2022. – С. 55-60.

References

1. Kuznecov V.V. Voprosy tekhnicheskikh i fiziko-matematicheskikh nauk v svete sovremennyh issledovanij: sb. st. po mater. LXII mezhdunar. nauch.-prakt. konf. № 4(53). Novosibirsk: SibAK, 2023. pp. 56-63.
2. Teplova ZH.S, Vinogradova N.A. Stroitel'stvo unikal'nyh zdaniy i sooruzhenij. 2015. № 5 (32). pp. 29–38.

3. Lukin A.O., Suvorov A.A. Stroitel'stvo unikal'nyh zdaniy i sooruzhenij. 2016. №2 (41). pp. 45–67.
4. SHafraj S.D. Vestnik TGASU. 2015. №2. pp. 49-53.
5. Anpilov S.M., Gejdt I.R., Saharov G.S., Rimshin V.I., Sorochajkin A.N. Atomnaya elektricheskaya stanciya [Nuclear power plant]. Patent № 2767308. Byul. 2022 g. № 8. URL: patents.s3.yandex.net/RU2767308C1_20220317.pdf
6. Mal'ganov A.I., Plevkov V.S., Polishchuk A.I. Vosstanovlenie i usilenie stroitel'nykh konstruktsiy avariynykh i rekonstruiruemykh zdaniy (Atlas skhem I chertezhey) [Restoration and strengthening of building structures damaged and reconstructed buildings (Atlas diagrams and drawings)]. Tomsk: Tomskiy mezhotraslevoy TsNTI, 1990. 316 p.
7. Rzhanicyn A.R. Sostavnye sterzhni i plastinki [Composite rods and plates]. M., Strojizdat, 1986g. 316 p.
8. Rumyancheva I. A. Stroitel'naya mekhanika inzhenernykh konstrukcij i sooruzhenij. 2014. №5. pp. 74-79.
13. RILEM/CEB/FIB. Recommendation on reinforcement steel for reinforced concrete. RC6. Bond test for reinforcement steel. 2. Pull-out tests. 1983. 8 p.
14. RILEM/CEB/FIP Recommendations RC5: Bond test for reinforcing steel, Beam Test, 1978. 618 p.
9. Kuznecov V.V. Voprosy tekhnicheskikh i fiziko-matematicheskikh nauk v svete sovremennykh issledovanij: sb. st. po mater. LVII mezhdunar. nauch.-prakt. konf. № 11(48). Novosibirsk: SibAK, 2022. p. 66-72.
10. Kuznecov V.V. Voprosy tekhnicheskikh i fiziko-matematicheskikh nauk v svete sovremennykh issledovanij: sb. st. po mater. LV-LVI mezhdunar. nauch. prakt. konf. № 9-10(47). Novosibirsk: SibAK, 2022. pp. 55-60.