

УДК 624.078.4

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛАТФОРМЕННЫХ СТЫКОВ ПРЕДНАПРЯЖЕННЫХ МНОГОПУСТОТНЫХ ПЛИТ БЕЗОПАЛУБОЧНОГО ФОРМОВАНИЯ

А.Д. ЛАЗОВСКИЙ

(Полоцкий государственный университет)

Приведены результаты экспериментально-теоретических исследований прочности платформенных стыков сборных преднапряженных плит безопалубочного формования. Разработана улучшенная конструкция стыка, позволяющая повысить анкеровку верхней рабочей арматуры плит безопалубочного формования в опорном сечении. Проведены экспериментальные исследования улучшенной конструкции платформенного стыка в сравнении со стыком с равномерным прижатием опорных участков плит.

Введение. В настоящее время в Республики Беларусь налажено производство многопустотных панелей перекрытий безопалубочного формования на длинных стендах [1]. Особенностью технологии производства таких панелей является их армирование в виде исключительно продольной напрягаемой арматуры (канатов или проволоки) и невозможность установки поперечной арматуры, сеток в полках и закладных деталях. Кроме того, длина зоны передачи напряжений с арматуры на бетон, как правило, превышает длину площадки их опирания на стены, поэтому опорный отрицательный момент воспринимается практически одним бетонным сечением [2]. Следует отметить, что при проектировании и испытаниях многопустотные панели представляются шарнирно опертыми балочными конструкциями. Однако это не является справедливым при устройстве наиболее распространенных платформенных стыков для многоэтажных зданий с кирпичными, блочными и панельными стенами. В месте опирания панелей перекрытий вследствие заземления возникает отрицательный изгибающий момент. Названные особенности работы конструкции панелей в платформенных стыках могут проявляться в образовании трещин большого раскрытия и среза вблизи их опирания.

Современные нормативные документы по проектированию многопустотных панелей предусматривают, кроме исключения возможности возникновения отрицательных моментов конструктивными мероприятиями, их учет с помощью расчетов при проектировании [3; 4]. Известные методы расчета строительной механики для линейно деформируемых материалов без учета реальной работы железобетона с трещинами и податливости узлов сопряжений не дают достоверные результаты. Поэтому получение зависимости «опорный изгибающий момент – угол поворота» в месте платформенного стыка является актуальным для учета в расчетах особенностей деформирования многопустотных плит безопалубочного формования.

В ранее проведенных исследованиях [5; 6] выявлено влияние вертикального прижатия стенами от вышерасположенных этажей на форму разрушения плит перекрытий в зоне платформенного стыка и значение отрицательного изгибающего момента, а также уменьшения податливости узла сопряжения плит перекрытий со стеной. Одним из возможных факторов, обуславливающих это влияние, является прижатие зоны анкеровки рабочей арматуры, которое повышает ее прочность [7].

С целью повышения прочности и уменьшения податливости анкеровки верхней рабочей арматуры в зоне платформенного стыка была разработана усовершенствованная конструкция стыка, при которой вертикальное прижатие передается не по всей площади опирания верхней части стены, а «точно» – в местах размещения верхней рабочей арматуры. Для этого были использованы дополнительные стальные пластины, которые располагались над местами расположения концов верхней рабочей арматуры в зоне ее анкеровки. При таком конструктивном решении платформенного стыка величина обжатия зоны анкеровки арматуры многократно увеличивается.

Цель экспериментального исследования – подтверждение работоспособности предлагаемой конструкции платформенного стыка, установление картины трещинообразования и возможной схемы разрушения, получение зависимости «опорный изгибающий момент – угол поворота» в месте платформенного стыка.

Экспериментальные исследования. Экспериментальное исследование проводилось на специальных образцах-фрагментах платформенных стыков, представляющих собой два фрагмента многопустотных плит, опирающихся консольно одним концом на нижний участок вертикальной стены и прижатых в месте их опирания участком верхней вертикальной стены. Фрагменты многопустотных плит безопалубочного формования были изготовлены по технологии «Вибропресс» поперечным размером 1190×220, длиной 2990 мм из бетона класса С25/30 и армированы высокопрочной проволокой класса S1400 диаметром 5 мм на филиале «Новополоцкжелезобетон» ОАО «Кричевцементосифер».

На верхней грани плит над местами расположения верхней рабочей арматуры на цементно-песчаном растворе устанавливались стальные пластины с размерами 50×100×5 мм. Вертикальное прижатие от вышележащих этажей передавалось и распределялось между пластинами при помощи усиле-

ной поперечными ребрами жесткости распределительной траверсы шириной 200 мм, имитирующей участок верхней вертикальной стены. Цементно-песчаный раствор в платформенном стыке соответствовал марке М100. Конструкция и геометрические размеры опытных образцов платформенных стыков, а также геометрические размеры и армирование многопустотных плит представлены на рисунке 1.

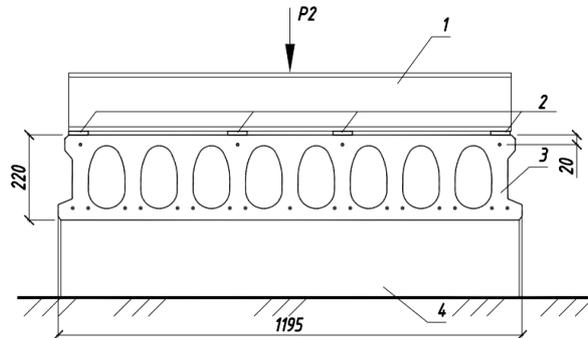


Рис. 1. Геометрические размеры и армирование многопустотных плит:

1 – распределительная траверса; 2 – стальные пластины; 3 – многопустотная плита; 4 – стеновая панель

Опытный образец платформенного стыка испытывался по консольной схеме. Плиты одним концом опирались на фрагмент стеновых панелей толщиной 200 мм, а другим – на конец рычага из прокатного двутавра, который уравнивал собственный вес многопустотной плиты. Расстояние от оси платформенного стыка панелей до места приложения вертикальной нагрузки составляло около 2 м. Схема фрагмента испытательной установки представлена на рисунке 2.

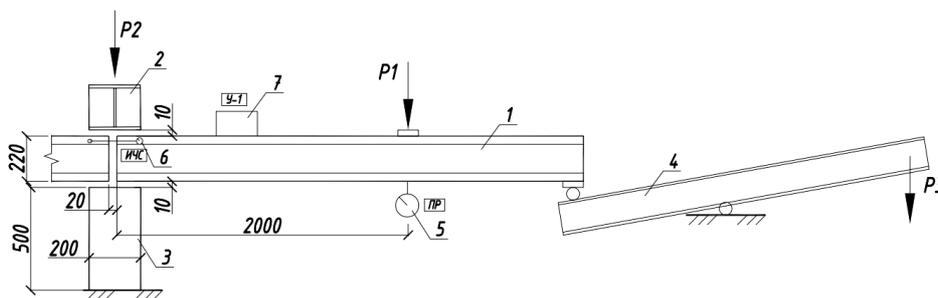


Рис. 2. Схема испытательной установки:

1 – многопустотная плита; 2 – распределительная траверса; 3 – стеновая панель;
4 – рычаг; 5 – прогибомер; 6 – индикатор часового типа; 7 – электронный инклинометр

Нагрузка прикладывалась при помощи трех гидравлических домкратов: два – для создания нагрузки на свободных концах плит, третий – для создания нагрузки прижатия стыка. Для создания пролетной нагрузки применялись домкраты ЗОКИО ($P = 5$ т), подключенные к ручной насосной станции. Для создания нагрузки прижатия стыка использовался гидравлический домкрат ЗОКИО ($P = 50$ т), давление на котором создавалось и поддерживалось при помощи автоматической насосной станции. Приложенное усилие от домкратов распределялось по ширине плиты при помощи стальных распределительных балок.

Для измерения угла поворота поперечного сечения многопустотной плиты относительно вертикальной оси на расстоянии 500 мм от места стыка были установлены электронные инклинометры. Для определения ширины раскрытия трещин использовался микроскоп МПБ-2 с ценой деления 0,05 мм. Вертикальные перемещения плит измерялись при помощи прогибомеров 6ПАО с ценой деления 0,01 мм. Для измерения продольных деформаций многопустотных панелей вблизи платформенного стыка использовались индикаторы часового типа ИЧ-10М с ценой делений 0,01 мм. Нулевые отсчеты приборов принимались без учета собственного веса многопустотных панелей до приложения всех нагрузок.

Испытание начиналось с приложения силы прижатия платформенного стыка, затем происходило поэтапное приложение нагрузки на концах фрагментов многопустотных плит. Нагрузка прикладывалась и выдерживалась на каждом этапе с шагом, равным 5...10 % максимальной нагрузки, соответствующей расчетной прочности многопустотных панелей на изгиб при отрицательном изгибающем моменте в месте стыка. Во время проведения экспериментальных исследований на каждом этапе нагружения производились измерения вертикальных перемещений плит в местах приложения нагрузки, величины осадки опор, относительные продольные деформации панелей в опорной зоне, углы поворота сечений панелей относительно вертикальной оси. Образование и развитие трещин в опытных образцах фиксировали визуально. Вид установки во время проведения испытаний представлен на рисунке 3.

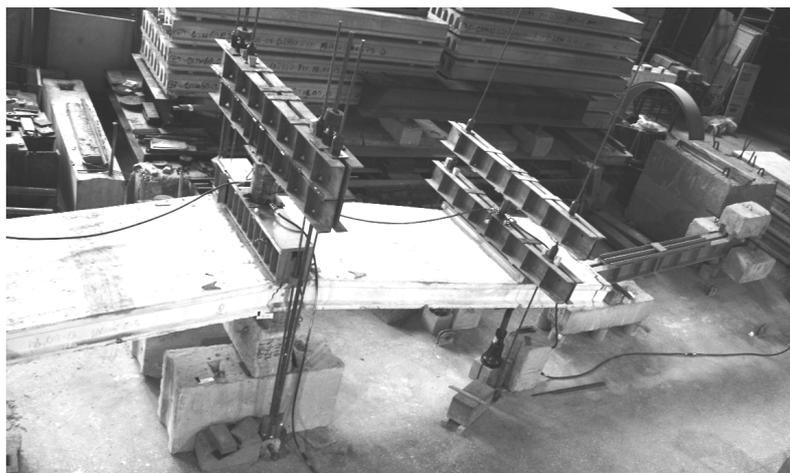


Рис. 3. Общий вид испытательной установки

Проведенное экспериментальное исследование показало работоспособность предложенной конструкции платформенного стыка. Максимальное значение опорного изгибающего момента составило 30,7 кН·м, что превышает значение изгибающего момента образования трещины, равного 22 кН·м.

Выявлена особенность разрушения стыка с местным прижатием в зоне анкеровки рабочей арматуры, заключающаяся в ломаном очертании трещины на верхней грани плит в зоне стыка (рис. 4, а) по сравнению с равномерным прижатием по всей площади опирания верхнего фрагмента стены (рис. 4, б).



а)

б)

Рис. 4. Внешний вид образцов после проведения испытаний:

а – усовершенствованный платформенный стык; б – платформенный стык с равномерным прижатием

Экспериментально получена зависимость «опорный изгибающий момент – угол поворота» в месте платформенного стыка, позволяющая производить расчет перекрытий из многопустотных плит безопалубочного формования с платформенными стыками предложенной конструкции с учетом фактической схемы их деформирования. Зависимость «опорный изгибающий момент – угол поворота» приведена на рисунке 5.

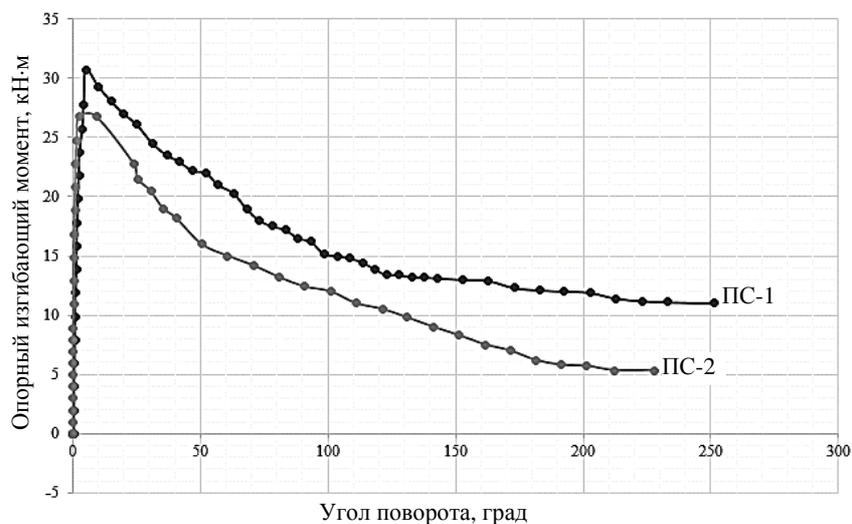


Рис. 5. Аппроксимированная зависимость «опорный изгибающий момент – угол поворота поперечного сечения» для стыка с местным прижатием в зоне анкеровки рабочей арматуры (ПС-1) и для стыка с равномерным прижатием (ПС-2)

Заключение. Разработана усовершенствованная конструкция стыка, при которой вертикальное прижатие плит перекрытия передается не по всей площади опирания верхней части стены, а «точечно» – в местах размещения верхней рабочей арматуры, многократно увеличивающая вертикальное обжатие зоны анкеровки верхней рабочей арматуры плит. Получены экспериментальные данные о различном характере разрушения стыка с местным прижатием в зоне анкеровки рабочей арматуры и стыка с равномерным прижатием. Экспериментально получена зависимость «опорный изгибающий момент – угол поворота» в месте платформенного стыка, позволяющая производить расчет перекрытий из многопустотных плит безопалубочного формования с учетом фактической схемы их деформирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Плиты железобетонные многопустотные предварительно напряженные безопалубочного формования на оборудовании «Вибропресс» (Россия) для перекрытий и покрытий жилых, общественных и производственных зданий: Серия Б1.041.1-5.09; разработ. ГП «Институт НИПТИС им. Атаева С.С.».
2. Прочность узлов сопряжения преднапряженных многопустотных панелей перекрытий со стенами / В.Г. Крамарь [и др.] // The Ninth International Congress of the FIP. – М., 1982.
3. EN 1168 Precast concrete products – Hollow core slabs. UCS. 2004.
4. Тур, В.В. Проектирование сборных перекрытий из плит пустотного настила безопалубочного формования в свете зарубежных норм / В.В. Тур, Т.М. Пецольд, А.В. Щербач // Строительная наука и техника. – 2010. – № 1–2. – С. 15–24.
5. Лазовский, А.Д. Экспериментальные исследования платформенных стыков многопустотных панелей зданий индустриального изготовления / А.Д. Лазовский // Труды молодых специалистов Полоц. гос. ун-та. Вып. 60. Строительство. – Новополоцк: ПГУ, 2012. – С. 99–102.
6. Лазовский, А.Д. Экспериментальные исследования платформенных стыков многопустотных панелей зданий индустриального изготовления / А.Д. Лазовский, Д.Н. Лазовский // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь: сб. тр. XVIII междунар. науч.-метод. семинара, Новополоцк, 28–29 нояб. 2012 г.: в 2-х т.; Полоц. гос. ун-т. – Новополоцк: УО «ПГУ». – 2012. – Т. 1. – С. 10–15.
7. Лазовский, Д.Н. Влияние поперечного обжатия на прочность анкеровки арматуры / Д.Н. Лазовский, К.К. Голубев, Г.Н. Серяков // Бетон и железобетон. – 1998. – № 1. – С. 15–17.

Поступила 29.09.2014

EXPERIMENTAL AND THEORETICAL STUDIES OF PLATFORM JOINTS OF PRESTRESSED HOLLOW-CORE SLABS OF FORMLESS MOLDING

A. LAZOUSKI

The results of experimental and theoretical studies of strength of platform joints of precast prestressed hollow-core slabs of formless molding are presented. Improved construction of the joint which enables improved anchoring of the top working reinforcement of plates of formless molding in the support cross-section is developed. Experimental studies of improved joint in comparison with joint with uniform pressing of the plates were held.