

$$q_{sw,l}^{\circ} = \frac{R_{sw,l}^{\circ} A_{sw}}{s_w}, \quad (23)$$

где  $R_{sw,l}^{\circ}$  – расчетное сопротивление действию поперечной силы поперечной арматуры после нагрева и последующего ее охлаждения, вычисляемое по формуле (24)

$A_{sw}$  – поперечное сечение поперечной арматуры, расположенной в одной плоскости;

$s_w$  – шаг поперечной арматуры.

Если  $q_{sw,l}^{\circ} < 0,25 R_{sw,l}^{\circ} b$ , то поперечную арматуру в расчете не учитывают. Тогда принимают

$$Q_u = Q_{hl,l}^{\circ}. \quad (25)$$

Степень огневого воздействия при пожаре на строительные конструкции зависит от их материала, размеров, положения в пространстве, нагрузки, температуры и длительности воздействия пожара, средств тушения.

Место возникновения пожара, продолжительность горения, максимальная средняя температура в помещении во время пожара, средства тушения должны отражаться в акте органов государственного пожарного надзора «Описание пожара». При отсутствии в акте «Описание пожара» необходимых данных или их недостаточности, температуру конструкции и время огневого воздействия можно ориентировочно определить по состоянию конструкции.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гроздов, В.Т. Техническое обследование строительных конструкций зданий и сооружений. – СПб., 2004.
2. Гроздов, В.Т. Рекомендации по техническому обследованию и проведению мероприятий по усилению или замене несущих конструкций малоэтажных зданий поврежденных воздействием пожара / В.Т. Гроздов, Д.В. Курлапов, И.В. Поддубный. – СПб.: ВИТУ, 2008. – 74 с.
3. Ильин, Н.А. Последствия огневого воздействия на железобетонные конструкции. – М.: Стройиздат, 1979.

УДК 662.313+624.046.4+624.012.454

*Лазовский А.Д.*

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАТФОРМЕННОГО СТЫКА МНОГОПУСТОТНЫХ ПЛИТ БЕЗОПАЛУБОЧНОГО ФОРМОВАНИЯ

**Введение.** Платформенный стык является распространенным типом горизонтальных стыков и одним из самых ответственных узлов конструктивной системы здания. Плиты безопалубочного формования, благодаря большой несущей способности, большому пролету и значительно лучшему качеству, получили широкое распространение в практике строительства Республики Беларусь. Однако влияние возникающего приопорного изгибающего момента на перераспределение усилий в многопролетном перекрытии с использованием таких плит является малоисследованным направлением [1]. Правильная оценка работы узлов очень важна, так как с ростом нагрузки, в связи с неупругой работой узлов железобетонных конструкций, фактические внутренние усилия, возникающие в элементах конструкции, будут все больше отличаться от внутренних усилий, полученных в результате расчета конструкции по упругой схеме. В связи со значительным увеличением доли производства плит безопалубочного формования и возрастающей этажностью зданий с использованием плат-

форменных стыков получение теоретических и экспериментальных данных о действительной работе узла является актуальной задачей и имеет важное значение в совершенствовании расчетных теорий.

В ранее проведенных исследованиях [2, 3] 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 [4].

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 «точечно» – 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.

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

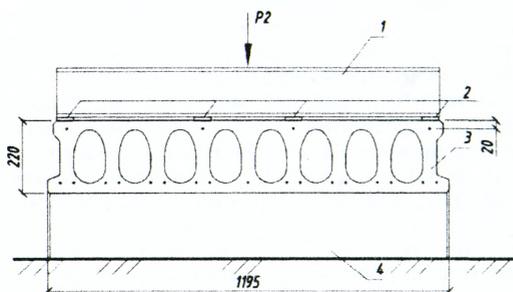
**Методика проведения экспериментального исследования.** Экспериментальное исследование проводилось на специальных образцах-фрагментах платформенных стыков, представляющих собой два фрагмента многопустотных плит, опирающихся консольно одним концом на нижний участок вертикальной стены и прижатых в месте 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 "Новополюцкжелезобетон" открытого акционерного общества "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 усиленной поперечными ребрами жесткости распределительной траверсы шириной 200 мм, имитирующей участок верхней вертикальной стены.

Конструкция и геометрические размеры опытных образцов платформенных

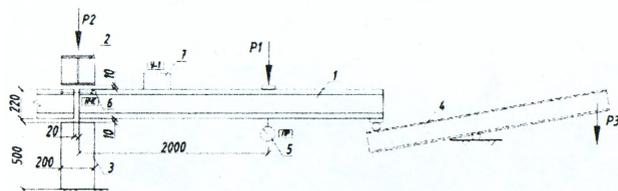
стыков, а также геометрические размеры и армирование многопустотных плит представлены на рисунке 1.



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

Рисунок 1 – Геометрические размеры и армирование многопустотных плит

Опытный образец платформенного стыка испытывался по консольной схеме. Плиты одним концом опирались на фрагмент стеновой панели 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.



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

Рисунок 2 – Схема испытательной установки

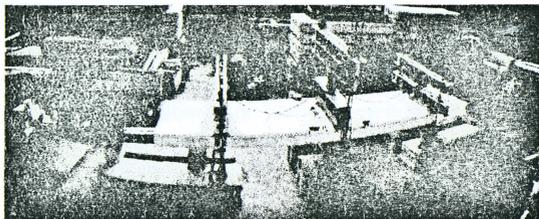
Нагрузка прикладывалась при помощи трех гидравлических домкратов: два – для создания нагрузки на свободных концах плит, третий – для создания нагрузки прижатия стыка. Для создания пролетной нагрузки применялись домкраты ЗОКИО Р=5 тн, подключенные к ручной насосной станции. Для создания нагрузки прижатия стыка использовался гидравлический домкрат ЗОКИО Р=50 тн, 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 деления 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.

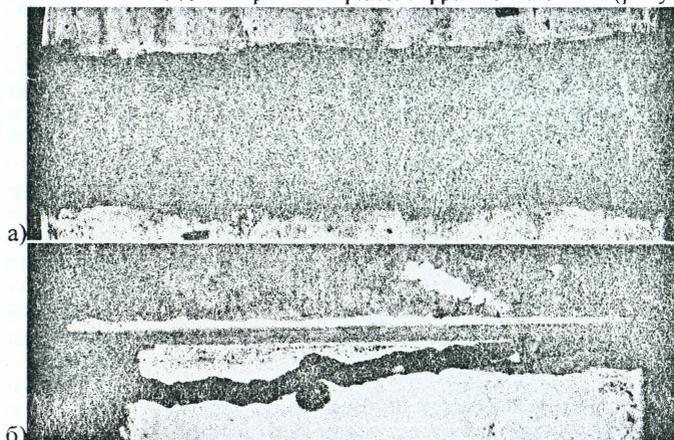
Во время проведения экспериментальных исследований на каждом этапе нагружения производились измерения вертикальных перемещений плит в местах приложения нагрузки, величины осадки опор, относительные продольные деформации панелей в опорной зоне, углы поворота сечений панелей относительно вертикальной оси. Образование и развитие трещин в опытных образцах фиксировали визуально. Вид установки во время проведения испытаний показан на рисунке 3.

Рисунок 3 – Вид испытательной установки при проведении эксперимента



**Анализ результатов экспериментальных исследований.** 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 (рисунок 4,а) по сравнению с равномерным прижатием по всей площади опирания верхнего фрагмента стены (рисунок 4,б).



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

Рисунок 4 – Внешний вид образцов после проведения испытаний

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

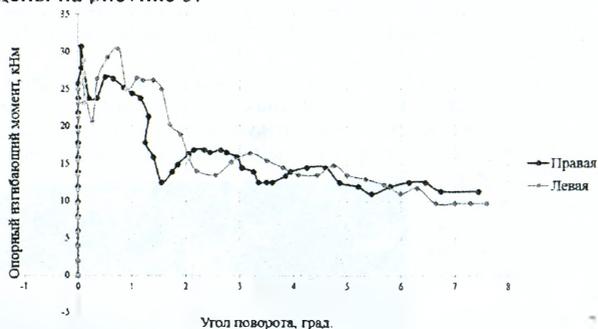


Рисунок 5 – Экспериментальная зависимость «опорный изгибающий момент – угол поворота поперечного сечения» для левой и правой плиты

## Выводы

1. 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.

2. Экспериментально получена зависимость «опорный изгибающий момент – угол поворота» в месте платформенного стыка, позволяющая производить расчет перекрытий из многопустотных плит безопасного формирования с учетом фактической схемы их деформирования.

## СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Серия Б1.041.1-5.09 Плиты железобетонные многопустотные предварительно напряженные безопасного формирования на оборудовании «Вибропресс» (Россия) для перекрытий и покрытий жилых, общественных и производственных зданий. Разраб. ГП «Институт НИПТИС им. Атаева С.С.»
2. Лазовский, А.Д. Экспериментальные исследования платформенных стыков многопустотных панелей зданий индустриального изготовления / А.Д. Лазовский, Д.Н. Лазовский // Труды молодых специалистов Полоцкого государственного университета. – Новополоцк: ПГУ, 2012. – Выпуск 60: Строительство. – С. 99–102.
3. 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. трудов XVIII Международн. научн.-методич. семинара. – Новополоцк: Полоцкий гос.ун-т, 28–29 ноября 2012 г. – Т. 1 – 2012. – С. 10–15.
4. 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.

УДК 624.012.45

Лазовский Е.Д., Пецольт Т.М.

## НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗОНЫ СРЕЗА ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, УСИЛЕННЫХ УСТАНОВКОЙ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННОЙ ПОПЕРЕЧНОЙ АРМАТУРЫ

**Введение.** Реконструкция зданий и сооружений – одно из направлений строительной отрасли. В условиях интенсивно развивающейся экономики Республики Беларусь большое внимание уделяется модернизации и техническому перевооружению существующих промышленных предприятий и гражданских объектов. Это, в ряде случаев, изменяет проектные условия эксплуатации строительных зданий и сооружений и приводит к необходимости усиления строительных конструкций. Кроме того, необходимость усиления строительных конструкций может быть вызвана неблагоприятным воздействием внешней среды и физико-геологических процессов, нарушением условий нормальной эксплуатации, ошибками на стадиях проектирования и строительства и др.

Нередко в строительной практике при реконструкции возникает необходимость в усилении изгибаемых железобетонных элементов у опор, где, кроме комбинации изгибающих моментов и продольных усилий, действуют значительные по величине поперечные усилия.

Совершенствование методов расчета усиленных строительных конструкций играет важную роль в повышении надежности и экономичности принятых решений. Перспективным направлением совершенствования методов расчета же-