

С. К. ЗЕМЛЯНСКИХ
А. Н. АЛЁШИН
А. В. АТАМАНЧУК

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ФРАГМЕНТОВ МНОГОПУСТОТНЫХ ПЛИТ БЕЗОПАЛУБОЧНОГО ФОРМОВАНИЯ С ЗАЩЕМЛЕННЫМИ ОПОРНЫМИ ЗОНАМИ

METHODOLOGY OF THE TESTS OF FRAGMENTS OF MULTI-HOLLOW SLABS OF
FORMLESS MOLDING WITH PINCHED SUPPORT ZONES

Рассмотрена проблема определения момента образования нормальных трещин в изгибаемых железобетонных элементах со сложной формой поперечных сечений, защемленных одним концом в кирпичной кладке и работающих под действием отрицательного изгибающего момента. Приведена методика испытания опытных образцов многопустотных плит безопалубочного формования. Целью эксперимента является определение углов поворота опорных узлов многопустотных плит безопалубочного формования, заделанных в кирпичную кладку. Представлена конструкция установки для испытания экспериментальных образцов до момента образования трещин. Дана схема расстановки измерительных приборов для определения деформации опорного узла в месте заделки плиты в кладку, прогиба опытного образца в месте приложения нагрузки, деформации кирпичной кладки, моделирующей стену многоэтажного здания.

Ключевые слова: изгибаемый элемент, методика испытаний, угол поворота опорного узла

В плитах безопалубочного формования, опертых на кладку многоэтажных кирпичных зданий, нормальные трещины в верхних зонах вблизи заделки при эксплуатационных нагрузках не допускаются. Однако многочисленные наблюдения и экспериментальные исследования таких конструкций показывают, что такие трещины появляются при превышении расчетной нагрузки на 12 % [1]. Впоследствии эти трещины стабилизируются и, практически не влияя на несущую способность конструкции, могут оказывать серьезное воздействие на долговечность и надежность работы плиты [2–5].

В статье приведена методика натуральных испытаний плит безопалубочного формования, защемленных в кирпичную кладку, и приведена конструкция установки, используемой при проведении таких испытаний.

В ходе самих испытаний измеряются линейные деформации опорных узлов плит. Глав-

The problem of determining the moment of formation of normal cracks in bending reinforced concrete elements with a complex cross-sectional shape, clamped at one end in brickwork and operating under the action of a negative bending moment is considered. A technique for testing prototypes of hollow-core slabs without formwork is presented. The purpose of the experiment is to determine the angles of rotation of the support nodes of hollow-core slabs without formwork, embedded in brickwork. The design of an installation for testing experimental specimens until the moment of cracking is presented. A diagram of the arrangement of measuring instruments is given to determine the deformation of the support unit at the place where the slab is embedded in the masonry, the deflection of the prototype at the place of load application, the deformation of the brickwork simulating the wall of a multi-storey building.

Keywords: bending element, test procedure, angle of rotation of the support unit

ной задачей, решаемой на основе проведенных испытаний, является определение углов поворота плиты в опорном узле, которые будут возникать при нагружении плиты до образования нормальных трещин. После этого определяется зависимость между моментом трещинообразования $M_{\text{ср}}$ и углом поворота плиты в заделке γ .

$$\gamma = f(M_{\text{ср}}; I_{\text{оп}}; \sigma_{\text{кл}}; R_{\text{кл}}), \quad (1)$$

где γ – угол поворота плиты в опорном узле; $M_{\text{ср}}$ – изгибающий момент образования трещин в плите;

$I_{\text{оп}}$ – длина опоры плиты в стене;

$\sigma_{\text{кл}}$ – напряжение в кирпичной кладке;

$R_{\text{кл}}$ – предельное сопротивление кладки.

Разработка точного метода определения момента образования трещин в сложных сечениях плит и является конечной задачей исследования. Сегодня такой методики в действующей

щих строительных правилах [СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения] нет.

В эксперименте определяются деформации δ верхнего и нижнего швов опорного узла в зависимости от прилагаемой нагрузки (рис.1).

Принципиальная схема испытания фрагмента плиты приведена на рис. 2.

Испытания образцов проводятся на специальном стенде, конструкция которого приведена на рис. 3.

Экспериментальные образцы изготовлены из плит безопалубочного формования ПБ 12.12-8 высотой 220 мм под унифицированную расчетную нагрузку (сверх собственной массы) 800 кгс/м² [6], которые распилены вдоль внутренних пустот. Размеры образцов – 1200×360 мм.

Образец одним концом заделывается в кладку фрагмента кирпичной стены с размерами в плане 380×380 мм. Размеры площадок опирания образцов составляют 16; 12; 8 см [3].

Вертикальная нагрузка в узле Р2, имитирующая нагрузку от верхних этажей, создается домкратом №2, передается через металлическую распределительную плиту. Величина усилия при испытаниях на кирпичную кладку соответствует нагрузке на нижний этаж 14-этажного кирпичного здания. Эта нагрузка создается вначале и поддерживается постоянной на протяжении всего испытания.

Нагрузка на фрагмент плиты Р1 (см. рис. 2) создается гидравлическим домкратом (рис. 4).

Для контроля величины прикладываемой нагрузки используется динамометр сжатия с максимально допустимой величиной нагрузки 15 тс. Нагрузка Р1 прикладывается в точку, расположенную на конце консоли образца (см. рис. 2), ступенями шагом 1 тс (ГОСТ 8829-2018. Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. Методы испытаний нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости). Для обеспечения равномерного перемещения плиты и предотвращения внезапных хрупких разрушений край плиты помещается в специальную обойму и подвешивается на траверсу через две тяги. Эти тяги будут брать на себя часть воспринимаемой нагрузки, не давая преждевременно обрушиться конструкции. Нагрузка на плиту вычисляется как разница между нагрузкой, прикладываемой домкратом 2 на обрез плиты, и нагрузкой растяжения поддерживающих тяг. Часть нагрузки, которую воспринимают тяги, вычисляется из их деформаций по показаниям тензодатчиков. Суммарная нагрузка на плиту до образования нормальных трещин на верхней грани с учетом нагружения поддерживающих тяг будет составлять

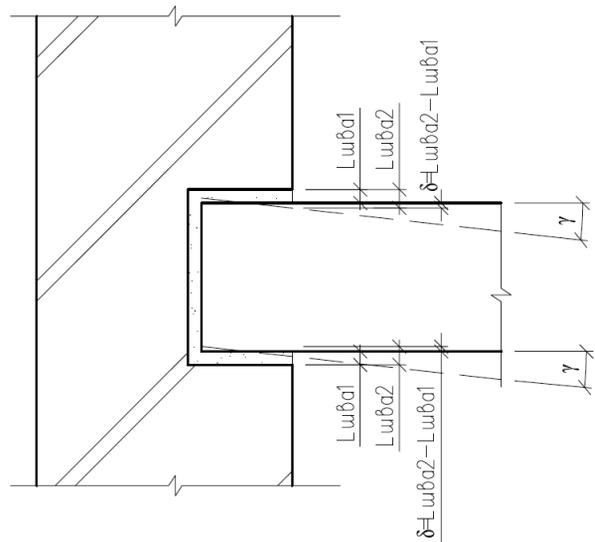


Рис. 1. Деформация и угол поворота опорного узла

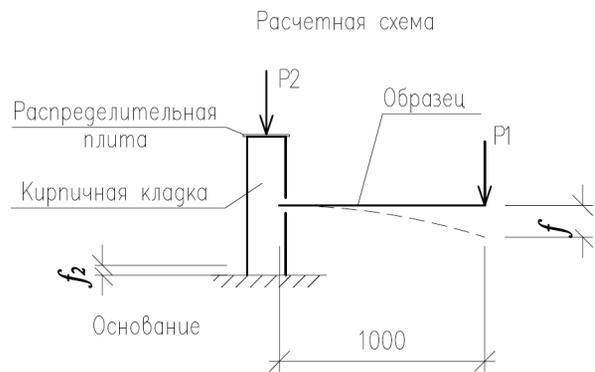


Рис. 2. Схема испытания плиты

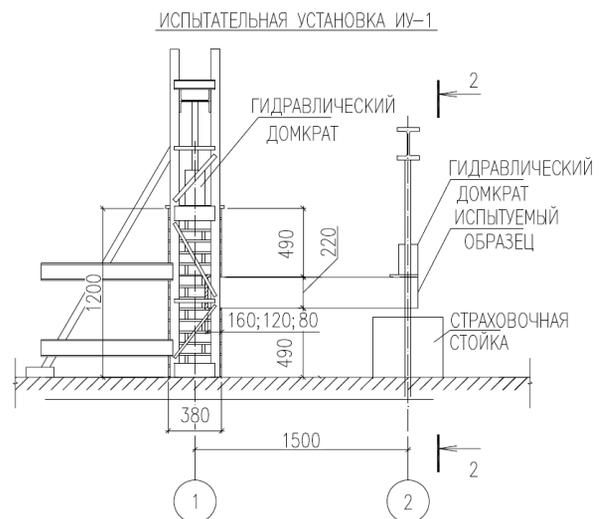


Рис. 3. Схема стенда для проведения испытаний

не более 12 тс. Тяги изготовлены из арматуры класса А 1000 диаметром 10 мм.

Вычисленная по результатам численного эксперимента теоретическая расчетная нагрузка образования трещин составляет 10,16 тс, при этом максимальные расчетные деформации в точке приложения нагрузки P_1 составляют 5,2 мм.

В процессе испытаний фиксируются деформации швов δ (см. рис. 1) опорного узла образца, величина прогиба в консоли образца, осадка опоры f_2 . (см. рис. 2). При образовании нормальных трещин на верхней грани образца испытание прекращается.

Для определения деформаций швов опорного узла используется тензометр рычажного типа ТР (системы Аистова) [4]. Схема расстановки измерительных приборов для определения деформаций опорного узла представлена на рис. 5. На верхний и нижний швы устанавливаются по два тензометра. Тензометры закреплены на обойме из уголков 20×20×3 мм.

Выводы. 1. Установка позволяет провести испытания образцов железобетонных плит безопалубочного формирования от начала нагружения до момента образования нормальных трещин в приопорной зоне плиты с необходимой точностью (непосредственно на экспериментальный образец нагрузка не должна превышать 5 тс).

2. Приведенная методика измерения деформаций растворных швов в узле опирания опытного образца позволяет определить деформации с точностью 0,001 мм, при том что по результатам численного эксперимента абсолютная величина деформации швов не превышает 0,008 мм.

3. Полученные результаты измерения деформаций швов позволяют определить углы поворота плиты в опорном узле кладки с точностью 0,004 рад.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Suomen Betonitieto Oy «Experimental research on wall-hollow core slab connections ». 26.2.2003 Arto Suikka, Matti Pajari, VTT BUILDING AND TRANSPORT, Puumiehenkuja 2 A, Espoo, P.O.Box 1806, FIN-02044 VTT, Finland.

2. *Туров А.И.* Проектирование узлов опирания многопустотных плит безопалубочного формирования // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: материалы всероссийской научно-практической конференции: в 2 ч. / ДальГАУ, ФСиП. Благовещенск, 2018. С. 164–168.

3. *Лазовский А.Д.* Влияние прижатия на работу платформенного стыка многопустотных панелей безопалубочного формирования // Архитектура, стро-

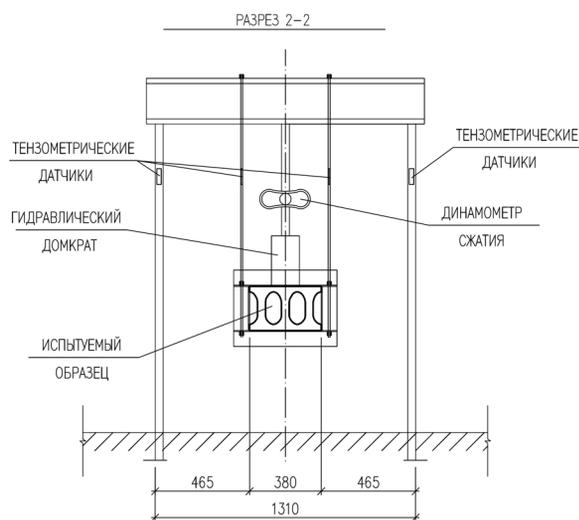
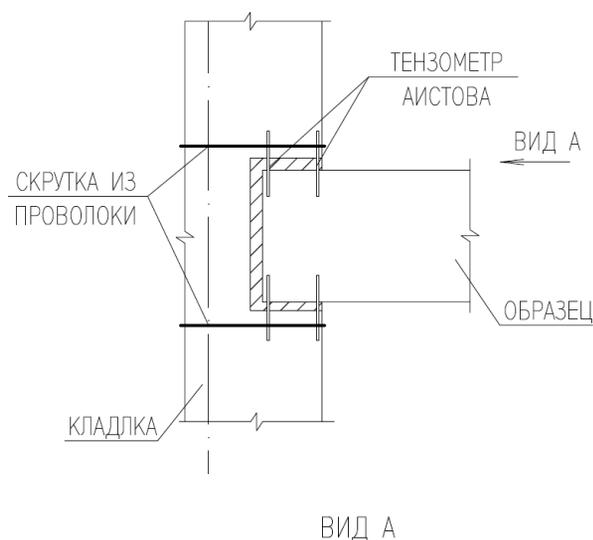


Рис. 4. Разрез 2-2



ВИД А

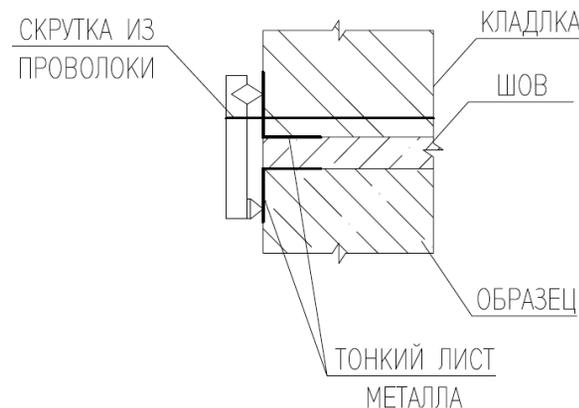


Рис. 5. Схема закрепления измерительных приборов

ительство, транспорт: материалы Международной научно-практической конференции (к 85-летию ФГБОУ ВПО «СибАДИ»). 2015 / Полоцкий государственный университет (ПГУ). Республика Беларусь, Новополоцк, 2015. С. 305–310.

4. Туров А.И. Допустимая полезная нагрузка на плиты безопалубочного формования при опирании на кирпичные стены // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России / ДальГАУ, ФСиП. Благовещенск, 2017. С. 204–209.

5. Туров А.И. Несущая способность плит безопалубочного формования // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития. Благовещенск, 17 апреля 2019 г. / ДальГАУ, ФСиП. Благовещенск, 2019. С. 135.

6. Серия ИЖ 568-03. Плиты перекрытия железобетонные многопустотные предварительно напряженные стенового безопалубочного формования высотой 220 мм, шириной 1200 мм, армированные высокопрочной проволокой класса Вр-II. Рабочие чертежи. М., 2004.

7. Таяюкин Г.И. Приборы и оборудование для статических испытаний строительных конструкций. Томск : Изд-во Том. гос. арх.-строит. ун-та, 2011. 23 с.

8. Прокопович А.А., Алёшин А.Н., Землянских С.К. Учёт пластических свойств бетона при определении момента образования нормальных трещин в изгибаемых элементах со сложной формой поперечных сечений // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство: сборник статей. Самара, 2018. С. 145–149.

REFERENCES

1. Suomen Betonitieto Oy. Experimental research on wall-hollow core slab connections ». 26.2.2003 Arto Suikka, Matti Pajari, VTT BUILDING AND TRANSPORT, Puumiehenkuja 2 A, Espoo, P.O.Box 1806, FIN-02044 VTT, Finland.

2. Turov A. I. The design of the nodes of the support hollow-core slabs. *Agropromyshlennyy kompleks: problemy i perspektivy razvitiya: materialy vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii: v 2 ch.* [Agribusiness: problems and prospects of development]. Blagoveshchensk, 2018, pp. 164-168. (in Russian)

3. Lazouski A. Influence of pressing on the operation of the platform joint of hollow-core panels without formwork. *Arhitektura, stroitel'stvo, transport: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (k 85-letiyu FGBOU VPO «SibADI»)* [Architecture, construction, transport: materials of the International Scientific and Practical Conference (to the 85th anniversary of FSBEI HPE "SibADI")]. Polotsk, Polotsk sState University, 2013, pp. 45-50. (in Russian)

4. Turov A. I. The allowable payload on the plate cold forming while resting on a brick wall. *Agropromyshlennyy kompleks: problemy i perspektivy razvitiya: ma-*

terialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj Godu ekologii v Rossii [Agro-industrial complex: problems and development prospects: materials of the International scientific-practical conference dedicated to the Year of Ecology in Russia]. Blagoveshchensk, 2017, pp. 204-209. (in Russian)

5. Turov A. I. Load-bearing capacity of slabs of formless molding. *Agropromyshlennyy kompleks: problemy i perspektivy razvitiya: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj Godu ekologii v Rossii* [Agro-industrial complex: problems and development prospects: materials of the International scientific-practical conference dedicated to the Year of Ecology in Russia]. Blagoveshchensk, 2019, pp. 135.

6. IZH 568-03 Series. Floor slabs are reinforced concrete multi-hollow prestressed of bench formless molding with a height of 220 mm, a width of 1200 mm, reinforced with high-strength wire of class Вр-II. Working drawing. Moscow, 2004.

7. Tayukin, G. I. *Pribory i oborudovanie dlya staticheskikh ispytaniy stroitel'nykh konstrukcij* [Devices and equipment for static testing of building structures]. Tomsk, 2011 p. 23.

8. Prokopovich A. A., Aleshin A. N., Zemlyanskikh S.K. Consideration of the plastic properties of concrete when determining the moment of formation of normal cracks in bent elements with complex cross-sections. *Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture. Stroitel'stvo: sbornik statej* [Tradition and innovation in construction and architecture. Construction: a collection of articles]. Samara, 2018, pp.145-149. (in Russian)

Об авторах:

ЗЕМЛЯНСКИХ Семен Константинович
аспирант кафедры строительных конструкций
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: zemlyak92@yandex.ru

АЛЁШИН Андрей Николаевич
кандидат технических наук, доцент, заведующий
кафедрой строительных конструкций
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: aleshin_andrei@list.ru

АТАМАНЧУК Алексей Вячеславович
кандидат технических наук, преподаватель
Севастопольский архитектурно-строительный колледж
299008, Россия, г. Севастополь, ул. Пожарова, 28А
E-mail: pahar4791@mail.ru

ZEMLYANSKIKH Semen K.
Postgraduate Student of the Reinforced Concrete
Structures Chair Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: zemlyak92@yandex.ru

ALESHIN Andrey N.
PhD in Engineering Science, Associate Professor, Head
of the Reinforced Concrete Structures Chair Samara
State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: aleshin_andrei@list.ru

ATAMANCHUK Alexey V.
PhD in Engineering Science, Lecturer
Sevastopol College of Architecture and Civil Engineering
299008, Russia, Sevastopol, Pozharovast., 28A
E-mail: pahar4791@mail.ru

Для цитирования: *Землянских С.К., Алёшин А.Н., Атаманчук А.В.* Методика проведения испытаний фрагментов многослойных плит безопалубочного формования с защемленными опорными зонами // Градостроительство и архитектура. 2020. Т.10, № 4. С. 16–20. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.04.2.

For citation: *Zemlyanskikh S.K., Aleshin A.N., Atamanchuk A.V.* Methodology of the tests of fragments of multi-hollow slabs of formless molding with pinched support zones. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, vol. 10, no. 4, Pp. 16–20. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.04.2.

**78-я ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ТРАДИЦИИ И ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И АРХИТЕКТУРЕ»**

