

## ИСПЫТАНИЯ ПЛАТФОРМЕННЫХ СТЫКОВ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА

А.Х. Байбурин<sup>1</sup>, М.В. Мишнев<sup>1</sup>, Е.В. Румянцев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

<sup>2</sup> ООО «Институт СтройМост Урал», г. Челябинск

Приведены данные о результатах испытаний двух серий платформенных стыков наружных и внутренних стен для 14-этажного крупнопанельного жилого дома. Цель испытаний – определение разрушающей нагрузки. Конструкции моделировались бетонными элементами реальной толщины, длиной 300 и шириной 400 мм. Жесткость узлов обеспечивалась специальными металлическими связями. Прочность бетона и раствора определялась комплексным методом: испытаниями образцов и неразрушающими испытаниями. Минимальная разрушающая нагрузка для стыка наружных стен составила 64 тс. Запас по прочности с учетом коэффициента безопасности равен 1,33. Минимальная разрушающая нагрузка для стыка внутренних стен составила 103 тс. Запас по прочности равен 1,17. При испытании трех изделий в каждой серии минимальная разрушающая нагрузка составила не менее 90 % контрольной, определенной с учетом коэффициента безопасности – 1,6.

*Ключевые слова:* испытание конструкции, платформенный стык, прочность бетона, разрушающая нагрузка.

Целью настоящей работы являлось экспериментальное определение фактической несущей способности платформенных стыков панелей по серии ПТЭ 97.РСВ 1-1. По данным проекта для нижних этажей 14-этажной секции ПТЭ 97.РСВ 1-1 размером 12×48 м: класс бетона на сжатие панелей стен и перекрытий – В25; марка раствора швов – М150; толщина нижнего шва – 10 мм, верхнего – 20 мм; толщина несущего слоя бетона панелей наружных стен (НР) – 110 мм, внутренних стен (ВС) – 160 мм; ширина площадки опирания плит перекрытий (ПП) на панели НР – 90 мм, на панели ВС – 70 мм. Согласно проекту максимальные погонные нагрузки на обрез фундаментов составляют: для наружных стен 50,7 т/м, для внутренних – 50,4 т/м, что в пересчете на длину испытанных стыков 400 мм составляет соответственно 20,28 и 20,16 тонн.

На заводе КПДиСК г. Челябинска по заводской технологии были изготовлены элементы на три испытания стыка наружных стен типа НР и три испытания стыка внутренних стен типа ВС. Схема устройства образцов стыков и спецификация элементов, из которых были изготовлены образцы, приведены на рис. 1. Расчетный эксцентриситет приложения нагрузки моделировался смещением стальной подкладки 5 относительно подкладки 4.

Для контроля прочности бетона и определения модуля упругости совместно с образцами стыков были изготовлены образцы-кубы ребром 100 мм по 9 шт. для каждой серии и образцы-призмы 100×100×400 мм по 3 шт. для каждой серии.

Перед сборкой образцов стыков из сборных элементов были определены текущие значения прочности бетона и раствора швов по испытаниям контрольных образцов и неразрушающими методами. Определение прочности бетона по контрольным образцам выполнялось по ГОСТ 10180-2012 [2]. Определение прочности раствора по контрольным образцам выполнялось по ГОСТ 5802-86 [3]. На момент проведения испытаний марка раствора составляла: стыков НР1...НР3 – соответственно М120, М130 и М150; стыков ВС1...ВС3 – соответственно М130, М140 и М120.

Оценка прочности бетона и раствора проводилось неразрушающим методом (ударного импульса) в соответствии с ГОСТ 22690-88 [4] и ГОСТ 17624-2012 [5] приборами Beton Pro №08545, ОНИКС-2.5 №637, Пульсар-1.2 №957. Модуль упругости бетона определялся по ГОСТ 24452-80 [6] испытаниями образцов-призм (по 3 шт. на серии НР, ВС и ПП).

Для ускорения проведения испытаний растворный шов выполнялся на основе быстротвердеющего состава SCM Hydromix. Контроль набора прочности проводился путем испытаний контрольных образцов-кубов, изготавливаемых одновременно со сборкой фрагмента стыка.

Модуль упругости и призмочная прочность определялись согласно методике ГОСТ 24452-80 [6] на образцах-призмах 100×100×400 мм, изготовленных из тех же партий бетона, что и элементы платформенных стыков. Испытания проводились на гидравлической машине Tinius Olsen модель 602 с максимальной нагрузкой на шток 33 тс.

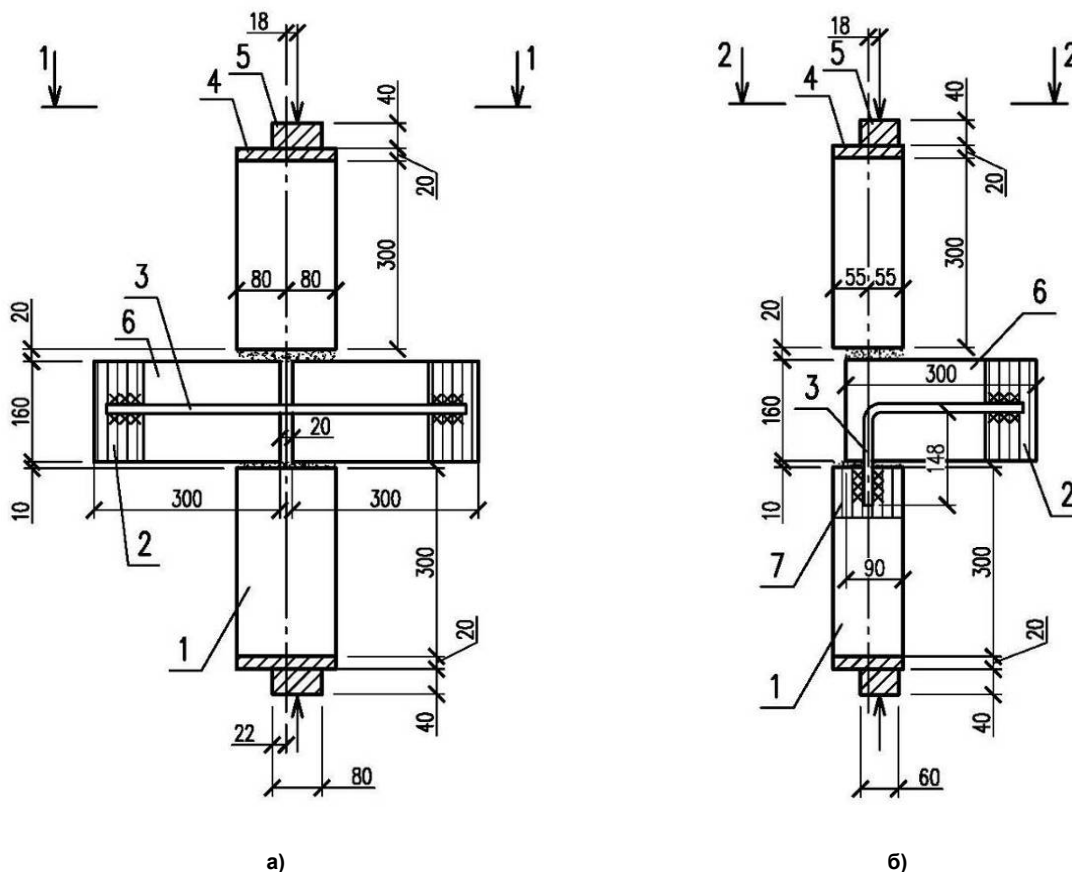


Рис. 1. Конструкция стыков: а – внутренних стен; б – наружных стен;  
 1 – элемент стены типа ВС (а) или НР (б); 2 – закладная деталь; 3 – стержень монтажный  $\varnothing 14$  А-І;  
 4 – подкладка лист 20 мм; 5 – центрирующая подкладка лист 40 мм; 6 – элемент типа плиты типа ПП

Определение модуля упругости проводилось на базе 195 мм в центральной части образцов (равноудаленной от торцов), перемещения фиксировались при помощи 4 индикаторов часового типа, установленных по четырем граням образца. Предварительно образцы центрировались. Нагрузка прикладывалась ступенями по 3 тс, на каждой ступени снимались показания с индикаторов. Модуль упругости для элементов внутренних стен ВС равен 25000...25760 МПа, для элементов наружных стен НС – 18709...19252 МПа, для элементов перекрытий ПП – 25297...25591 МПа.

Фактические данные по прочности бетона были получены комплексным методом: испытаниями образцов-кубов (по 6 шт. на серии НР, ВС и ПП) по ГОСТ 10180; неразрушающими испытаниями по ГОСТ 22690 приборами ОНИКС-2.5 зав. №637, Beton Pro № 08545 (метод ударного импульса), а также прибором Пульсар-1.2 № 957 (ультразвуковой метод по ГОСТ 17624). Фактический (на момент испытаний) класс бетона на сжатие панелей стен НР – В25; панелей стен ВС и плит перекрытий ПП – В35. Результаты испытаний контрольных образцов показали, что прочностные и деформационные характеристики бетона испытываемых фрагментов панелей, а также растворных швов стыков соответствуют проектным.

Методика испытаний соответствовала руководящим документам [1–7]. Контрольные статические испытания нагружением проводились по ГОСТ 8829-94 [1]. Вертикальные деформации образцов фиксировались индикаторами часового типа по ГОСТ 577-68 с ценой деления 0,001 мм, горизонтальные деформации не фиксировались. Для измерения линейных размеров конструкций использовались рулетки по ГОСТ 7502-98, штангенциркуль по ГОСТ 166-89. Ширина раскрытия трещин в бетоне определялась микроскопом МПБ-2 (№ 31190, цена деления 0,05 мм).

Для испытаний использовался гидравлический пресс ИПС-200 на 200 тонн, металлические подкладки, индикаторы часового типа. Фотографии испытательных стендов для испытаний стыков типов ВС и НР представлены на рис. 2.

Сжимающая нагрузка прикладывалась ступенями по 8 тс. Эксцентриситет приложения нагрузки относительно центральной оси образца панели, соответствующий проектному, составлял 18 мм. Для фиксации перемещений в контрольных точках фрагментов стыков устанавливались индикаторы часового типа. Показания индикаторов снимались после каждой ступени нагружения. Фиксация перемещений проводилась до нагрузки 88...96 тс для внутренних стыков, до 64 тс для наружных стыков, после чего индикаторы снимались и образцы

доводились до разрушения непрерывным нагружением.

Характер разрушения образцов показан на рис. 3. В целом картина разрушения соответствовала классической: после появления и роста трещин в верхней стеновой панели, она разрушалась от скалывания бетона по наклонной плоскости. Разрушение стеновых панелей во всех случаях возникает в уровне верхнего растворного шва, что соответствует расчетным предпосылкам. В ряде случаев произошло также разрушение одного из образцов плиты перекрытия. Во всех случаях разрушение происходило со стороны эксцентриситета приложения нагрузки.

Примеры результатов замеров перемещений в контрольных точках показаны на рис. 4. Характер

деформирования стыка со стороны эксцентриситета приложения нагрузки (в пределах, проведения измерений) в целом стабильный, близкий к линейному, с противоположной стороны – нестабильный (скачкообразный).

Анализ результатов измерений показал, что деформации горизонтальных швов можно считать проходящими по линейной зависимости. Отсчеты индикаторов, установленных по толщине плит перекрытий, составили практически нулевые значения.

Результаты испытаний платформенных стыков до разрушения приведены в таблице.

**Заключение.** Минимальная разрушающая нагрузка для стыка наружных стен составила 64 тс. Запас по прочности равен 2,13, запас с учетом



а)



б)

Рис. 2. Испытательные стенды платформенных стыков:  
а – двухстороннего (типа ВС); б – одностороннего (типа НР)

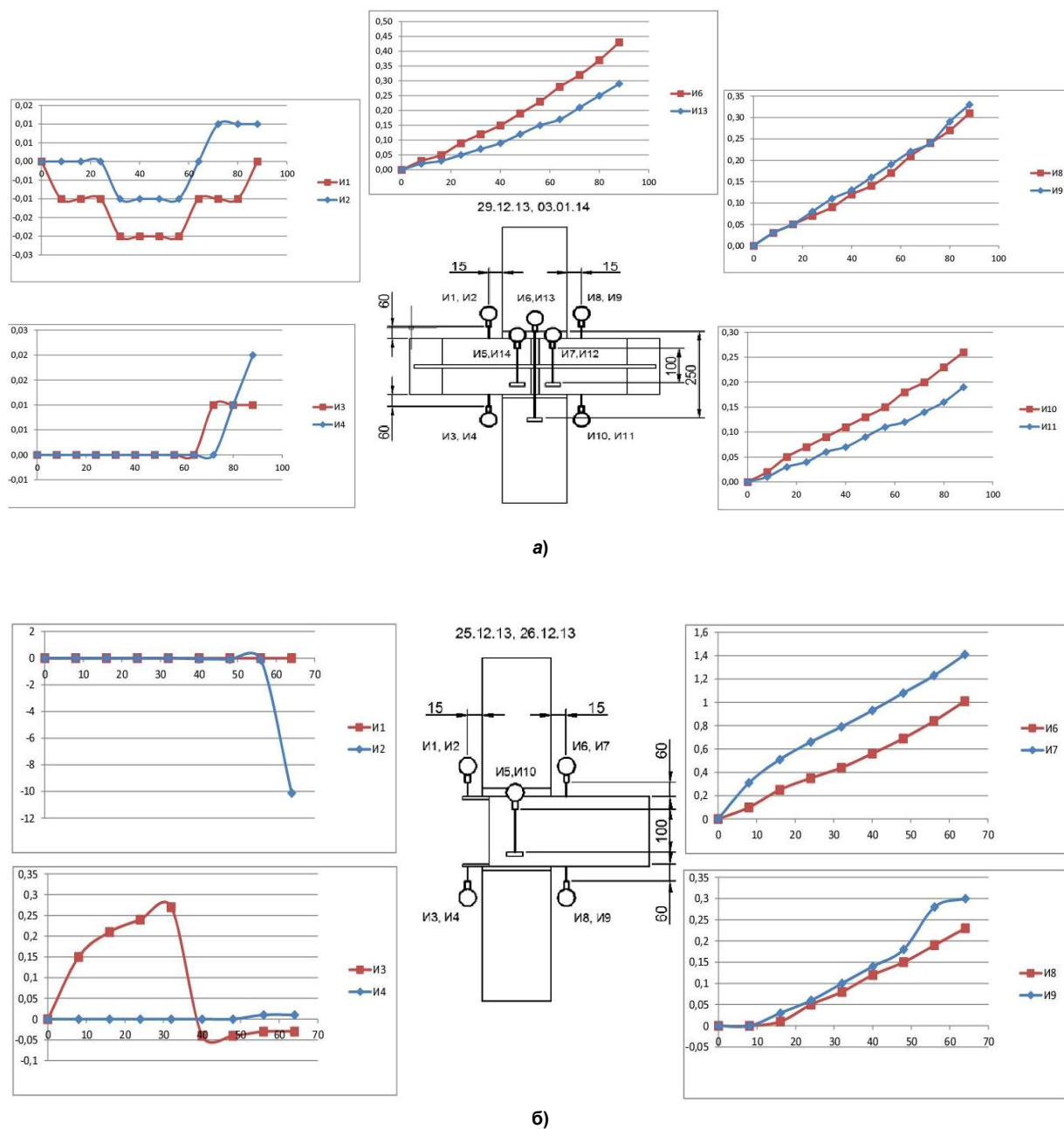


а)



б)

Рис. 3. Характер разрушения платформенных стыков: а – двухстороннего (типа ВС); б – одностороннего (типа НР)



**Рис. 4. Перемещения контрольных точек (мм) в зависимости от нагрузки (тс): а – стык ВС; б – стык НР**

### Результаты испытаний платформенных стыков

Марка стыка	Тип стыка	Теоретическая нагрузка $N_T$ , тс	Испытательная нагрузка $N_{И}$ , тс	Разрушающая нагрузка $N_P$ , тс	Запас по $N$	
					$N_T$	$N_{И}$
НР-1	наружный	30	48	78	2,60	1,63
НР-2	наружный	30	48	76	2,53	1,58
НР-3	наружный	30	48	64	2,13	1,33
			В среднем	72,7	2,42	1,51
ВС-1	внутренний	55	88	103	1,87	1,17
ВС-2	внутренний	55	88	132	2,40	1,50
ВС-3	внутренний	55	88	163	2,96	1,85
			В среднем	132,7	2,41	1,51

коэффициента безопасности – 1,33. Минимальная разрушающая нагрузка для стыка внутренних стен составила 103 тс. Запас по прочности равен 1,87, запас с учетом коэффициента безопасности – 1,17. При испытании трех образцов минимальная разрушающая нагрузка составляет не менее 90 % контрольной, определенной с учетом коэффициента безопасности – 1,6 по ГОСТ 8829. Испытанные образцы платформенных стыков удовлетворяют требованиям проекта по прочности.

#### Литература

1. ГОСТ 8829-94. Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. Методы испытаний на нагружение. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости. – М.: МНТКС, 1994. – 19 с.
2. ГОСТ 10180-2012. Бетоны. Методы опре-

деления прочности по контрольным образцам. – М.: Стандартинформ, 2013. – 35 с.

3. ГОСТ 5802-86. Растворы строительные. Методы испытаний. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1986. – 19 с.

4. ГОСТ 22690-88. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1988. – 28 с.

5. ГОСТ 17624-2012. Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности. – М.: Стандартинформ, 2014. – 19 с.

6. ГОСТ 24452-80. Бетоны. Методы определения призмочной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона. – М.: Стандартинформ, 2008. – 14 с.

7. ГОСТ 18105-2010. Бетоны. Правила контроля и оценки прочности. – М.: Стандартинформ, 2013. – 20 с.

**Байбурин Альберт Халитович**, доктор технических наук, профессор кафедры «Технология строительного производства», Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), abayburin@mail.ru

**Мишнев Максим Владимирович**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные конструкции и инженерные сооружения», Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), mmv2004@list.ru

**Румянцев Евгений Владимирович**, директор по проектированию ООО «Институт СтройМост Урал» (Челябинск), rumyantsev@sm-ural.com

Поступила в редакцию 24 сентября 2015 г.

DOI: 10.14529/build150402

## TESTING OF PLATFORM JOINTS OF BEARING STRUCTURES IN LARGE-PANEL APARTMENT HOUSE

*A.Kh. Baiburin<sup>1</sup>, abayburin@mail.ru*

*M.V. Mishnev<sup>1</sup>, mmv2004@list.ru*

*E.V. Rumyantsev<sup>2</sup>, rumyantsev@sm-ural.com*

<sup>1</sup> South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Stroymost Ural, Chelyabinsk, Russian Federation

The data on the results of tests of two series of platform joints in external and internal walls for a 14-storey panel house are given. The objective is determination of a breaking load. Constructions were simulated by concrete elements of actual thickness, 300 mm long and 400 mm wide. The nodes rigidity was ensured by special metal bonds. The strength of concrete and mortar was determined by a complex method: sample tests and nondestructive tests. The minimum breaking load for the joint of exterior walls was 64 ton. The strength margin taking into account the safety factor is 1.33. The minimum breaking load for the joint of interior walls was 103 ton. The strength margin is 1.17. When testing three products in each series the minimum breaking load was at least 90% of the reference load, specified on the basis of the safety factor 1.6.

*Keywords: structure test, platform joint, concrete strength, breaking load.*

## References

1. GOST 8829-94. *Izdeliya stroitel'nye zhelezobetonnye i betonnye zavodskogo izgotovleniya. Metody ispytaniy nagruzheniem. Pravila otsenki prochnosti, zhestkosti i treshchinostoykosti* [GOST 8829-94. Reinforced concrete and prefabricated concrete building products. Loading test methods. Assessment of strength, rigidity and crack resistance]. Moscow, Gosstroy of Russia Publ., 1994. 19 p.
2. GOST 10180-2012. *Betony. Metody opredeleniya prochnosti po kontrol'nyim obraztsam* [GOST 10180-2012. Concretes. Methods for strength determination using reference specimens]. Moscow, Gosstroy of Russia Publ., 2012. 35 p.
3. GOST 5802-86. *Rastvory stroitel'nye. Metody ispytaniy* [GOST 5802-86. Mortars. Test methods]. Moscow, Gosstroy of Russia Publ., 1986. 19 p.
4. GOST 22690-88. *Betony. Opredelenie prochnosti mekhanicheskimi metodami nerazrushayushchego kontrolya* [GOST 22690-88. Concretes. Determination of strength by mechanical methods of nondestructive testing]. Moscow, Gosstroy of Russia Publ., 1988. 28 p.
5. GOST 17624-2012. *Betony. Ul'trazvukovoy metod opredeleniya prochnosti* [GOST 17624-2012. Concrete. Ultrasonic method of strength determination]. Moscow, Gosstroy of Russia Publ., 2012. 19 p.
6. GOST 24452-80. *Betony. Metody opredeleniya prizmennoy prochnosti, modulya uprugosti i koeffitsienta Puassona* [GOST 24452-80. Concretes. Methods of prismatic compressive strength, modulus of elasticity and Poisson's ratio determination]. Moscow, Gosstroy of Russia Publ., 1980. 14 p.
7. GOST 18105-2010. *Betony. Pravila kontrolya i otsenki prochnosti* [GOST 18105-2010. Concretes. Rules for control and assessment of strength]. Moscow, Gosstroy of Russia Publ., 2010. 20 p.

*Received 24 September 2015*

---

## ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Байбурин, А.Х. Испытания платформенных стыков несущих конструкций крупнопанельного жилого дома / А.Х. Байбурин, М.В. Мишнев, Е.В. Румянцев // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2015. – Т. 15, № 4. – С. 11–16. DOI: 10.14529/build150402

## FOR CITATION

Baiburin A.Kh., Mishnev M.V., Rumyantsev E.V. Testing of Platform Joints of Bearing Structures in Large-Panel Apartment House. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*. 2015, vol. 15, no. 4, pp. 11–16. (in Russ.). DOI: 10.14529/build150402