

Д.А. МАРИНИНА<sup>1</sup><sup>1</sup>Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), г. Москва, Россия

## НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ И ДЕФОРМАТИВНОСТЬ СВАРНЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТЫКОВ КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ НА ЗАКЛАДНЫХ ДЕТАЛЯХ

*Аннотация.* Анализ результатов исследований, представленных в научно-технической литературе, показал отсутствие данных о работе сварных вертикальных стыков крупнопанельных зданий на закладных деталях с соединительными элементами в виде гнутых и прокатных уголков.

С целью определения технических параметров, необходимых для расчета и проектирования крупнопанельных зданий, были проведены экспериментальные исследования работы сварных вертикальных стыков на закладных деталях с соединительными элементами в виде гнутых и прокатных уголков при действии растягивающих и сдвигающих усилий. Статическая нагрузка прикладывалась ступенями до разрушения опытных образцов. В ходе испытаний фиксировались перемещения в месте изгиба соединительных элементов опытных образцов. На основании полученных экспериментальных данных определены значения податливости соединительных элементов вертикального стыка на закладных деталях.

Вычислены и предложены поправочные коэффициенты для точного определения податливости соединительных элементов в виде прокатных и гнутых уголков вертикального стыка на закладных деталях. Выявлен различный характер деформирования и разрушения сварных вертикальных стыков на закладных деталях с соединительными элементами в виде гнутых и прокатных уголков с одинаковыми геометрическими размерами при действии на стыки растягивающих и сдвигающих усилий.

**Ключевые слова:** крупнопанельные здания, сварной вертикальный стык, испытание на сдвиг, испытание на растяжение, податливость, упругая стадия работы стыка, разрушающая нагрузка.

D.A. MARININA<sup>1</sup><sup>1</sup>National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU), Moscow, Russia

## THE BEARING CAPACITY AND DEFORMABILITY OF WELDED VERTICAL JOINTS OF LARGE-PANEL BUILDINGS ON EMBEDDED PARTS

**Abstract.** Analysis of the research results presented in the scientific and technical literature showed the absence of data about the operation of welded vertical joints of large-panel buildings on embedded parts with connecting elements in the form of bent and rolled angle bars. In order to determine the technical parameters necessary for the calculation and design of large-panel buildings, experimental researches of the operation of welded vertical joints on embedded parts with connecting elements in the form of bent and rolled corners under the action of tensile and shear forces were carried out. The static load was applied in stages until the destruction of the prototypes. During the experimental researches, the displacements in the place of bending of the connecting elements of the prototypes were recorded. On the basis of the experimental data obtained, the values of compliance of the connecting elements of the vertical joint on embedded parts were determined. Correction coefficients for the correct definition the compliance of connecting elements in the form of rolled and bent angle bars of a vertical joint on embedded parts are calculated and proposed. A different nature of deformation and destruction of welded vertical joints on embedded parts with connecting elements in the form of rolled and bent angle bars with the same geometric dimensions under the action of tensile and shear forces on the joints is revealed.

**Keywords:** *large-panel buildings, welded vertical joint, shear test, tensile test, compliance, elastic stage of joint operation, breaking load.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малахова А.Н., Маринина Д.А. Податливость вертикальных стыков крупнопанельных зданий на закладных деталях // *Строительство и реконструкция*. 2019. № 6 (86). С. 10-16.
2. Горачек Е., Лишак В.И., Пуме Д., Драгилов И.И., Камейко В.А., Морозов Н.В., Цимблер В.Г. Прочность и жесткость стыковых соединений крупнопанельных конструкций. Опыт СССР. Москва: Стройиздат, 1980. 191 с.
3. СП 335.1325800.2017. Крупнопанельные конструктивные системы. Правила проектирования.
4. Пособие по проектированию жилых зданий Вып. 3 Конструкции жилых зданий (к СНиП 2.08.01-85).
5. Миронова Ю.В., Абдрахимова Н.С., Халиуллин А.Р. Повышение сопротивляемости несущей системы бескаркасного здания с бессварными вертикальными стыками прогрессирующему разрушению // *Известия казанского государственного архитектурно-строительного университета*. 2016. № 4 (38). С. 229-235.
6. Митасов В.М., Пантелеев Н.Н. Экспериментальные исследования новой конструкции стыка стеновых панелей с перекрытием в крупнопанельных зданиях // *Известия высших учебных заведений. Строительство*. 2014. № 12(672). С. 5-12.
7. Николаев С.В. Крупнопанельное домостроение – общие вопросы // *Жилищное строительство*. 2012. № 4. С. 4-24.
8. Чистяков Е.А., Зенин С.А., Шарипов Р.Ш., Кудинов О.В. Учет податливости стыковых соединений дискретного типа в расчетах конструктивных систем крупнопанельных зданий – *Academia // Архитектура и строительство*. 2017. № 2. С.123-127.
9. Li H., Shi G. Material Modeling of Concrete for the Numerical Simulation of Steel Plate Reinforced Concrete Panels Subjected to Impacting Loading // *Engineering Materials and Technology, Transactions of the ASME*. 2017. № 139. Pp. 351-366.
10. Yuniarsya E., Kono S., Tani M., Taleb R., Watanabe H., Obara T., Mukai T. Experimental study of lightly reinforced concrete walls upgraded with various schemes under seismic loading // *Engineering Structures*. 2017. № 138. С. 131-145.
11. Malakhova A.N., Davletbaeva D.A. The consideration of compliance of structural joints in calculation of large panel buildings // XXII International Scientific Conference "Construction the Formation of Living Environment" (FORM-2019), Tashkent, Uzbekistan. E3S Web of Conferences 97, 04010 (2019), Volume 97. doi:https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199704010.
12. Malakhova A.N. Davletbaeva D.A. The consideration of complince of structural joints in the numerical calculation of large-panel buildings // *Journal of Physics: Conference Series*. 2019 J. Phys.: Conf. Ser. 1425 012081. doi:https://doi.org/10.1088/1742-6596/1425/1/012081
13. Володин Н.М., Кашеев Г.В. Определение податливости на сдвиг соединений между сборными элементами каркасно-панельных зданий // *Исследования конструкций крупнопанельных зданий*. Москва: Стройиздат, 1981. С. 71-80.
14. Данель В.В., Кузьменко И.Н. Жесткости стыков крупнопанельных зданий: анализ формул, рекомендации по их уточнению и использованию в конечноэлементных моделях // *Актуальные проблемы исследований по теории сооружений. Сборник научных статей. Часть 2*. Москва: ЦНИИСК им. Кучеренко, 2009. С. 261 - 273.
15. Зенин С.А., Шарипов Р.Ш., Кудинов О.В. Анализ существующих методов оценки податливости связей крупнопанельных зданий // *Бетон и железобетон*. 2016. № 3. С. 27-29.
16. Дербенцев И.С., Тарасов М.В., Карякин А.А. Натурные испытания вертикальных шпоночных стыков железобетонных стеновых панелей с петлевыми гибкими связями на сдвиг // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура»*. Т 21. № 3. С. 13-22.
17. Ahilan R., Anandhi S., Govindharajan V. Experimental investigation of vertical connections in precast wall panel under shear load // *Int. J. Sci. Technol. Eng*. 2016. V. 2. № 12. Pp. 217–222.
18. Biswal A. Prasad A.M., Sengupta A.K. Study of shear behavior of grouted vertical joints between precast concrete wall panels under direct shear loading // *Struct. Concr*. 2019. V. 20. № 2. P. 564–582.

## REFERENCES

1. Malakhova A.N., Marinina D.A. Podatlivost' vertikal'nykh stykov krupnpanel'nykh zdaniĭ na zakladnykh detaliakh [The compliance of vertical joints of large-panel buildings made on embedded parts] // *Stroitel'stvo i rekonstruktsiia*. 2019. No. 6 (86). Pp. 10-16. (rus)
2. Gorachek E., Lishak V.I., Pume D., Dragilov I.I., Kameiko V.A., Morozov N.V., Simbler V.G. Prochnost' i zhestkost' stykovykh soedinenii krupnpanel'nykh konstruktсий. Opyt SSSR [Strength and rigidity of butt joints of large-panel structures. USSR experience.]. Moskva: Stroĭizdat, 1980. 191 p. (rus)
3. SP 335.1325800.2017. Krupnpanel'nye konstruktivnye sistemy. Pravila proektirovaniia [Large-panel structural systems]. (rus)

4. Posobie po proektirovaniu zhilykh zdaniĭ Vyp. 3 Konstruktsii zhilykh zdaniĭ (k SNiP 2.08.01-85) [Manual for the design of residential buildings Vol. 3 Structures of residential buildings]. (rus)
5. Mironova I.U., Abdrakhimova N.S., KHaliullin A.R. Povyshenie soprotivliaemosti nesushcheĭ sistemy beskarkasnogo zdaniia s bessvarnymi vertikal'nymi stykami progressiruiushchemu razrusheniui [Improving the resistance of the supporting system of a frameless building with non-welded vertical joints to progressive destruction] // Izvestiia kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. 2016. No. 4 (38). Pp. 229-235. (rus)
6. Mitasov V.M., Pantelev N.N. Ėksperimental'nye issledovaniia novoĭ konstruktsii styka stenovykh panelei s perekrytiem v krupnopanel'nykh zdaniiax [Experimental studies of a new design of the joint between wall panels and ceilings in large-panel buildings] // Izvestiia vysshikh uchebnykh zavedeniĭ. Stroitel'stvo. 2014. No. 12(672). Pp. 5-12. (rus)
7. Nikolaev S.V. Krupnopanel'noe domostroenie – obshchie voprosy [Large-panel housing construction - general issues] // ZHilishchnoe stroitel'stvo. 2012. No. 4. Pp. 4-24. (rus)
8. CHistiakov E.A., Zenin S.A., SHaripov R.SH., Kudinov O.V. Uchet podatlivosti stykovykh soedineniĭ diskretnogo tipa v raschetakh konstruktivnykh sistem krupnopanel'nykh zdaniĭ – Academia [Accounting for the flexibility of butt joints of a discrete type in the calculations of structural systems of large-panel buildings] // Arkhitektura i stroitel'stvo. 2017. No. 2. Pp. 123-127. (rus)
9. Li H., Shi G. Material Modeling of Concrete for the Numerical Simulation of Steel Plate Reinforced Concrete Panels Subjected to Impacting Loading // Engineering Materials and Technology, Transactions of the ASME. 2017. No. 139. Pp. 351-366.
10. Yuniarsya E., Kono S., Tani M., Taleb R., Watanabe H., Obara T., Mukai T. Experimental study of lightly reinforced concrete walls upgraded with various schemes under seismic loading // Engineering Structures. 2017. No. 138. Pp. 131-145.
11. Malakhova A.N., Davletbaeva D.A. The consideration of compliance of structural joints in calculation of large panel buildings // XXII International Scientific Conference "Construction the Formation of Living Environment" (FORM-2019), Tashkent, Uzbekistan. E3S Web of Conferences 97, 04010 (2019), Vol. 97. doi:<https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199704010>.
12. Malakhova A.N., Davletbaeva D.A. The consideration of complince of structural joints in the numerical calculation of large-panel buildings // Journal of Physics: Conference Series. 2019 J. Phys.: Conf. Ser. 1425 012081. doi:<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1425/1/012081/>
13. Volodin N.M., Kashcheev G.V. Opredelenie podatlivosti na sdvig soedineniĭ mezhdru sbornymi ėlementami karkasno-panel'nykh zdaniĭ [Determination of compliance with shear joints between prefabricated elements of frame-panel buildings] // Issledovaniia konstruktsii krupnopanel'nykh zdaniĭ. Moskva: Stroizdat, 1981. Pp. 71-80. (rus)
14. Danel' V.V., Kuz'menko I.N. ZHestkosti stykov krupnopanel'nykh zdaniĭ: analiz formul, rekomendatsii po ikh utochneniiu i ispol'zovaniui v konechnoėlementnykh modeliakh [Joint stiffness of large-panel buildings: analysis of formulas, recommendations for their refinement and use in finite element models] // Aktual'nye problemy issledovaniĭ po teorii sooruzheniĭ. Sbornik nauchnykh stateĭ. CHast' 2. Moskva: TSNIISK im. Kucherenko, 2009. Pp. 261 - 273. (rus)
15. Zenin S.A., SHaripov R.SH., Kudinov O.V. Analiz sushchestvuiushchikh metodov otsenki podatlivosti sviazeĭ krupnopanel'nykh zdaniĭ [Analysis of existing methods for assessing the compliance of connections of large-panel buildings] // Beton i zhelezobeton. 2016. No. 3. Pp. 27-29. (rus)
16. Derbentsev I.S., Tarasov M.V., Kariakin A.A. Naturnye ispytaniia vertikal'nykh shponochnykh stykov zhelezobetonnykh stenovykh panelei s petlevymi gibkimi sviaziami na sdvig [Field tests of vertical keyed joints of reinforced concrete wall panels with flexible loop ties for shear] // Vestnik IUUrGU. Seriiia «Stroitel'stvo i arkhitektura». T. 21. No. 3. Pp. 13-22. (rus)
17. Ahilan R., Anandhi S., Govindharajan V. Experimental investigation of vertical connections in precast wall panel under shear load // Int. J. Sci. Technol. Eng. 2016. V. 2. No. 12. Pp. 217–222.
18. Biswal A. Prasad A.M., Sengupta A.K. Study of shear behavior of grouted vertical joints between precast concrete wall panels under direct shear loading // Struct. Concr. 2019. V. 20. No. 2. Pp. 564–582.

### Информация об авторе:

#### Маринина Дарья Александровна

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), г. Москва, Россия,  
аспирант кафедры железобетонных и каменных конструкций.  
E-mail: [davletbaevadasha@mail.ru](mailto:davletbaevadasha@mail.ru)

### Information about author:

#### Marinina Daria Al.

National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU), Moscow, Russia,  
postgraduate student of the department of Reinforced Concrete and Stone Structures.  
E-mail: [davletbaevadasha@mail.ru](mailto:davletbaevadasha@mail.ru)