

О.Е. ОСОВСКИХ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск, Россия

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФРАГМЕНТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО КАРКАСА МНОГОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ ПРИ СЛОЖНОМ НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ

*Аннотация.* В статье приведены результаты экспериментальных исследований и расчетного анализа железобетонной пространственной рамы – фрагмента каркаса многоэтажного здания в предельных и запредельных состояниях. Выполнена серия испытаний на проектные и запроектные воздействия в стадии работы конструкции без трещин. Динамический расчет рассматриваемой конструктивной системы выполнен в режиме прямого интегрирования уравнений движения. Установлены особенности деформирования рамы до и после запроектного воздействия, вызывающего внезапную структурную перестройку конструктивной системы. Получено удовлетворительное согласование результатов расчета с результатами испытаний.

*Ключевые слова:* пространственная рама, железобетон, составное сечение, сложное напряженное состояние, двухуровневая расчетная схема, деформации.

О.Е. OSOVSKIKH<sup>1</sup>

<sup>1</sup>SouthwestState University, Kursk, Russia

## EXPERIMENTAL STUDIES OF A FRAGMENT OF A REINFORCED CONCRETE FRAME OF A MULTI-STOREY BUILDING UNDER COMPLEX STRESS STATE

*Abstract.* The article presents the results of experimental research and computational analysis of a reinforced concrete spatial frame - a fragment of the frame of a multi-storey building in limiting and out-of-limit states. A series of tests for design and beyond design impacts was performed at the stage of construction without cracks. The dynamic calculation of the considered structural system was carried out in the mode of direct integration of the equations of motion. The features of frame deformation before and after the beyond design basis impact, causing a sudden structural restructuring of the structural system, have been established. Satisfactory agreement of the calculation results with the test results is obtained.

*Keywords:* spatial frame, reinforced concrete, composite section, complex stress state, two-level design scheme, deformations.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон №384 – ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». Москва, 2010.
2. СП 385.1325800.2018 Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения (с Изменением N 1) М.: Минстрой России, 2019.
3. Travush V.I., Fedorova N.V. Survivability of structural systems of buildings with special effects // Magazine of Civil Engineering. 2018. № 5 (81). С. 73-80.
4. Alkadi S.A., Osovskiyh O.E., Fedorova N.V. Analysis of reinforced concrete space frame deformation with composite sections elements // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Novosibirsk, 2018. С. 012033.

5. Колчунов В.И., Осовских Е.В., Филатова С.А. Способ экспериментального определения динамических догрузений в рамно-стержневых конструктивных системах и устройство, реализующее его. Патент на изобретение RU 2622496 С, 15.06.2017. Заявка № 2016128903 от 15.07.2016.
6. Ключева Н.В., Кореньков П.А. Методика экспериментального определения параметров живучести железобетонных рамно-стержневых конструктивных систем // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 2. С. 44-48.
7. Федорова Н.В., Кореньков П.А., Ву Н.Т. Методика экспериментальных исследований деформирования монолитных железобетонных каркасов зданий при аварийных воздействиях. // Строительство и реконструкция. 2018. № 4 (78). С. 42-52.
8. Родевич В.В., Арзамасцев С.А. Экспериментальные исследования железобетонных элементов, работающих на изгиб с кручением, при статическом и кратковременном динамическом воздействиях. // Жилищное строительство. 2014. № 10. С. 15-18.
9. Perelmutter A.V., Kabantsev O.V. About the problem of analysis resistance bearing systems in failure of a structural element. // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2018. T. 14. № 3. С. 103-113.
10. Кабанцев О.В., Перельмутер А.В. О методах анализа сопротивления несущих систем в режимах отказа конструктивного элемента // В сборнике: "Лолейтовские чтения-150". Современные методы расчета железобетонных и каменных конструкций по предельным состояниям. Сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 150-летию со дня рождения профессора, автора методики расчета железобетонных конструкций по стадии разрушения, основоположника советской научной школы теории железобетона, основателя и первого заведующего кафедрой железобетонных конструкций Московского инженерно-строительного института (МИСИ) А.Ф. Лолейта. Под редакцией А.Г. Тамразяна. 2018. С. 132-137.
11. Осовских О.Е. Программа для обработки тензометрических данных динамических испытаний Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2021616294, 20.04.2021. Заявка № 2021615148 от 13.04.2021

## REFERENCES

1. Federal Law No. 384 - FZ "Technical Regulations on the Safety of Buildings and Structures". Moscow, 2010.
2. SP 385.1325800.2018 Protection of buildings and structures from progressive collapse. Design rules. Basic Provisions (with Amendment No. 1) М.: Ministry of Construction of Russia, 2019
3. Survivability of structural systems of buildings with special effects Travush V.I., Fedorova N.V. // Magazine of Civil Engineering. 2018. № 5 (81). С. 73-80.
4. Kolchunov V.I., Osovskikh E.V., Filatova S.A. Sposob eksperimental'nogo opredeleniya dinamicheskikh dogruzhenij v ramno-sterzhnevyykh konstruktivnykh sistemah i ustrojstvo, realizuyushchee ego [A method for the experimental determination of dynamic additional loading in frame-rod structural systems and a device that implements it]. Invention patent RU 2622496 C, 15.06.2017. Application No. 2016128903 dated 15.07.2016.
5. Alkadi S.A., Osovskiyh O.E., Fedorova N.V. Analysis of reinforced concrete space frame deformation with composite sections elements // In the collection: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Novosibirsk, 2018. С. 012033.
6. Klyueva N.V., Korenkov P.A. Metodika eksperimental'nogo opredeleniya parametrov zhivuchesti zhelezobetonnykh ramno-sterzhnevyykh konstruktivnykh sistem [The method of experimental determination of the parameters of survivability of reinforced concrete frame-bar structural systems] // Industrial and civil construction. 2016. No. 2. S. 44-48.
7. Fedorova N.V., Korenkov P.A., Wu N.T. Metodika eksperimental'nykh issledovaniy deformirovaniya monolitnykh zhelezobetonnykh karkasov zdaniy pri avarijnykh vozdeystviyah [Technique of experimental studies of deformation of monolithic reinforced concrete frames of buildings under emergency impacts] // Stroitel'stvo i rekonstruktsiya. 2018. No. 4 (78). S. 42-52.
8. Rodevich V.V., Arzamastsev S.A. Eksperimental'nye issledovaniya zhelezobetonnykh elementov, rabotayushchih na izgib s krucheniem, pri staticheskom i kratkovremennom dinamicheskom vozdeystviyah [Experimental studies of reinforced concrete elements operating in torsional bending under static and short-term dynamic effects] // Zhilishchnoe stroitel'stvo. 2014. No. 10. S. 15-18.
9. Perelmutter A.V., Kabantsev O.V. About the problem of analysis resistance bearing systems in failure of a structural element. // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2018. T. 14. № 3. С. 103-113.
10. Kabantsev O.V., Perelmutter A.V. O metodah analiza soprotivleniya nesushchih sistem v rezhimakh otказа konstruktivnogo elementa [On the methods of analysis of the resistance of bearing systems in the modes of failure of a structural element]. // In the collection: "Loleit readings-150". Modern methods for calculating reinforced concrete and masonry structures by limiting states. Collection of reports of the International Scientific and Practical Conference

dedicated to the 150th anniversary of the birth of the professor, the author of the method for calculating reinforced concrete structures by the stage of destruction, the founder of the Soviet scientific school of the theory of reinforced concrete, the founder and first head of the department of reinforced concrete structures of the Moscow Civil Engineering Institute (MISI) A. F. Loleita. Edited by A.G. Tamrazyan. 2018.S. 132-137.

11. Osovskikh O.E. Programma dlya obrabotki tenzometricheskikh dannyh dinamicheskikh ispytaniy [Program for processing tensometric data of dynamic tests]. Certificate of registration of the computer program RU 2021616294, 20.04.2021. Application No. 2021615148 dated 04/13/2021

**Информация об авторе:**

**Осовских Ольга Евгеньевна**

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск, Россия,  
аспирант кафедры уникальных зданий и сооружений.

E-mail: [olga.-osa@mail.ru](mailto:olga.-osa@mail.ru)

**Information about author:**

**Osovskikh Olga E.**

Southwest State University, Kursk, Russia,  
postgraduate of the department of unique buildings and structures.

E-mail: [olga.-osa@mail.ru](mailto:olga.-osa@mail.ru)