

О.Г. КУМПЯК¹, З.Р. ГАЛЯУТДИНОВ¹, Д.Р. ГАЛЯУТДИНОВ¹

¹ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет» (ТГАСУ), г. Томск, Россия

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ БАЛКИ С УЧЕТОМ РЕАКЦИИ РАСПОРА ПРИ КРАТКОВРЕМЕННОМ ДИНАМИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ

Аннотация. В статье представлены результаты теоретических исследований железобетонных балок с учетом ограничения горизонтального смещения на опорах при кратковременном динамическом нагружении. В исследованиях деформирование конструкции рассмотрено в условно упругой и пластической стадиях. Установлено, что наличие распора приводит к значительному увеличению прочности и снижению деформативности конструкций, как условно упругой, так и пластической стадиях. В работе отражены результаты численного расчета железобетонных балочных конструкций с распором при кратковременном динамическом нагружении на основе полученных аналитических зависимостей. Рассмотрено влияние реакции распора, а именно жесткости опорного контура на коэффициент динамичности железобетонных конструкций по сравнению с конструкциями без распора. Результаты численных исследований свидетельствуют о положительном влиянии реакции распора в динамически нагруженных конструкциях на всех стадиях их динамического деформирования.

Ключевые слова: железобетонная балка, распор, кратковременная динамическая нагрузка, уравнение движения балки, функция динамичности, коэффициент динамичности.

O.G. KUMPYAK¹, Z.R. GALYAUTDINOV¹, D.R. GALYAUTDINOV¹

¹Tomsk State University of Architecture and Building (TSUAB), Tomsk, Russia

REINFORCED CONCRETE BEAMS TAKING INTO ACCOUNT THE REACTION OF THE THRUST UNDER SHORT-TERM DYNAMIC LOADING

Abstract. The article presents the results of theoretical studies of reinforced concrete beams, taking into account the limitation of horizontal displacement on supports under short-term dynamic loading. In studies, the deformation of the structure is considered in the conditionally elastic and plastic stages. It has been established that the presence of thrust leads to a significant increase in strength and a decrease in the deformability of structures, both in the conditionally elastic and plastic stages. The paper reflects the results of a numerical calculation of reinforced concrete beam structures with thrust under short-term dynamic loading based on the obtained analytical dependencies. The effect of the thrust reaction, namely the rigidity of the support contour, on the dynamic coefficient of reinforced concrete structures is considered in comparison with structures without expansion. The results of numerical studies indicate a positive effect of the expansion reaction in dynamically loaded structures at all stages of their dynamic deformation.

Keywords: reinforced concrete beam, thrust, short-term dynamic load, beam motion equation, dynamic function, dynamic coefficient.

© Кумпяк О.Г., Галяутдинов З.Р., Галяутдинов Д.Р., 2023

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тонких Г.П., Кумпяк О.Г., Галяутдинов З.Р. Особенности проектирования убежищ гражданской обороны с податливыми опорами в виде сминаемых вставок кольцевого сечения // Технологии гражданской безопасности. 2022. № 19. С. 25-30.
2. Трекин Н.Н. Учет податливости узловых сопряжений в железобетонных конструктивных системах // Вестник. ВНИИЖТа. 2003. № 5. С. 27-29.

3. Краснощекоев Ю.В., Комлев А.А. Распорность элементов конструктивных систем как случайное явление // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2014. № 1(35). С. 45-49.
4. Галяутдинов З.Р., Кумпяк О.Г., Галяутдинов Д.Р., Шипилова Е.В. Динамический расчет железобетонных балок на податливых опорах за пределами упругости // Строительная механика и расчет сооружений. 2022. № 5(304). С. 33-41.
5. Гвоздев А.А., Дмитриев С.А., Крылов С.М. Новое о прочности железобетона. Москва: Стройиздат, 1976. 272 с.
6. Дербенцев И.С., Карякин А.А. Метод определения усилия распора при сдвиге монолитных шпоночных межпанельных вертикальных стыков // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 1. С. 257-257.
7. Зайцев Л.Н. Влияние распора на распределение усилий, несущую способность и деформативность статически неопределимых железобетонных балок // Трещиностойкость и деформативность обычных и предварительно напряженных железобетонных конструкций: сб. трудов НИИЖБ. Москва: Стройиздат, 1965. С. 137-168.
8. Корсун В.И., Недорезов А.В., Виноградова Т.Н. Влияние распора на несущую способность железобетонных балок // Лолейтовские чтения – 150 – Москва: Издательство МИСИ-МГСУ, 2018. С. 180-186.
9. Кузнецов В.С., Шапошникова Ю.А. Прочность преднапряженного монолитного безбалочного перекрытия в стадиях изготовления и разрушения // Системные технологии. 2016. № 1(18). С. 89-92.
10. Кумпяк О.Г., Галяутдинов З.Р. Экспериментальные исследования опертых по контуру железобетонных плит с распором // Вестник ТГАСУ. 2015. № 3. С. 113-120.
11. Кумпяк О.Г., Галяутдинов Д.Р. Экспериментальные исследования железобетонных балок с распором на податливых опорах при кратковременном динамическом нагружении. Вестник ТГАСУ. 2021. № 23(6). С. 143-156.
12. Попов Н.Н., Расторгуев Б.С. Расчет железобетонных конструкций на действие кратковременных динамических нагрузок. Москва: Стройиздат, 1964. 151 с.
13. Тихонов И.Н. Принципы расчета прочности и конструирования армирования балок перекрытий зданий из монолитного железобетона для предотвращения прогрессирующего разрушения // Научно-технический и производственный журнал «Жилищное строительство». 2013. № 2. С. 40-45.
14. Kumpyak O.G., Galyautdinov Z.R., Galyautdinov D.R. Experimental study of beams on yielding supports with thrust // MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 143. doi:10.1051/1.4973016.
15. Huynh L., Foster S., Valipour H., Rendall R. High strength and reactive powder concrete columns subjected to impact: Experimental investigation // Construction and Building Materials. 2015. Vol. 78. Pp. 153-171.
16. Christiansen, K. P. The effect of membrane stresses on the ultimate strength of the interior panel in a reinforced concrete slab // The Structural Engineer. 1963. Vol. 41. No. 8. Pp. 261-265.
17. Виноградова Т.Н. Влияние распора на работу железобетонных балочных конструкций при кратковременных динамических воздействиях: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва, 1977. 155 с.

REFERENCES

1. Tonkikh G.P., Kumpyak O.G., Galyautdinov Z.R. Osobnosti proyektirovaniya ubezshishch grazhdanskoj oborony s podatlivymi oporami v vide sminayemykh vstavok kol'tseвого secheniya // Tekhnologii grazhdanskoj bezopasnosti. 2022. No. 19. Pp. 25-30. (rus)
2. Trekin N.N. Uchet podatlivosti uslovykh sopryazheniy v zhelezobetonnykh konstruktivnykh sistemakh // Vestnik VNIIZHTa. 2003. No. 5. Pp. 27-29. (rus)
3. Krasnoshchekov YU.V., Komlev A.A. Raspornost' elementov konstruktivnykh sistem kak slu-chaynoye yavleniye // Vestnik Sibirskoy gosudarstvennoy avtomobil'no-dorozhnoy akademii. 2014. No. 1(35). Pp. 45-49. (rus)
4. Galyautdinov Z.R., Kumpyak O.G., Galyautdinov D.R., Shipilova Ye.V. Dinamicheskiy raschet zhelezobetonnykh balok na podatlivykh oporakh za predelami uprugosti // Stroitel'naya mekhanika i raschet sooruzheniy. 2022. No. 5(304). Pp. 33-41. (rus)
5. Gvozdev A.A., Dmitriyev S.A., Krylov S.M. Novoye o prochnosti zhelezobetona. Moskva: Stroyizdat, 1976. 272 p. (rus)
6. Derbentsev I.S., Karyakin A.A. Metod opredeleniya usiliya raspora pri sdvige monolitnykh shponochnykh mezhpanel'nykh vertikal'nykh stykov // Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. 2014. No. 1. Pp. 257-257. (rus)
7. Zaytsev L.N. Vliyaniye raspora na raspredeleniye usilий, nesushchuyu sposobnost' i deforma-tivnost' staticheski neopredelimykh zhelezobetonnykh balok // Treshchinostoykost' i deformativnost' obychnykh i predvaritel'no napryazhennykh zhelezobetonnykh konstruktсий: sb. trudov NIIZHB. Moskva: Stroyizdat, 1965. Pp. 137-168. (rus)
8. Korsun V.I., Nedorezov A.V., Vinogradova T.N. Vliyaniye raspora na nesushchuyu sposobnost' zhelezobetonnykh balok // Loleytovskie chteniya – 150 – Moskva: Izdatel'stvo MISI-MGSU, 2018. Pp 180-186. (rus)
9. Kuznetsov V.S., Shaposhnikova YU.A. Prochnost' prednapryazhennogo monolitnogo bezbaloch-nogo perekrytiya v stadiyakh izgotovleniya i razrusheniya // Sistemnyye tekhnologii. 2016. No. 1(18). Pp. 89-92. (rus)

10. Kumpyak O.G., Galyautdinov Z.R. Eksperimental'nyye issledovaniya opertykh po konturu zhelezobetonnykh plit s rasporom // Vestnik TGASU. 2015. No. 3. Pp. 113-120. (rus)
11. Kumpyak O.G., Galyautdinov D.R. Eksperimental'nyye issledovaniya zhelezobetonnykh balok s rasporom na podatlivykh oporakh pri kratkovremennom dinamicheskom nagruzhении. Vestnik TGASU. 2021. No. 23(6). Pp. 143-156. (rus)
12. Popov N.N., Rastorguyev B.S. Raschet zhelezobetonnykh konstruktsiy na deystviye kratkovre-mennykh dinamicheskikh nagruzok. Moskva: Stroyizdat, 1964. 151 p. (rus)
13. Tikhonov, I.N. Printsipy rascheta prochnosti i konstruirovaniya armirovaniya balok pere-krytiy zdaniy iz monolitnogo zhelezobetona dlya predotvrashcheniya progressiruyushchego razrusheniya // Nauchno-tekhnicheskii i proizvodstvennyy zhurnal «Zhilishchnoye stroitel'stvo». 2013. No. 2. Pp. 40-45. (rus)
14. Kumpyak O.G., Galyautdinov Z.R., Galyautdinov D.R. Experimental study of beams on yielding supports with thrust // MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 143. doi:10.1051/1.4973016.
15. Huynh L., Foster S., Valipour H., Rendall R. High strength and reactive powder concrete columns subjected to impact: Experimental investigation // Construction and Building Materials. 2015. Vol. 78. Pp. 153-171.
16. Christiansen K.P. The effect of membrane stresses on the ultimate strength of the interior panel in a reinforced concrete slab // The Structural Engineer. 1963. Vol. 41. No. 8. Pp. 261–265.
17. Vinogradova T.N. Vliyaniye raspora na rabotu zhelezobetonnykh balochnykh konstruktsiy pri kratkovremennykh dinamicheskikh vozdeystviyakh: Dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. Moskva, 1977. 155 p. (rus)

Информация об авторах:

Кумпяк Олег Григорьевич

ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», г. Томск, Россия, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры железобетонные и каменные конструкции. E-mail: OGKumpyak@yandex.ru

Галяутдинов Заур Рашидович

ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», г. Томск, Россия, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой железобетонные и каменные конструкции. E-mail: GazR@yandex.ru

Галяутдинов Дауд Рашидович

ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», г. Томск, Россия, ассистент кафедры железобетонные и каменные конструкции. E-mail: DaudG@yandex.ru

Information about authors:

Kumpyak Oleg G.

Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia, doctor in technical sciences, professor, professor of the department of reinforced concrete and stone structures. E-mail: OGKumpyak@yandex.ru

Galyautdinov Zaur R.

Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia, doctor in technical sciences, docent, head of the department of reinforced concrete and stone structures. E-mail: GazR@yandex.ru

Galyautdinov Daud R.

Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia, assistant of the department of reinforced concrete and stone structures. E-mail: DaudG@yandex.ru