

А.Д. ИСТОМИН¹

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия

ВЛИЯНИЕ ЦИКЛИЧЕСКОГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ И ОТТАИВАНИЯ НА ДИАГРАММУ ДЕФОРМИРОВАНИЯ СЖАТОГО БЕТОНА

Аннотация. При расчете железобетонных конструкций широко применяются деформационные модели материалов. При этом используются диаграммы бетона при сжатии с учетом нисходящей ветви. Аналитическое описание диаграммы работы бетона связано с определением таких параметров бетона, как начальный модуль упругости; призматическая прочность; предельные деформации сжатия в вершине диаграммы; значение деформаций на нисходящей ветви при 85% от призматической прочности. Воздействие знакопеременных температур на железобетонные конструкции зданий и сооружений приводит к развитию деструктивных процессов в бетоне. При этом мало исследованным остается вопрос о влиянии циклического замораживания и оттаивания на полные диаграммы бетона, включая предельные деформации сжатия. Определяющим фактором, влияющим на деформативно-прочностные свойства бетона в условиях замораживания и оттаивания, является его влажность. В связи с этим проведены исследования по влиянию циклических замораживаний и оттаиваний на диаграммы состояния бетона различной влажности, результаты которых представлены в данной работе.

Ключевые слова: циклическое замораживание и оттаивание, диаграмма деформирования, влажность бетона, предельные деформации, прочность, модуль упругости.

A.D. ISTOMIN¹

¹Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

THE EFFECT OF CYCLIC FREEZING AND THAWING ON THE DEFORMATION DIAGRAM OF COMPRESSED CONCRETE

Abstract. Deformation models of materials are widely used in the calculation of reinforced concrete structures. At the same time, concrete compression diagrams are used, taking into account the descending branch. The analytical description of the concrete work diagram is associated with the determination of such concrete parameters as the initial modulus of elasticity; prismatic strength; extreme compression deformations at the top of the diagram; the value of deformations on the descending branch at 85% of the prismatic strength. The influence of alternating temperatures on reinforced concrete structures of buildings and structures leads to the development of destructive processes in concrete. At the same time, the question of the effect of cyclic freezing and thawing on the complete diagrams of concrete, including the ultimate compression deformations, remains poorly investigated. The determining factor affecting the deformation and strength properties of concrete under freezing and thawing conditions is its humidity. In this regard, studies have been conducted on the effect of cyclic freezing and thawing on the diagrams of the state of concrete of various humidity, the results of which are presented in this paper.

Keywords: cyclic freezing and thawing, deformation diagram, concrete moisture, ultimate deformations, strength, modulus of elasticity.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко В.М. Некоторые вопросы нелинейной теории железобетона. Харьков, ХГУ. 1968. 324 с.
2. Карпенко Н.И. Общие модели механики железобетона. М.: Стройиздат, 1996. 411 с.
3. Карпенко Н.И., Соколов Б.С., Радайкин О.В. Анализ и совершенствование криволинейных диаграмм деформирования бетона для расчета железобетонных конструкций по деформационной модели // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 1. С. 28-30.
4. Байков В.Н., Горбатов С.В., Димитров З.А. Построение зависимости между напряжениями и деформациями сжатого бетона по системе нормируемых показателей // Изв. вузов. Сер.: Стр-во и архитектура. 1977. № 6. С. 15–18.
5. Карпенко Н.И., Мухамендиев Т.А., Петров Н.А. Исходные и трансформированные диаграммы деформирования бетона и арматуры // Сб. тр. «Напряженно-деформированное состояние бетонных и железобетонных конструкций», М. НИИЖБ, 1986. С. 7-25.
6. Михайлов В.В. Расчет прочности нормальных сечений изгибаемых элементов с учетом полной диаграммы деформирования бетона // Бетон и железобетон. 1993. № 3. С. 26.
7. Залесов А.С., Чистяков Е.А., Ларичева И.Ю. Деформационная расчетная модель железобетонных элементов при действии изгибающих моментов и продольных сил // Бетон и железобетон. 1996.
8. Мурашкин Г.В., Мордовский С.С. Применение диаграмм деформирования для расчета несущей способности внецентренно сжатых железобетонных элементов // Жилищное строительство. Москва, 2013. № 3. С. 38–40.
9. Майоров В.И., Рацириниву Де Руссель Ж. Исследование и аналитическое описание диаграммы работы бетона при расчете железобетонных конструкций по деформационной модели // Вестник РУДН, серия Инженерные исследования. 2000. № 3. С. 97-102.
10. Михайлов В.В., Емельянов М.П., Дудолов Л.С., Митасов В.М. Некоторые предложения по описанию диаграммы деформаций бетона при загрузении // Изв. вузов. Сер.: Стр-во и архитектура. 1983. № 2. С. 23-27.
11. Мурашкин Г.В., Мурашкин В.Г. Моделирование диаграммы деформирования бетона и схемы НДС // Изв. вузов. Сер.: Стр-во и архитектура. 1997. № 10. С. 4–6.
12. Бабич Е.М., Крусь Ю.А., Гарницкий Ю.В. Новые аппроксимации зависимости «напряжения–деформации», учитывающие нелинейность деформирования бетонов // Изв. вузов. Сер.: Стр-во и архитектура. 1996. № 2. С. 39-44.
13. Карпенко Н.И., Ерышев В.А., Латышева Е.В. Методика расчета параметров деформирования бетона при разгрузке с напряжений сжатия // Вестник МГСУ. 2014. № 3. С. 168-178.
14. Совгира В.В. Полные равновесные диаграммы деформирования одноосно сжатого и растянутого бетона // Проблемы современного бетона и железобетона. Минск, 2016. Вып. 8. С. 270–289.
15. Назаренко В.Г., Боровских А.В. Диаграмма деформирования бетонов с учетом ниспадающей ветви // Бетон и железобетон. 1999. № 2. С. 18–22.
16. Дзюба Р.Р. Исследование диаграмм деформирования бетона для расчета железобетонных конструкций // Символ науки. 2016. № 3. С. 42-45.
17. Бондаренко В.М., Римшин В.И. Квазилинейные уравнения силового сопротивления и диаграмма σ – ϵ бетона // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2014. № 6. С. 40–44.
18. Карпенко С.Н., Карпенко Н.И., Ярмаковский В.Н. Диаграммный метод расчета стержневых железобетонных конструкций, эксплуатируемых при воздействии низких климатических (до -70 °С) и технологических (до -150 °С) температур // Строительные науки. № 1. 2017. С. 104-108.
19. Алмазов В.О. Проектирование железобетонных конструкций по ЕВРОНОРМАМ. Научное издание. М.: Из-во АСВ. Строительство и архитектура. 2011. 216 с.
20. Струлев В.М., Яркин Р.А. О современных методах обеспечения долговечности железобетонных конструкций // Вестник ТГТУ. 2003. Т. 9. № 2. С. 277-281.
21. Карпенко Н.И., Карпенко С.Н., Ярмаковский В.Н., Ерофеев В.Т. О современных методах обеспечения долговечности железобетонных конструкций // Academia. Архитектура и строительство. 2015. № 1. С. 93-103.
22. Пинус Б.И., Пинус Ж.Н., Хомякова И.В. Изменение конструктивных свойств бетонов при охлаждении и замораживании // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015. № 2(97). С. 111-116.
23. Истомин А.Д., Назаров Т.А. Влияние природных циклов замораживания — оттаивания на прочность и деформативность бетона // Технология текстильной промышленности. 2019. № 3(381). С. 52-56.

REFERENCES

1. Bondarenko V.M. Nekotory`e voprosy` nelinejnoj teorii zhelezobetona. Har`kov, XGU. 1968. 324 p.
2. Karpenko N.I. Obshhie modeli mexaniki zhelezobetona. M.: Strojizdat, 1996. 411 p.

3. Karpenko N.I., Sokolov B.S., Radajkin O.V. Analiz i sovershenstvovanie krivolinejny`x diagramm deformirovaniya betona dlya rascheta zhelezobetonny`x konstrukcij po deformacionnoj modeli // Promy`shlennoe i grazhdanskoe stroitel`stvo. 2013. No. 1. Pp. 28-30.
4. Bajkov V.N., Gorbatov S.V., Dimitrov Z.A. Postroenie zavisimosti mezhdru napryazheniyami i deformაციями szhatogo betona po sisteme normiruemy`x pokazatelej // Izv. vuzov. Ser.: Str-vo i arxitektura. 1977. No. 6. Pp. 15–18.
5. Karpenko N.I., Muxamendiev T.A., Petrov N.A. Isxodny`e i transformirovanny`e diagrammy` deformirovaniya betona i armatury` // Sb. tr. «Napryazhenno-deformirovannoe sostoyanie betonny`x i zhelezobetonny`x konstrukcij», M. NIIZhB, 1986. Pp. 7-25.
6. Mixajlov V.V. Raschet prochnosti normalny`x sechenij izgibaemy`x e`lementov s uchedom polnoj diagrammy` deformirovaniya betona // Beton i zhelezobeton. 1993. No. 3. Pp. 26.
7. Zalesov A.S., Chistyakov E.A., Laricheva I.Yu. Deformacionnaya raschetnaya model` zhelezobetonny`x e`lementov pri dejstvii izgibayushhix momentov i prodolny`x sil // Beton i zhelezobeton, 1996.
8. Murashkin G.V., Mordovskij S.S. Primenenie diagramm deformirovaniya dlya rascheta nesushhej sposobnosti vncentrenno szhaty`x zhelezobetonny`x e`lementov // Zhilishhnoe stroitel`stvo. Moskva, 2013. No. 3. Pp. 38–40.
9. Majorov V.I., Raciriniv De Russel` Zh. Issledovanie i analiticheskoe opisanie diagrammy` raboty` betona pri raschete zhelezobetonny`x konstrukcij po deformacionnoj modeli // Vestnik RUDN, seriya Inzhenerny`e issledovaniya. 2000. No. 3. Pp. 97-102.
10. Mixajlov V.V., Emel`yanov M.P., Dudoladov L.S., Mitasov V.M. Nekotory`e predlozheniya po opisaniyu diagrammy` deformacij betona pri zagruzhении // Izv. vuzov. Ser.: Str-vo i arxitektura. 1983. No. 2. Pp. 23-27.
11. Murashkin G. V., Murashkin V. G. Modelirovanie diagrammy` deformirovaniya betona i sxemy` NDS // Izv. vuzov. Ser.: Str-vo i arxitektura. 1997. No. 10. Pp. 4–6.
12. Babich E. M., Krus` Yu. A., Garniczkiy Yu. V. Novy`e approksimacii zavisimosti «napryazheniya–deformacii», uchityvayushhie nelinejnost` deformirovaniya betonov // Izv. vuzov. Ser.: Str-vo i arxitektura. 1996. No. 2. Pp. 39-44.
13. Karpenko N.I., Ery`shev V.A., Laty`sheva E.V. Metodika rascheta parametrov deformirovaniya betona pri razgruzke s napryazhenij szhatiya // Vestnik MGSU. 2014. No. 3. Pp. 168-178.
14. Sovgira V.V. Polny`e ravnovesny`e diagrammy` deformirovaniya odnoosno szhatogo i rastyanutogo betona // Problemy` sovremennogo betona i zhelezobetona. Minsk. 2016. V. 8. Pp. 270–289.
15. Nazarenko V. G., Borovskix A.V. Diagramma deformirovaniya betonov s uchedom nispadayushhej vetvi // Beton i zhelezobeton. 1999. No. 2. Pp. 18–22.
16. Dzyuba R.R. Issledovanie diagramm deformirovaniya betona dlya rascheta zhelezobetonny`x konstrukcij // Simvol nauki. 2016. No. 3. Pp. 42-45.
17. Bondarenko V.M., Rimshin V.I. Kvazilinejny`e uravneniya silovogo soprotivleniya i diagramma σ – ϵ betona // Stroitel`naya mexanika inzhenerny`x konstrukcij i sooruzhenij. 2014. No. 6. Pp. 40–44.
18. Karpenko S.N., Karpenko N.I., Yarmakovskij V.N. Diagrammny`j metod rascheta sterzhnevny`x zhelezobetonny`x konstrukcij, e`kspluatiруemy`x pri vozdejstvii nizkix klimaticheskix (do –70 °C) i texnologicheskix (do –150 °C) temperatur // Stroitel`ny`e nauki. 2017. No. 1. Pp. 104-108.
19. Almazov V.O. Proektirovanie zhelezobetonny`x konstrukcij po EVRONORMAM. Nauchnoe izdanie. – M.:Iz-vo ASV. Stroitel`stvo i arxitektura. 2011. 216 p.
20. Strulev V.M., Yarkin R.A. O sovremenny`x metodax obespecheniya dolgovechnosti zhelezobetonny`x konstrukcij // Vestnik TGTU. 2003. T. 9. No. 2. Pp. 277-281.
21. Karpenko N.I., Karpenko S.N., Yarmakovskij V.N., Erofeev V.T. O sovremenny`x metodax obespecheniya dolgovechnosti zhelezobetonny`x konstrukcij // Academia. Arxitektura i stroitel`stvo. 2015. No. 1. Pp. 93-103.
22. Pinus B.I., Pinus Zh.N., Xomyakova I.V. Izmenenie konstruktivny`x svojstv betonov pri oxlazhdenii i zamorazhivanii // Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo texnicheskogo universiteta. 2015. No. 2(97). Pp. 111-116.
23. Istomin A.D., Nazarov T.A. Vliyanie prirodny`x ciklov zamorazhivaniya — ottaivaniya na prochnost` i deformativnost` betona // Texnologiya tekstil`noj promy`shlennosti. 2019. No. 3(381). Pp. 52-56.

Информация об авторе:

Истомин Андрей Дмитриевич

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия, кандидат технических наук, доцент кафедры железобетонных и каменных конструкций.

E-mail: nauka.07@mail.ru

Information about author:

Istomin Andrey D.

Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia,

candidate of technical sciences, associate professor of the department «Reinforced concrete and stone structures».

E-mail: nauka.07@mail.ru