

В.Г. МУРАШКИН<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ООО «Риэлтстрой», г. Самара, Россия

## КОЭФФИЦИЕНТ СЕКУЩЕГО МОДУЛЯ ДЛЯ РЕКОНСТРУИРУЕМОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

**Аннотация.** При реконструкции, либо по истечении срока эксплуатации, а также в связи с внешним воздействием - железобетонные конструкции требуют обследования и проведения поверочных расчетов. Наиболее современные и точные расчеты построены на диаграммных методах. Существующие диаграммы деформирования бетона ориентированы на проектирование новых конструкций и не адаптированы для бетонов, изменившим свои прочностные и деформационные свойства с течением времени или от внешнего воздействия. Основной параметр, описывающий деформативность бетона это коэффициент секущего модуля. Предложена методика определения коэффициента секущего модуля. Она основана на применении экспоненциальной модели деформирования бетона. Полученный коэффициент, может быть использован для общепринятого описания диаграммы деформирования бетона. Методика рассмотрена на конкретном примере. Предложенная методика позволит значительно расширить диапазон применения диаграммных методов расчета и распространить их на бетоны после длительной эксплуатации или внешнего воздействия.

**Ключевые слова:** диаграмма деформирования бетона, диаграммный метод, коэффициент секущего модуля, реконструкция.

V.G. MURASHKIN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ООО «Rieltstroy», Samara, Russia

## SECANT MODULUS RATIO FOR RECONSTRUCTABLE REINFORCED CONCRETE

**Abstract.** During the reconstruction, or upon expiration of the service life, as well as after external impact, reinforced concrete structures require examination and verification calculations. The most modern and accurate calculations are based on diagram methods. Existing diagrams of concrete deformation are focused on designing new structures and are not adapted to the concretes that have changed their strength and deformation properties over time or because of external influences. The main parameter describing the deformability of concrete is the secant modulus ratio. A technique for determining the secant modulus ratio is proposed in this arctical. The technique is based on using the exponential concrete deformation model. The obtained secant modulus ratio can be used for the widely adopted description of the concrete deformation diagram. The technique is illustrated on a specific example. The proposed technique significantly expands the application range of diagram methods and extend them to concrete after long-term operation or external impact.

**Keywords:** stress-strain diagram of concrete, diagram method, secant modulus ratio, reconstruction.

© Мурашкин В.Г., 2022

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мурашкин В.Г., Мурашкин Г.В., Травуш В.И. Расчет несущей способности конструкций зданий текстильной промышленности // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2019. № 5 (383). С. 222-228.

2. Мурашкин Г.В., Мурашкин В.Г. Моделирование диаграммы деформирования бетона и схемы напряженно-деформированного состояния // Известия высших учебных заведений. Строительство. 1997. № 10. С. 4.
3. Мурашкин Г.В., Мурашкин В.Г. Моделирование диаграммы деформирования бетона // Известия Орловского государственного технического университета. Серия: Строительство и транспорт. 2007. № 2-14. С. 86-88.
4. Карпенко Н.И. Общие модели механики железобетона. Москва: Стройиздат, 1996. 416 с.
5. Карпенко С.Н., Карпенко Н.И., Ярмаковский В.Н. Диаграммный метод расчета стержневых железобетонных конструкций, эксплуатируемых при воздействии низких климатических (до  $-70^{\circ}\text{C}$ ) и технологических (до  $-150^{\circ}\text{C}$ ) температур // Academia. Архитектура и строительство. 2017. № 1. С. 104-108.
6. Карпенко Н.И., Карпенко С.Н. О диаграммной методике расчета деформаций стержневых элементов и ее частных случаях // Бетон и железобетон. Москва. Лада. 2012. № 6. С. 20–27.
7. Карпенко Н.И., Соколов Б.С., Радаikin О.В. К определению деформаций изгибаемых железобетонных элементов с использованием диаграмм деформирования бетона и арматуры // Строительство и реконструкция. Орел: ОГТУ, 2012. № 2. С. 11–20.
8. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Москва: ГУП НИИЖБ Госстроя России, 2012. 147 с.
9. Пособие к СП 52-101-2003. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона без предварительного напряжения арматуры. Москва: ГУП НИИЖБ Госстроя России, 2005. 217 с.
10. Гениев Г.А. Обобщенный критерий длительной прочности тяжелых бетонов // Известия Орловского государственного технического университета. Серия: Строительство и транспорт. 2007. № 2-14. С. 17-24.
11. Гениев Г.А. Зависимость прочности бетона от времени // Бетон и железобетон. 1993. № 1. С. 15-17.
12. Бондаренко В.М., Колчунов В.И. Концепция и направление развития теории конструктивной безопасности зданий и сооружений при силовых и средовых воздействиях // ПГС. 2013. № 2. С. 28-32.
13. Селяев В.П., Низина Т.А. Оценка долговечности железобетонных конструкций с применением метода деградационных функций // Второй международный симпозиум. Проблемы современного бетона и железобетона. Минск, 2009. С. 369–385.
14. Баженов Ю.М. Технология бетона. Москва: АСВ, 2003. 500 с.
15. Баженов Ю.М., Мурашкин В.Г. Учет изменения прочности бетона при проектировании железобетонных конструкций // Вестник Волжского регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. 2017. № 20. С. 244-251.
16. Петров В.В. К вопросу построения моделей расчета долговечности конструкций // Сб. Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций. Саранск: СГУ, 2014. С. 136-144.
17. Mushtaq Sadiq Radhi, Shakir Ahmed Al-Mishhadani, Hasan Hamodi Joni. Effect of Age on Concrete Core Strength Results // The 2nd International Conference of Buildings, Construction and Environmental Engineering (ВСЕЕ2-2015) [Электронный ресурс]. URL:<https://www.researchgate.net/publication/307858837> (дата обращения: 01.11.2021).
18. Селяев В.П., Низина Т.А., Балыков А.С., Низин Д.Р., Балалин А.В. Фрактальный анализ кривых деформирования дисперсно-армированных мелкозернистых бетонов при сжатии // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. 2016. № 1. С. 129–146.
19. Низина Т.А., Балалин А.В. Влияние минеральных добавок на реологические и прочностные характеристики цементных композитов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2012. № 2. С. 148–153.
20. Мурашкин В.Г. Особенности нелинейного деформирования бетона // Academia. Архитектура и строительство. 2019. № 1. С. 128-132.

## REFERENCES

1. Murashkin V.G., Murashkin G.V., Travush V.I. Raschet nesushhej sposobnosti konstruksij zdaniy tekstil'noj promyshlennosti [Calculation of the bearing capacity of structures of buildings of the textile industry] Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. 2019. No. 5. Pp. 222-228.
2. Murashkin G.V., Murashkin V.G. Modelirovanie diagrammy deformirovaniya betona i skhemy napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Stroitel'stvo. 1997. No. 10. Pp. 4.
3. Murashkin G.V., Murashkin V.G. Modelirovanie diagrammy deformirovaniya betona // Izvestiya Orlovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i transport. 2007. No. 2-14. Pp. 86-88.
4. Karpenko N.I. Obwie modeli mehaniki zhelezobetona. Moskva: Strojizdat, 1996. 416 p.
5. Karpenko S.N., Karpenko N.I., Yarmakovskij V.N. Diagrammnyj metod rascheta sterzhne-vykh zhelezobetonnykh konstruksij, ehkspluatiruemykh pri vozdejstvii nizkikh klimati-cheskikh (do  $-70^{\circ}\text{S}$ ) i tekhnologicheskikh (do  $-150^{\circ}\text{S}$ ) temperature [The Diagram Method of Rod's Reinforced Concrete Structures Account

which are Exploited in the Action of Low Negative Temperatures] Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo. 2017. No. 1. Pp. 104-108.

6. Karpenko N.I., Karpenko S.N. O diagrammnoj metodike rascheta deformatsij sterzhnykh ehlementov i ee chastnykh sluchayakh // Beton i zhelezobeton. Moskva. Lad'ya. 2012. No. 6. Pp. 20–27.

7. Karpenko N.I., Sokolov B.S., Radajkin O.V. K opredeleniyu deformatsij izgibaemykh zhelezobetonnykh ehlementov s ispol'zovaniem diagramm deformirovaniya betona i armatury // Stroitel'stvo i rekonstruktsiya. Orel: OGTU, 2012. No. 2. Pp. 11–20.

8. SP 63.13330.2012 Betonnye i zhelezobetonnye konstrukcii. Osnovnye polozheniya [Concrete and won concrete construction. Design requirements]. Moskva: GUP NIIZhB Gosstroja Rossii, 2012. 147 p.

9. Posobie k SP 52-101-2003. Posobie po proektirovaniyu betonnykh i zhelezobetonnykh konstruksij iz tyazhelogo be-тона bez predvaritel'nogo napryazheniya armatury [Manual for the design of concrete and reinforced concrete structures made of heavy concrete without prestressing reinforcement]. Moskva: GUP NIIZhB Gosstroja Rossii, 2005. 217 p.

10. Geniev G.A. Obobshhennyj kriterij dlitel'noj prochnosti tyazhelykh betonov // Izvestiya Orlovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i transport. 2007. No. 2-14. Pp. 17-24.

11. Geniev G.A. Zavisimost' prochnosti betona ot vremeni // Beton i zhelezobeton. 1993. No. 1. Pp. 15-17.

12. Bondarenko V.M., Kolchunov V.I. Kontseptsiya i napravlenie razvitiya teorii konstruktiv-noj bezopasnosti zdaniy i sooruzhenij pri silovykh i sredovykh vozdeystviyakh // PGS. 2013. No.2. Pp. 28-32.

13. Selyaev V.P., Nizina T.A. Otsenka dolgovechnosti zhelezobetonnykh konstruksij s primeneniem metoda degradatsionnykh funktsij // Vtoroj mezhdunarodnyj simpozium. Problemy sovremennogo betona i zhelezobetona. Minsk, 2009. Pp. 369–385.

14. Bazhenov Y.M. Tekhnologiya betona // Moskva: ASV, 2003. 500p.

15. Bazhenov Y.M., Murashkin V.G. Uchet izmeneniya prochnosti betona pri proektirovanii zhelezobetonnykh konstruksij // Vestnik Volzhskogo regional'nogo otdeleniya Rossijskoj akademii arkhitektury i stroitel'nykh nauk. 2017. No. 20. Pp. 244-251.

16. Petrov V.V. K voprosu postroeniya modelej rascheta dolgovechnosti konstruksij // Sb. Dolgovechnost' stroitel'nykh materialov, izdelij i konstruksij. Saransk: SGU, 2014. Pp. 136-144.

17. Mushtaq Sadiq Radhi, Shakir Ahmed Al-Mishhadani, Hasan Hamodi Joni. Effect of Age on Concrete Core Strength Results // The 2nd International Conference of Buildings, Construction and Environmental Engineering (BCEE2-2015) [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.researchgate.net/publication/307858837> (data obrashheniya: 01.11.2021).

18. Selyaev V.P., Nizina T.A., Balykov A.S., Nizin D.R., Balbalin A.V. Fraktal'nyj analiz krivykh deformirovaniya dispersno-armirovannykh melkozernistykh betonov pri szhatii [Fractal Analysis of Deformation Curves of Dispersed-Reinforced Fine-Grained Concrete under Compression]. Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Mekhanika. 2016. No. 1. Pp. 129–146.

19. Nizina T.A., Balbalin A.V. Vliyanie mineral'nyh dobavok na reologicheskie i prochnostnye harakteristiki tsementnykh kompozitov // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. 2012. No. 2. Pp. 148–153.

20. Murashkin V.G. Osobennosti nelinejnogo deformirovaniya betona // Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo. 2019. No.1. Pp. 128-132.

#### **Информация об авторе:**

**Мурашкин Василий Геннадьевич**

ООО «Риэлтстрой», г. Самара, Россия,

кандидат технических наук, доцент, заместитель директора.

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

#### **Information about author:**

**Murashkin Vasily G.**

ООО «Riehlstroy», Samara, Russia,

candidate of technical sciences, docent, deputy director.

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