

В.И. КОЛЧУНОВ¹¹ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск, Россия

ФИЗИЧЕСКАЯ СУТЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА ОТ ДИСЛОКАЦИЙ ДО ТРЕЩИН

Аннотация. Исследуется физическая суть сопротивления бетона и железобетона от дислокаций, микротрещин до макротрещин и их приводится экспериментальное обоснование. Для «восьмерки» структуры кристаллов различных материалов (бетона и стали) разработана общая модель в виде шара, для которого записано суммирование объемных секторов, уровней – радиусов из матрицы плоскостей скольжения. При этом используется альтернатива теории пластичности в виде энергетической интерпретации на поверхности сферы и определения интеграла среднего квадратичного значения касательных напряжений. Показана важность получения дислокаций в микротрещине, угловых и линейных деформаций, перемещений в представительном объеме куба бетона. При повышении интенсивности нагружения процесс деформирования переходит уже в магистральные трещины, где используется строительная механика двухконсольных элементов для растяжения, сжатия, поперечного сдвига и кручения. В качестве условия прочности бетона приняты предельная интенсивность деформаций сдвига или чистый сдвиг. Значимыми вопросами является модуль дилатации и коэффициент поперечных деформаций, для которых получены функции на всех стадиях напряженно-деформированного состояния бетона при эволюции перехода от трещинообразования до магистральных трещин.

Диаграммы сжатия и растяжения бетона для интенсивности деформаций или минимального чистого сдвига используют касательные напряжения $0,6R_{bt}$. Принципиальное отличие диаграммы на ниспадающем участке заключается в использовании здесь предельного сопротивления бетона. Уменьшение напряжений в материале, разрушение которого носит «отрывной» характер – явление противостественное, а предельное сопротивление бетона при $\varepsilon_b = \varepsilon_{b,и}$ и снижения призмочной прочности на i -й ступени равно $\alpha_i R_b$. Характер деформирования бетона при образовании более ранних микротрещин, а потом поздних магистральных трещин ориентирован вдоль линии нагружения - при сжатии, либо поперек - для усилия растяжения.

Ключевые слова: физическая суть, сопротивление, бетон, железобетон, дислокации, трещины, дилатация.

V.I. KOLCHUNOV¹¹Southwestern State University, Kursk, Russia

THE PHYSICAL ESSENCE OF CONCRETE AND REINFORCED CONCRETE RESISTANCE FROM DISLOCATIONS TO CRACKS

Abstract. The physical essence of resistance of concrete and reinforced concrete from dislocations, micro-cracks to macro-cracks and its experimental justification is investigated. For the "eight" structure of crystals of different materials (concrete and steel) a general model in the form of a sphere was developed. For it the summation of volume sectors, levels - radii from the matrix of sliding planes (including octahedral and pure shear) is written down. This uses an alternative to the theory of plasticity in the form of energy interpretation on the surface of the sphere and determining the integral of the mean square of the tangential stresses. It is important to obtain dislocations in the microcrack, angular and linear deformations, and displacements in a representative volume of the concrete cube. As the intensity increases, the deformation process proceeds already to the mainline cracks, where the double-concole elements of tension, compression, transverse shear and torsion (its internal parameters)

are refined. Significant issues are the dilatation modulus and transverse coefficient, for which functions have been developed at the stages of the stress-strain state of concrete during the evolution of the transition from crack formation to main cracks.

Concrete compression and tension diagrams for strain intensity or minimum pure shear use shear stresses. The fundamental difference of the stress diagram in the downward section is the use of the ultimate resistance of the concrete. Stress reduction in a material whose failure has a "tear-off" character is an unnatural phenomenon, and the limiting resistance of concrete at $\varepsilon_b = \varepsilon_{b,u}$ and reduction of prism strength at the i -th step is $\alpha_i R_b$. The deformation pattern of concrete during the formation of earlier microcracks and then later main cracks is oriented along for compression or across the loading line for tensile force.

Keywords: physical essence, resistance, concrete, reinforced concrete, dislocations, cracks, dilatations.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бондаренко В.М., Колчунов. Вл.И. Расчетные модели силового сопротивления железобетона. М.: АСВ, 2004. 472 с.
2. Гольшев А.Б., Колчунов. Вл.И. Сопротивление железобетона. К.: Основа. 2009. 432 с.
3. Карпенко Н.И. Общие модели механики железобетона. М.: Стройиздат, 1996. 410 с.
4. Верюжский Ю.В., Гольшев А.Б., Колчунов Вл.И., Клюева Н.В., Лисицин Б.М., Машков И.Л., Яковенко И.А. Справочное пособие по строительной механике. В двух томах.: Учебное пособие. М.: Изд-во АСВ, 2014. 432 с.
5. Колчунов Вл.И., Федоров В.С. Понятийная иерархия моделей в теории сопротивления строительных конструкций // Промышленное и гражданское строительство. 2020. №8. С. 16–23. <https://doi.org/10.33622/0869-7019.2020.08.16-23>.
6. Верюжский Ю.В., Колчунов Вл.И. Методы механики железобетона. Учебное пособие. К.: Книжное издательство НАУ, 2005. 653 с.
7. Баширов Х.З., Колчунов Вл.И., Федоров В.С., Яковенко И.А. Железобетонные составные конструкции зданий и сооружений. М.: АСВ, 2017. 248 с.
8. Гольшев А.Б., Колчунов Вл.И. Сопротивление железобетонных конструкций, возводимых в сложных инженерно-геологических условиях (монография). Киев: Основа. 2010. 286 с.
9. Гольшев А.Б., Колчунов Вл.И., Яковенко И.А. Сопротивление железобетонных конструкций, зданий и сооружений, возводимых в сложных инженерно-геологических условиях. Киев: Талком, 2015. 371 с.
10. Петров В. В. Нелинейная инкрементальная строительная механика. М.: Инфра-Инженерия, 2014. 480 с.
11. Кадашевич Ю.И., Новожилов В.В. Теория пластичности, учитывающая остаточные микронапряжения // Прикладная математика и механика. 1958. №1. С.78–89.
12. Бараз В.Р., Левченко В.П., Повзнер А.А. Строение и физические свойства кристаллов. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. 164 с.
13. Остаповец А., Пайдар В. Оценка напряжения Пайерлса для граничных дислокаций // Физика металлов и металловедение. 2011. № 3. С. 235-241.
14. Благовещенский В.В., Панин И.Г. Исследование модели дислокационного источника Франка-Рида // Известия высших учебных заведений. Материалы электронной техники. 2012. №1. С. 40-45.
15. Гениев Г.А., Киссюк В.Н., Тюпин Г.А. Теория пластичности бетона и железобетона. М: Стройиздат, 1974, 316 с.
16. Митасов В.М., Стаценко Н.В. Особенность развития трещин в железобетонных балках с организованными трещинами // Политранспортные системы. Новосибирск: Сибирский государственный университет путей сообщения. 2020. С. 230-235.
17. Митасов В.М. Образование и развитие стохастических трещин в хрупких и квазихрупких материалах (на примере железобетонных конструкций) // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири (СИБРЕСУРС-24-2018). Томск: Издательство Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2018. С. 105-109.
18. Петров В.В., Селяев П.В. Инкрементальная модель взаимодействия нелинейно деформируемых материалов с агрессивными средами // Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций. Саранск: Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва. 2014. С. 145-151.
19. Петров В.В. Методы выделения главной части решения при расчете нелинейно деформируемых балок // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2011. №3(61). С. 160-169.
20. Гениев Г.А., Колчунов В.И., Клюева Н.В., Никулин А.И., Пятикрестовский К.П. Прочность и деформативность железобетонных конструкций при запроектных воздействиях. М.: АСВ, 2004. 216 с.

REFERENCES

1. Bondarenko V.M., Kolchunov V.I. Calculation models of the force resistance of reinforced concrete. M.: ASV, 2004. 472 p.
2. Golyshev A.B., Kolchunov V.I. Reinforced concrete resistance. K: Osnova. 2009. 432 p.
3. Karpenko N.I. General models of reinforced concrete mechanics. M.: Stroyizdat, 1996. 410 p.
4. Veryuzhsky Yu.V., Golyshev A.B., Kolchunov V.I., Klyueva N.V., Lisitsin B.M., Mashkov I.L., Yakovenko I.A. Reference manual on structural mechanics. In two volumes.: Textbook. M.: ASV, 2014. 432 p.
5. Kolchunov V.I., Fedorov V.S. Conceptual hierarchy of models in the theory of resistance of building structur. Industrial and civil engineering, 2020. №8. Pp. 16–23.
6. Veryuzhskij YU.V., Kolchunov V.I. Methods of mechanics of reinforced concrete. K.: NAU, 2005. 653p.
7. Bashirov H.Z., Kolchunov V.I., Fedorov V.S., Yakovenko I.A. Reinforced Concrete Composite Structures of Buildings and Structures. M.: ABC, 2017. 248 p.
8. Golyshev A.B., Kolchunov V.I. Resistance of reinforced concrete structures erected in complex engineering and geological conditions. Kiev: Osnova. 2010. 286 p.
9. Golyshev A.B., Kolchunov V.I., Yakovenko I.A. Resistance of reinforced concrete structures, buildings and structures erected in complex engineering and geological conditions. Kiev: Talkom, 2015. 371 p.
10. Petrov V.V. Nonlinear incremental structural mechanics. Moscow: Infra-Engineering, 2014. 480 p.
11. Kadashevich Yu.I., Novozhilov V.V. The theory of plasticity, taking into account residual microstresses // Applied mathematics and mechanics, 1958. №1. Pp.78-89.
12. Baraz V.R., Levchenko V.P., Povzner A.A. Structure and physical properties of crystals Ekaterinburg: UGTU-UPI, 2009. 164 p.
13. Ostapovets A., Paydar V. Evaluation of Pyerls stress for boundary dislocations // Physics of Metals and Metal Science. 2011. № 3. Pp. 235-241.
14. Blagoveschensky V.V., Panin I.G. study of Frank–Read dislocation source model // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Materials of Electronics Engineering. 2012. №1. Pp. 40-45.
15. Geniev G.A., Kissyuk V.N., Tyupin G.A. Theory of Plasticity of Concrete and Reinforced Concrete. M: Stroyizdat, 1974, 316 p.
16. Mitasov V.M., Statsenko N.V. Peculiarities of Cracking Development in Reinforced Concrete Beams with Organized Cracks // Polytransport Systems. Novosibirsk: Siberian State University of Railway Transport, 2020. Pp. 230-235.
17. Mitasov V.M. Formation and development of stochastic cracks in brittle and quasi-brittle materials (on the example of reinforced concrete structures) // Natural and intellectual resources of Siberia (SIBRESURS-24-2018). Tomsk: Publishing house of Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics. 2018. Pp. 105-109.
18. Petrov V.V., Selyaev P.V. Incremental Model of Interaction of Nonlinearly Deformable Materials with Aggressive Medium // Durability of Building Materials, Products and Constructions. Saransk: N. P. Ogarev Mordovian State University, 2014. Pp. 145-151.
19. Petrov V.V. Methods of selecting the main part of the solution in the calculation of nonlinearly deformed beams // Bulletin of the Saratov State Technical University, 2011. № 3(61). Pp. 160-169.
20. Geniev G.A., Kolchunov V.I., Klyueva N.V., Nikulin A.I., Pyatikrestovsky K.P. Strength and Deformability of Reinforced Concrete Structures under Beyond Design Influences. Moscow: ABC, 2004. 216 p.

Информация об авторе:

Колчунов Владимир Иванович

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск, Россия,
член-корреспондент РААСН, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры уникальных зданий и сооружений.

E-mail: vlik52@mail.ru

Information about author:

Kolchunov Vladimir Iv.

Southwestern state university, Kursk, Russia,
corresponding member of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Unique Buildings and Structures.

E-mail: vlik52@mail.ru