

В.И. ТРАВУШ¹, П.Д. АРЛЕНИНОВ^{2,3}, М.А. ДЕСЯТКИН⁴, А.Н. ИВАЩЕНКО⁴,
П.С. КАЛМАКОВА^{2,3}, С.С. КАПРИЕЛОВ², Д.В. КОНИН⁵, А.С. КРЫЛОВ⁵, С.Б. КРЫЛОВ²,
И.А. ЧИЛИН², А.В. ШЕЙНФЕЛЬД²

¹ЗАО «ГОРПРОЕКТ», г. Москва, Россия

²Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона (НИИЖБ) им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», г. Москва, Россия

³ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), г. Москва, Россия

⁴ООО «Инфорспроект», г. Москва, Россия

⁵Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций (ЦНИИСК) имени В.А. Кучеренко АО «НИЦ «Строительство», г. Москва, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЗУЧЕСТИ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОБРАЗЦОВ

Аннотация. В статье приводятся результаты исследования ползучести и усадки сталежелезобетонных образцов. Для этого были проведены параллельные испытания образцов, выполненных из одного класса бетона, но с разным армированием. Исследовались бетонные образцы, образцы, армированные каркасами из стержневой арматуры и сталежелезобетонные образцы с внешним листовым армированием. Испытания проводились в климатических помещениях с использованием пружинных установок для поддержания неизменной нагрузки, действующей на образцы в течение длительного времени. Нагрузка на образцы подбиралась из расчета равенства напряжений в бетоне во всех сериях образцов. Образцы испытывались как гидроизолированные, так и не гидроизолированные, оценивалось влияние гидроизоляционного покрытия на деформации усадки и ползучести для разных серий образцов. Для снятия информации была разработана система, позволяющая помимо продольных деформаций усадки и ползучести определить поперечные деформации, продольные деформации по граням образца для определения влияния арматуры и стали внешнего листа, оценить изменение продольных деформация от центра образца к его краям, отдельно оценить деформации бетона и стального листа в сталежелезобетонных образцах.

Анализ результатов позволил сравнительную оценку влияния обычной стержневой арматуры, а также стального листа сталежелезобетонных образцов на деформации ползучести и усадки, также была произведена оценка влияния гидроизоляционного покрытия на результаты испытаний в разных сериях. По результатам проведенной работы сформулированы расширенные требования к экспериментально-теоретическим исследованиям сталежелезобетонных образцов с внешним листовым армированием по определению их расчетных жесткостей.

Ключевые слова: бетон, железобетон, сталежелезобетон, ползучесть, усадка.

V.I. TRAVUSH¹, P.D. ARLENINOV^{2,3}, M.A. DESYATKIN⁴, A.N. IVASCHENKO⁴,
P.S. KALMAKOVA^{2,3}, S.S. KAPRIELOV², D.V. KONIN⁵, A.S. KRYLOV⁵, S.B. KRYLOV²,
I.A. CHILIN², A.V. SHEINFELD²

¹GORPROJECT, Moscow, Russia

²JSC Research Center of Construction NIIZHB named after A.A. Gvozdev, Moscow, Russia

³National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

⁴Inforsproekt, Moscow, Russia

⁵JSC Research Center of Construction TSNIISK named after V.A. Koucherenko, Moscow, Russia

CREEP BEHAVIOUR OF STEEL-REINFORCED CONCRETE SPECIMENS

© Травуш В.И., Арленинов П.Д., Десяткин М.А., Иващенко А.Н., Калмакова П.С., Каприелов С.С., Конин Д.В., Крылов А.С., Крылов С.Б., Чилин И.А., Шейнфельд А.В., 2024

Abstract. The paper presents the results of investigation of creep and shrinkage of steel-reinforced concrete specimens. For this purpose, parallel tests of specimens made of the same class of concrete but with different reinforcement were carried out. Concrete specimens, specimens reinforced with bar reinforcement frames and steel reinforced concrete specimens with external sheet reinforcement were investigated. The tests were carried out in climatic rooms using spring setups to maintain a constant load acting on the specimens over time. The load on the specimens was selected based on the equality of stresses in the concrete in all series of specimens. The specimens were tested both waterproofed and non-waterproofed, and the effect of waterproofing coating on shrinkage and creep strains was evaluated for different series of specimens. A system was developed to capture information which allows, in addition to longitudinal shrinkage and creep deformations, to determine transverse deformations, longitudinal deformations along the faces of the specimen to determine the influence of reinforcement and steel of the outer plate, to evaluate the change in longitudinal deformations from the center of the specimen to its edges, to evaluate separately the deformations of concrete and steel plate in steel-reinforced concrete specimens.

The analysis of the results allowed a comparative assessment of the influence of conventional bar reinforcement as well as steel sheet of steel-reinforced concrete specimens on creep and shrinkage deformations; the influence of waterproofing coating on the test results in different series was also assessed. Based on the results of this work, extended requirements for experimental and theoretical studies of steel-reinforced concrete specimens with external sheet reinforcement to determine their design stiffnesses were formulated.

Keywords: concrete, reinforced concrete, steel-reinforced concrete, creep, shrinkage

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Chiorino M.A., Carreira J. Factors Affecting Creep and Shrinkage of Hardened Concrete and Guide for Modelling // The Indian Concrete Journal. 2012. № 12(86). С.11-24.
2. Конин Д.В., Крылов А.С., Чесноков Д.А. Оценка результатов испытаний уголкового анкерного упора на сдвиговое воздействие // Строительная механика и расчет сооружений. 2021. № 2(295). С. 16-26.
3. Крылов А.С. Численные расчеты сталежелезобетонных балок с учетом контактного взаимодействия стального сердечника с бетоном // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 2. С. 175-184.
4. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения [Электронный ресурс]. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293732/4293732352.pdf> (дата обращения: 31.01.2024)
5. СП 266.1325800.2016 Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования [Электронный ресурс]. URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293747/4293747659.pdf> (дата обращения 31.01.2024).
6. Varma A., Bhardwaj S., Al-Shawaf T. Outline of Specification for Composite SC Walls in Nuclear Facilities // Structures Congress 2015 - Proceedings of the 2015 Structures Congress.
7. Bhardwaj S., Varma A. Effect of Imperfections on the Compression Behavior of SC Walls // Proceedings of the Annual Stability Conference Structural Stability Research Council Orlando, Florida, April 12-15, 2016.
8. Seo J., Varma A.H., Sener K., Ayhan D. Steel-plate composite (SC) walls: In-plane shear behavior, database, and design // Journal of Constructional Steel Research. 2016. Vol. 119. Pp. 202–215.
9. Zhang K., Varma A. H., Malushte S. R., Gallocher S. Effect of shear connectors on local buckling and composite action in steel concrete composite walls // Nuclear Engineering and Design. 2014. Vol. 269. Pp. 231–239.
10. Jayas B.S., Hosain M.U. Behaviour of headed studs in composite beams: push-out tests // Canadian Journal of Civil Engineering. 1988. № 15(2). Pp. 240–253.
11. Пронин Д.Г., Конин Д.В. Проблемы применения стальных и железобетонных несущих конструкций высотных зданий с точки зрения их огнестойкости // Пожаровзрывобезопасность. 2018. Т. 27. № 1. С. 50-57.
12. Травуш В.И., Конин Д.В., Рожкова Л.С., Крылов А.С. Отечественный и зарубежный опыт исследований работы сталежелезобетонных конструкций на внецентренное сжатие // Строительство и реконструкция. 2016. № 5(67). С. 31-44.
13. Travush V.I., Konin D.V., Krylov A.S. Strength of composite steel and concrete beams of high-performance concrete // Magazine of Civil Engineering. 2018. № 3(79). P. 36-44.
14. Крылов А.С. Численные расчеты сталежелезобетонных балок с учетом контактного взаимодействия стального сердечника с бетоном // Вестник Томского Государственного Архитектурно-Строительного Университета. 2019. No. 2. С. 175-184.
15. Арленинов П.Д., Крылов С.Б., Смирнов П.П. Расчетно-экспериментальные исследования изгибаемых трубобетонных конструкций // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2017. № 4. С. 34-38.

16. Колчунов В.И., Колчунов В.И., Федорова Н.В. Деформационные модели железобетона при особых воздействиях // *Промышленное и гражданское строительство*. 2018. № 8. С. 54-60.
17. Колчунов В.И., Кащавцев А.А., Андросова Н.Б. Исследование деформирования и разрушения составных железобетонных балок в запредельных состояниях // *Строительство и техногенная безопасность*. 2016. № 4(56). С. 76-78.
18. Колчунов В.И., Андросова Н.Б., Колчина Т.О. К анализу экспериментально-теоретических исследований живучести коррозионно повреждаемых железобетонных балочных систем с разрушением по наклонному сечению // *Известия Юго-Западного государственного университета*. Серия: Техника и технологии. 2012. № 2-2. С. 111-118.
19. Krylov S.B., Semenov V.A., Konin D.V., Krylov A.S., Rozhkova L.S. О новом Руководстве по проектированию сталежелезобетонных конструкций (в развитие СП 266.13330.2016 Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования) // *Academia*. Архитектура и строительство. 2019. No. 1. С. 99–106.
20. Травуш В.И., Шахрамьян А.М., Колотовичев Ю.А. «Лахта центр»: автоматизированный мониторинг деформаций несущих конструкций и основания // *Academia*. Архитектура и строительство. 2018. № 4. С. 94-108.
21. Травуш В.И., Конин Д.В., Рожкова Л.С. Экспериментальные исследования сталежелезобетонных конструкций, работающих на внецентренное сжатие // *Academia*. Архитектура и строительство. 2016. № 3. С. 127-135.
22. Травуш В.И., Конин Д.В., Рожкова Л.С., Крылов А.С. Отечественный и зарубежный опыт исследований работы сталежелезобетонных конструкций на внецентренное сжатие // *Строительство и реконструкция*. 2016. № 5(67). С. 31-44.

REFERENCES

1. Chiorino M. A., Carreira J. Factors Affecting Creep and Shrinkage of Hardened Concrete and Guide for Modelling. *The Indian Concrete Journal*. 2012. No. 12(86). Pp. 11-24.
2. Konin D.V., Krylov A. S., Chesnokov D. A. Ocenka rezul'tatov ispytaniy ugolkovykh ankernyh uporov na sdvigovoe vozdejstvie [Evaluation of the results of the shear impact tests of angle anchor stops]. *Stroitel'naya mekhanika i calculatsionnaya stroitel'nost'*. 2021. No. 2(295). Pp. 16-26.
3. Krylov A.S. Chislennye raschety stalezhelezobetonnykh balok s uchetom kontaktnogo vzaimodejstviya stal'nogo serdechnika s betonom [Numerical calculations of steel-reinforced concrete beams taking into account the contact interaction of steel core with concrete]. *Bulletin of Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering*. 2019. T. 21. No. 2. Pp. 175-184.
4. SP 63.13330.2018 Concrete and reinforced concrete structures. Basic provisions [Online]. System requirements: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293732/4293732352.pdf> (date of reference: 31.01.2024)
5. SP 266.1325800.2016 Steel-reinforced concrete structures. Design rules [Online]. System requirements: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293747/4293747659.pdf> (date of reference: 31.01.2024).
6. Varma A., Bhardwaj S., Al-Shawaf T. Outline of Specification for Composite SC Walls in Nuclear Facilities. Structures Congress 2015 - Proceedings of the 2015 Structures Congress.
7. Bhardwaj S., Varma A. Effect of Imperfections on the Compression Behaviour of SC Walls. Proceedings of the Annual Stability Conference Structural Stability Research Council Orlando, Florida, April 12-15, 2016.
8. Seo J., Varma A. H., Sener K., Ayhan D. Steel-plate composite (SC) walls: In-plane shear behaviour, database, and design. *Journal of Constructional Steel Research*. 2016. Vol. 119. Pp. 202-215.
9. Zhang K., Varma A. H., Malushte S. R., Gallocher S. Effect of shear connectors on local buckling and composite action in steel concrete composite walls. *Nuclear Engineering and Design*. 2014. Vol. 269. Pp. 231-239.
10. Jayas B. S., Hosain M. U. Behaviour of headed studs in composite beams: push-out tests. *Canadian Journal of Civil Engineering*. 1988. No. 15(2). Pp. 240-253.
11. Pronin D. G., Konin D.V. Problemy primeneniya stal'nyh i zhelezobetonnyh nesushchih konstrukcij vysotnyh zdaniy s tochki zreniya ih ognestojkosti [Problems of application of steel and reinforced concrete load-bearing structures of high-rise buildings in terms of their fire resistance]. *Fire and explosion safety*. 2018. T. 27. No. 1. Pp. 50-57.
12. Travush V. I., Konin D. V., Rozhkova L. S., Krylov A. S. Otechestvennyj i zarubezhnyj opyt issledovaniy raboty stalezhelezobetonnykh konstrukcij na vnecentrennoe szhatie [Domestic and foreign experience in research of steel-reinforced concrete structures operation under off-centre compression]. *Building and Reconstruction*. 2016. No. 5(67). Pp. 31-44.
13. Travush V. I., Konin D. V., Krylov A. S. Strength of composite steel and concrete beams of high-performance concrete. *Magazine of Civil Engineering*. 2018. No. 3(79). Pp. 36-44.
14. Krylov A.S. Chislennye raschety stalezhelezobetonnykh balok s uchetom kontaktnogo vzaimodejstviya stal'nogo serdechnika s betonom [Numerical calculations of steel-reinforced concrete beams taking into account the

contact interaction of steel core with concrete]. *Vestnik Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering*. 2019. No. 2. Pp. 175-184.

15. Arlenin P.D., Krylov S.B., Smirnov P.P. Raschetno-eksperimental'nye issledovaniya izgibaemykh trubobetonnykh konstrukcij [Calculation-experimental investigations of the bending pipe-concrete structures]. *Earthquake-resistant construction. Safety of constructions*. 2017. No. 4. Pp. 34-38.

16. Kolchunov V.I., Kolchunov V.I., Fedorova N.V. Deformacionnye modeli zhelezobetona pri osobyykh vozdeystviyakh [Deformation models of reinforced concrete under special impacts]. *Industrial and Civil Engineering*. 2018. No. 8. Pp. 54-60.

17. Kolchunov V.I., Kashchavtsev A. A., Androsova N. B. Issledovanie deformirovaniya i razrusheniya sostavnykh zhelezobetonykh balok v zapredel'nykh sostoyaniyakh [Investigation of deformation and fracture of composite reinforced concrete beams in forbidden states]. *Construction and technogenic safety*. 2016. No. 4(56). Pp. 76-78.

18. Kolchunov V. I., Androsova N. B., Kolchina T. O. K analizu eksperimental'no-teoreticheskikh issledovaniy zhivuchesti korrozionno povrezhdaemykh zhelezobetonykh balochnykh sistem s razrusheniem po naklonnomu secheniyu [To the analysis of experimental and theoretical studies of survivability of corrosion-damaged reinforced concrete beam systems with failure along the inclined section]. *Izvestia South-West State University. Series: Engineering and Technology*. 2012. No. 2-2. Pp. 111-118.

19. Krylov S. B., Semenov V. A., Konin D. V., Krylov A. S., Rozhkova L. S. On the new Guidelines for the Design of Steel-Reinforced Concrete Structures (in development of SP 266.13330.2016 Steel-Reinforced Concrete Structures. Design rules). *Academia. Architecture and Construction*. 2016. No. 1. Pp. 99-106.

20. Travush V.I., Shakhramyan A. M. Lahta centr: avtomatizirovannyj monitoring deformatsij nesushchih konstrukcij i osnovaniya ["Lakhta Centre": automated monitoring of the bearing structures and foundation deformations]. *Academia. Architecture and Construction*. 2018. No. 4. Pp. 94-108.

21. Travush V. I., Konin D. V., Rozhkova L. S. Eksperimental'nye issledovaniya stalezhelezobetonykh konstrukcij, rabotayushchih na vnecentrennoe szhatie [Experimental Investigations of Steel-Reinforced Concrete Structures Working in Off-centre Compression]. *Academia. Architecture and Construction*. 2016. No. 3. Pp. 127-135.

22. Travush V. I., Konin D. V., Rozhkova L. S., Krylov A. S. Otechestvennyj i zarubezhnyj opyt issledovaniy raboty stalezhelezobetonykh konstrukcij na vnecentrennoe szhatie [Domestic and foreign experience in research of steel reinforced concrete structures operation under off-centre compression]. *Building and Reconstruction*. 2016. No. 5(67). Pp. 31-44.

Информация об авторах:

Травуш Владимир Ильич

ЗАО «ГОРПРОЕКТ», г. Москва, Россия,

доктор технических наук, профессор, главный конструктор, заместитель генерального директора по научной работе, Вице-президент РААСН.

E-mail: travush@mail.ru

Арленинов Петр Дмитриевич

Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона (НИИЖБ) им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», г. Москва, Россия,

кандидат технических наук, заместитель заведующего лаборатории Механики железобетона.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), г. Москва, Россия,

доцент кафедры железобетонных и каменных конструкций (ЖБК)д

E-mail: arleninoff@gmail.com

Десяткин Михаил Александрович

ООО «Инфорспроект», г. Москва, Россия,

главный конструктор.

E-mail: mdesyatkin@mail.ru

Ивашенко Андрей Николаевич

ООО «Инфорспроект», г. Москва, Россия,

технический директор.

E-mail: a.ivaschenko@inforceproject.ru

Калмакова Полина Сергеевна

Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона (НИИЖБ) им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», г. Москва, Россия,

младший научный сотрудник лаборатории Механики железобетона.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
(НИУ МГСУ), г. Москва, Россия,
аспирант кафедры «Строительного материаловедения».
E-mail: polina15kalmakowa@gmail.com

Каприелов Семен Суменович

Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона (НИИЖБ) им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», г. Москва, Россия,
доктор технических наук, профессор, академик РААСН, заведующий лабораторией № 16 НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство».
E-mail: kapriellov@masterbeton-mb.ru

Конин Денис Владимирович

Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций (ЦНИИСК) имени В.А. Кучеренко АО «НИЦ «Строительство», г. Москва, Россия,
кандидат технических наук, заместитель директора по научной работе, заведующий лабораторией Высотных зданий и сооружений отдела металлических конструкций, ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко АО "НИЦ "Строительство".
E-mail: konden@inbox.ru

Крылов Алексей Сергеевич

Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций (ЦНИИСК) имени В.А. Кучеренко АО «НИЦ «Строительство», г. Москва, Россия,
кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории Высотных зданий и сооружений, ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко АО "НИЦ "Строительство".
E-mail: kryl07@mail.ru

Крылов Сергей Борисович

Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона (НИИЖБ) им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», г. Москва, Россия,
доктор технических наук, заведующий лабораторией Механики железобетона.
E-mail: Krylov_s_b@mail.ru

Чилин Игорь Анатольевич

Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона (НИИЖБ) им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», г. Москва, Россия,
инженер, научный сотрудник лаборатории № 16 НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство».
E-mail: chilin@masterbeton-mb.ru

Шейнфельд Андрей Владимирович

Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона (НИИЖБ) им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», г. Москва, Россия,
доктор технических наук, советник РААСН, заместитель заведующего лабораторией № 16 НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство».
E-mail: sheynfeld@masterbeton-mb.ru

Information about authors:

Travush Vladimir П.

GORPROJECT, Moscow, Russia,
doctor of technical sciences, professor, chief designer, deputy director general for scientific work, Vice-President of RAASN.
E-mail: travush@mail.ru

Arleninov Petr D.

JSC Research Center of Construction NIIZHB named after A.A. Gvozdev, Moscow, Russia,
Candidate of Technical Sciences, Deputy Head of the Reinforced Concrete Mechanics Laboratory.
National Research Moscow State Construction University" (NIU MSCU), Moscow, Russia,
associate professor of the department of Reinforced Concrete and Masonry Structures (RCS).
E-mail: arleninoff@gmail.com

Desyatkin Mikhail Al.

Inforsproekt, Moscow, Russia,
chief designer.

E-mail: mdesyatkin@mail.ru

Ivashchenko Andrey N.

Inforsproekt, Moscow, Russia,
technical director.

E-mail: a.ivaschenko@inforceproject.ru

Kalmakova Polina S.

JSC Research Center of Construction NIIZHB named after A.A. Gvozdev, Moscow, Russia,
junior researcher of the Laboratory of Mechanics of Reinforced Concrete.

National Research Moscow State Construction University" (NIU MSCU), Moscow, Russia,
postgraduate student of the Department of "Building Materials Science".

E-mail: polina15kalmakowa@gmail.com

Kaprielov Semyon S.

JSC Research Center of Construction NIIZHB named after A.A. Gvozdev, Moscow, Russia,
doctor of technical sciences, professor, Academician of RAASN, Head of Laboratory No. 16 of the A.A. Gvozdev
Research Institute of Concrete and Reinforced Concrete (A.A. Gvozdev Research Institute of Concrete and Reinforced
Concrete) of JSC SIC "Stroitelstroy".

E-mail: kaprielov@masterbeton-mb.ru

Konin Denis V.

JSC Research Center of Construction TSNIISK named after V.A. Koucherenko, Moscow, Russia,
candidate of technical sciences, deputy director for scientific work, head of the laboratory of High-Rise Buildings and
Structures of the Metal Structures Department, V.A. Kucherenko Central Research Institute of Building Structures, JSC
"SIC "Stroitelstroy".

E-mail: konden@inbox.ru

Krylov Alexey S.

JSC Research Center of Construction TSNIISK named after V.A. Koucherenko, Moscow, Russia,
candidate of technical sciences, leading researcher of the laboratory of High-Rise Buildings and Structures,
V.A. Kucherenko Central Research Institute of Building Structures, JSC SIC Stroitel.

E-mail: kryl07@mail.ru

Krylov Sergey B.

JSC Research Center of Construction NIIZHB named after A.A. Gvozdev, Moscow, Russia,
doctor of technical sciences, Head of the Reinforced Concrete Mechanics Laboratory.

E-mail: Krylov_s_b@mail.ru

Chilin Igor An.

JSC Research Center of Construction NIIZHB named after A.A. Gvozdev, Moscow, Russia,
engineer, researcher of laboratory No. 16 of A.A. Gvozdev NIIZhB JSC "SIC "Stroitelstroy".

E-mail: chilin@masterbeton-mb.ru

Sheinfeld Andrey V.

JSC Research Center of Construction NIIZHB named after A.A. Gvozdev, Moscow, Russia,
doctor of technical sciences, Advisor of RAASN, Deputy Head of Laboratory No. 16 of the A.A. Gvozdev Research
Institute of Concrete and Reinforced Concrete (NIIZhB named after A.A. Gvozdev, JSC "SIC "Stroitelstroy").

E-mail: sheynfeld@masterbeton-mb.ru