

научно-технический журнал

# ВЕСТНИК



# МГУ

**11/2013**



материалы оборудование технологии

## Научно-технический журнал по строительству и архитектуре

2013 № 11

Москва

ФГБОУ ВПО «МГСУ»

### СОДЕРЖАНИЕ

#### ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ НАУКИ И ПРОИЗВОДСТВА. УНИФИКАЦИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Мадатян С.А.* Сравнительный анализ применения арматуры в железобетонных конструкциях в России и за рубежом..... 7

#### АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. РЕКОНСТРУКЦИЯ И РЕСТАВРАЦИЯ

*Ткачев В.Н.* Анатомия архитектурной критики: цеховые проблемы..... 19

#### ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ. ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Берлинов М.В., Макаренко Е.А.* Расчет железобетонных конструкций методом конечных элементов с учетом реального описания действующих физических процессов ..... 26

*Балзаников М.И., Холопов И.С., Соловьев А.В., Лукин А.О.* Применение стальных балок с гофрированной стенкой в гидротехнических сооружениях..... 34

*Залина Т.В., Садчиков П.Н.* Вероятностный подход к оценке сейсмостойчивости промышленного здания..... 42

*Малахова А.Н.* Особенности работы монолитного балочного перекрытия под нагрузкой ..... 50

*Мамин А.Н., Кодыш Э.Н., Рзуца А.В.* Реализация дискретно-связевой расчетной модели в плоскостных конечных элементах ..... 58

*Половцев И.Н.* Описание вертикального транспорта в проектной документации ..... 70

*Сенин Н.И.* Рациональное применение конструктивных систем многоэтажных зданий ..... 76

*Тамразян А.Г., Филимонова Е.А.* Рациональное распределение жесткости плит по высоте здания с учетом работы перекрытия на сдвиг ..... 84

*Туснина О.А.* Теплотехнический расчет конструкций численными методами ..... 91

*Шешенин С.В., Закалюкина И.М., Скопцов К.А.* Упругий потенциал резинокордного монослоя..... 100

#### ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ. МЕХАНИКА ГРУНТОВ

*Чернышев С.Н.* Опыт классификации грунтовых массивов зоны вечной мерзлоты в рамках общей классификации грунтовых массивов для строительства..... 107

#### ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ И ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗДАНИЙ. СПЕЦИАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

*Андреева П.И., Завалишин С.И., Шаблинский Г.Э.* Исследование динамических характеристик защитных оболочек АЭС на физических и математических моделях и в натуральных условиях..... 114

*Михайлова Л.И., Кунин Ю.С., Котов В.И.* Результаты комплексного обследования моста через сооружения Иваньковского гидроузла (плотину № 21 и ГЭС № 191) в г. Дубне..... 123

## VESTNIK MGSU

Основан в 2005 году, 1-й номер вышел в 2006 г.  
Выходит ежемесячно

#### Учредители:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный строительный университет» (ФГБОУ ВПО «МГСУ»), общество с ограниченной ответственностью «Издательство АСВ»

#### Выходит

при научно-информационной поддержке Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН), международной общественной организации «Ассоциация строительных высших учебных заведений» (АСВ)

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-47141 от 3 ноября 2011 г.

Включен в утвержденный ВАК Минобрнауки России Перечень рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук

Индексируется в РИНЦ ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)), UlrichsWeb Global Serials Directory ([www.serialsolutions.com](http://www.serialsolutions.com)),

Directory of Open Access Journals ([www.doaj.org](http://www.doaj.org)), EBSCO ([www.ebsco.com](http://www.ebsco.com))

### Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering

Scientific and Technical Journal  
on Construction and Architecture

Founded in 2005, 1st issue was published in 2006.  
Published monthly

Founders: Moscow State University of Civil Engineering (MGSU), ASV Publishing House

The Journal enjoys the academic and informational support provided by the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences (RAACS), International Association of Institutions of Higher Education in Civil Engineering

The Journal has been included in the list of the leading review journals and editions of the Highest Certification Committee of Ministry of Education and Science of Russian Federation in which the basic results of PhD and Doctoral Theses are to be published

Главный редактор  
 акад. РААСН, д-р техн. наук, проф.  
**В.И. Теличенко**, ректор МГСУ

Редакционная коллегия:

**А.Д. Потапов** (зам. гл. редактора,  
 отв. секретарь, МГСУ),

**Х.Й.Х. Броуэрс** (Технический университет Эйндховена,  
 Нидерланды),

**А.И. Бурханов** (ВолгГАСУ),  
**А.А. Волков** (МГСУ)

**О.Е. Горячева** (отв. редактор, МГСУ),

**Е.В. Королев** (МГСУ),

**О.И. Поддаева** (МГСУ),

**А.В. Шамшин** (Университет Центрального Ланкашира,  
 Соединенное Королевство)

Редакционный совет:

**В.И. Теличенко** (председатель),

**А.Д. Потапов** (зам. председателя, отв. секретарь),

**П.А. Акимов**, **Ю.М. Баженов**, **А.А. Волков**,

**О.О. Егорычев**, **Е.А. Король**, **Н.С. Никитина**,

**З.Г. Тер-Мартirosян** (МГСУ),

**С.А. Амбарцумян** (Концерн «МонАрх»),

**А.Т. Беккер** (ДВФУ, ДВРО РААСН, Владивосток),

**Н.В. Баничук**, **С.В. Кузнецов** (ИПМ

им. А.Ю. Ишлинского РАН),

**Й. Вальравен** (Технический университет Дельфта,  
 Нидерланды),

**Й. Вичан** (Университет Жилина, Словакия),

**З. Войчицкий** (Вроцлавский технологический  
 университет, Польша),

**М. Голицки** (Институт Клождера Чешского  
 технического университета в Праге,  
 Чешская Республика),

**Н.П. Кошман** (Ассоциация строителей России),

**П. МакГи** (Университет Восточного  
 Лондона, Соединенное Королевство),

**Н.П. Осмоловский** (МГУ им. М.В. Ломоносова),

**П.Я. Паль** (Технический университет Берлина,  
 Германия), **В.В. Петров** (СГТУ, Саратов),

**Е.И. Пушурев** (ГУП «МосводоканалНИИпроект»),

**А.Ю. Русских** (Государственная Дума Федерального  
 Собрания Российской Федерации),

**Ю.А. Табунчиков** (МАРХИ),

**О.В. Токмаджян** (ЕГУАС, Армения),

**В.И. Травуш** (РААСН)

Адрес редакции:

129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, МГСУ.

Тел./ факс +7 (499) 188-15-87, (499) 188-29-75,

e-mail: vestnikmgsu@mgsu.ru

Электронная версия журнала

<http://vestnikmgsu.ru>

ISSN 2304-6600 (Online)

Периодическое научное издание

**Вестник МГСУ. 2013. № 11**

Научно-технический журнал

Отв. редактор **О.Е. Горячева**

Отв. редактор выпуска **О.В. Горячева**

Корректор **А.А. Дядичева**

Верстка **А.Д. Федотов**

Перевод на английский язык **О.В. Иванова**

Подписано в печать 25.11.2013. Формат 70x108/16.

Бумага офсетная. Печать трафаретная.

Гарнитура Таймс. Усл.печ. л. 24,3. Уч.-изд. л. 22,1.

Тираж 200 экз. Заказ № 451.

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение

высшего профессионального образования

**«Московский государственный строительный**

**университет».**

Издательство МИСИ — МГСУ

[www.mgsupress.ru](http://www.mgsupress.ru), [tic@mgsu.ru](mailto:tic@mgsu.ru)

(495) 287-49-14, вн. 13-71, (499) 188-29-75.

Отпечатано в типографии Издательства МИСИ — МГСУ,

(499) 183-91-44, 183-67-92, 183-91-90.

129337, Москва, Ярославское шоссе, 26

Перепечатка или воспроизведение материалов

номера любым способом полностью или по частям

допускается только с письменного разрешения Издателя.

Распространяется по подписке.

Подписка по каталогу агентства «Роспечать».

Подписной индекс 18077 (полугодовая),

36869 (годовая)

© ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2013

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ.  
 МЕХАНИЗМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

**Heiler R., Zeilmann R.P., Estel G., Kauer T., Köller M.** Drilling  
 in heat resistant cast stainless steel DIN 1.4848 for turbocharger  
 housings (Сверление термостойчивой литой нержавеющей  
 стали DIN 1.4848, используемой для корпуса турбоагнетателя) ..... 132

СТРОИТЕЛЬНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

**Дарчия В.И., Никифорова Т.П., Еремин А.В.** Влияние  
 высокомолекулярного хитозана на процесс гидратации  
 цементной композиции ..... 141  
**Степина И.В., Котлярова И.А., Сидоров В.И., Мясоедов Е.М.**  
 Повышение биостойкости древесины путем модификации ее  
 поверхности боразотными соединениями ..... 149

БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ.  
 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.  
 ГЕОЭКОЛОГИЯ

**Валуйских В.П., Стрижова С.В., Лисенков К.В.** Температурные  
 режимы работы каменных и трехслойных ограждающих стен ..... 155  
**Красногорская Н.Н., Елизарьев А.Н., Хаертдинова Э.С.**  
 Оценка геоэкологической опасности водоемов в пределах г. Уфы ..... 161  
**Прокопьев В.И., Хлыстунов М.С., Могилок Ж.Г.** Статистический  
 анализ эволюции прозрачности атмосферы в г. Москве ..... 167  
**Рахнов О.Е., Саклаков И.Ю., Потапов А.Д.** Особенности  
 построения схем теплоснабжения от автономных источников  
 для крупных производственных комплексов и логистических  
 центров в урбосистемах на экологических принципах ..... 177  
**Трофимов В.Т., Королёв В.А.** Геологическая среда как ноосферная  
 категория ..... 188  
**Хахунова М.М., Хахунов А.В., Самсонов М.Д., Винокуров С.Е.**  
 Роль геомониторинга и эффективность инженерно-технических  
 мероприятий для обеспечения дальнейшей деятельности полигонов  
 длительного приповерхностного хранения радиоактивных отходов .... 194

ГИДРАВЛИКА. ИНЖЕНЕРНАЯ ГИДРОЛОГИЯ.  
 ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

**Макаров Н.К.** Моделирование островного галечного пляжа ..... 200

ГРАДОРЕГУЛИРОВАНИЕ

**Самойлова Н.А.** Современные направления градостроительной  
 науки в аспекте территориального планирования ..... 210

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ЛОГИСТИКА  
 В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

**Большаков С.Н., Волков А.А.** К вопросу проектирования  
 и построения виртуальных организационных структур  
 в строительстве ..... 218  
**Волков А.А., Аникин Д.В.** Функциональная модель жизненного  
 цикла корпоративного информационного пространства  
 строительных организаций ..... 226  
**Жалобова О.А.** Производственный контроль качества каменных  
 стен и других ограждающих конструкций зданий  
 по фотографическим изображениям ..... 234  
**Козырева В.В., Волков А.А.** Модель агента с адаптивным  
 поведением для решения задачи вариантного проектирования  
 строительных конструкций ..... 241  
**Прядко И.П.** Применение логики при решении задач  
 энергообеспечения зданий: некоторые аспекты использования  
 логики релейно-контактных схем в сфере строительства ..... 248  
**Якушев В.Л., Филимонов А.В., Солдатов П.Ю.** Возможности  
 применения вычислений на графических ускорителях  
 при расчетах сооружений ..... 256

ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ  
 В ВЫСШЕЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ

**Жигалин А.Д.** Ноосфера как философская категория и объективная  
 реальность ..... 263

*Авторам* ..... 268

CONTENT

GENERAL PROBLEMS OF CONSTRUCTION-RELATED SCIENCES  
AND OPERATIONS. UNIFICATION AND STANDARDIZATION  
IN CIVIL ENGINEERING

*Madatyan S.A.* The comparative analysis of reinforcement steel use in reinforced concrete structures in Russia and abroad ..... 7

ARCHITECTURE AND URBAN DEVELOPMENT.  
RESTRUCTURING AND RESTORATION

*Tkachev V.N.* Anatomy of architectural criticism: professional problems ..... 19

DESIGNING AND DETAILING OF BUILDING SYSTEMS.  
MECHANICS IN CIVIL ENGINEERING

*Berlinov M.V., Makarenkov E.A.* The finite element method analysis of reinforced concrete structures with account for the real description of the active physical processes ..... 26

*Bal'zannikov M.I., Kholopov I.S., Solov'ev A.V., Lukin A.O.* Using steel beams with corrugated web in hydraulic structures ..... 34

*Zolina T.V., Sadchikov P.N.* Estimation of seismic resistance of an industrial building: probabilistic approach ..... 42

*Malakhova A.N.* Features of monolithic beam floor operation under load ..... 50

*Mamin A.N., Kodysh E.N., Reutsu A.V.* Realization of a discrete-braced calculation model in flat finite elements ..... 58

*Polovtsev I.N.* On the description of vertical transport in project documentation ..... 70

*Senin N.I.* Rational usage of structural systems of multi-storey buildings ..... 76

*Tamrazyan A.G., Filimonova E.A.* Rational distribution of slab stiffness along the height of building with account for shear deformation ..... 84

*Tusnina O.A.* Thermotechnical analysis of the structures by using numerical methods ..... 91

*Sheshenin S.V., Zakalyukina I.M., Skoptsov K.A.* Elastic potential for rubber-cord ply ..... 100

BEDDINGS AND FOUNDATIONS,  
SUBTERRANEAN STRUCTURES. SOIL MECHANICS

*Chernyshev S.N.* Experience of classifying soil masses in permafrost zone within the general classification of soil masses for civil engineering ..... 107

ENGINEERING RESEARCH AND EXAMINATION OF BUILDINGS.  
SPECIAL-PURPOSE CONSTRUCTION

*Andreeva P.I., Zavalishin S.I., Shablinskiy G.E.* Dynamic characteristics investigations of nuclear power plants containment shells using physical and mathematical models and real projects ..... 114

*Mikhaylova L.I., Kunin Yu.S., Kotov V.I.* Complex survey of the bridge over the structures of hydroelectric facility Ivankovo near Dubna (dam 21, power station 191) ..... 123

TECHNOLOGY OF CONSTRUCTION PROCEDURES.  
MECHANISMS AND EQUIPMENT

*Heiler R., Zeilmann R.P., Estel G., Kauer T., Köller M.* Drilling in heat resistant cast stainless steel DIN 1.4848 for turbocharger housings ..... 132

RESEARCH OF BUILDING MATERIALS

*Darchiya V.I., Nikiforova T.P., Eremin A.V.* Influence of high-molecular chitosan on the process of cement composite hydration ..... 141

*Stepina I.V., Kotlyarova I.A., Sidorov V.I., Myasoedov E.M.* Raising the biostability of wood by modifying its surface by boron-nitrogen compounds ..... 149

Editor-in-chief  
Member of the Russian Academy  
of Architecture and Construction Sciences  
(RAACS), DSc, Prof. **V.I. Telichenko**,  
rector of the MGSU

Editorial board:

**A.D. Potapov** (Deputy Editor-in-Chief, Executive secretary, MGSU, Moscow, Russian Federation),  
**H.J.H. Brouwers** (Eindhoven University of Technology, Netherlands),

**A.I. Burkhanov** (VSUCE, Volgograd, Russian Federation),

**O.E. Goryacheva** (Executive Editor, MGSU, Moscow, Russian Federation),

**E.V. Korolev** (MGSU, Moscow, Russian Federation),  
**O.I. Poddavaeva** (MGSU, Moscow, Russian Federation),

**A.V. Shamshin** (University of Central Lancashire, Preston, United Kingdom),

**A.A. Volkov** (MGSU, Moscow, Russian Federation)

Editorial council:

**V.I. Telichenko** (Chairman),

**A.D. Potapov** (Deputy-Chairman, Executive secretary),  
**P.A. Akimov, Yu.M. Bazhenov,**

**O.O. Egorychev, E.A. Korol, N.S. Nikitina,**

**Z.G. Ter-Martirosyan, A.A. Volkov**

(MGSU, Moscow, Russian Federation),

**S.A. Ambartsumyan** (MonArch Group,

Moscow, Russian Federation),

**A.T. Bekker** (Far Eastern Federal University,

FERD RAASN, Vladivostok, Russian Federation),

**N.V. Banichuk, S.V. Kuznetsov** (A. Ishlinsky Institute

for Problems in Mechanics RAS, Moscow,

Russian Federation),

**M. Holický** (Czech Technical University in Prague, Klokner

Institut, Czech Republic),

**N.P. Koshman** (Builders Association of Russia,

Moscow, Russian Federation),

**P. McGhee** (University of East London,

United Kingdom),

**N.P. Osmolovskiy** (Lomonosov Moscow

State University, Russian Federation),

**P.J. Pahl** (Technical University of Berlin, Germany),

**V.V. Petrov** (Saratov State Technical University,

Russian Federation),

**E.I. Puprev** (MosvodokanalNIiproekt, Moscow,

Russian Federation),

**A. Yu. Russkikh** (State Duma of the Federal Assembly of

the Russian Federation),

**Yu.A. Tabunshchikov** (Moscow Institute of Architecture

(State Academy), Russian Federation),

**O.V. Tokmadzhyan** (Yerevan State University

of Architecture and Construction, Armenia),

**V.I. Travush** (Russian Academy of Architecture and Con-

struction Sciences, Moscow, Russian Federation),

**J. Vičan** (University of Zilina, Slovakia),

**J. Walraven** (Delft University of Technology, Netherlands)

**Z. Wójcicki** (Wrocław University of Technology, Poland)

Address:

MGSU, 26, Yaroslavskoye shosse, Moscow,

129337, Russian Federation

Tel./ fax +7 (499) 188-15-87, (499) 188-29-75,

e-mail: vestnikmgsu@mgsu.ru

online version of the journal

<http://vestnikmgsu.ru/>

Editorial team of issues:

Executive editor **O.E. Goryacheva**

Executive editor of the issue **O.V. Goryacheva**

Corrector **A.A. Dyadicheva**

Layout **A.D. Fedotov**

Russian-English translation **O.V. Ivanova**

Reprint or reproduction of material numbers  
by any means in whole or in part is permitted only with  
prior written permission of the publisher – MGSU.

Distributed by subscription

SAFETY OF BUILDING SYSTEMS. ECOLOGICAL PROBLEMS  
 OF CONSTRUCTION PROJECTS. GEOECOLOGY

|  |     |
|--|-----|
| <i>Valuyskikh V.P., Strizhova S.V., Lisenkov K.V.</i> Service temperatures of stone and three-layered fence walls .....  | 155 |
| <i>Krasnogorskaya N.N., Elizar'ev A.N., Khaertdinova E.S.</i> Geoecological safety assessment of water bodies within Ufa city .....  | 161 |
| <i>Prokop'ev V.L., Khlystunov M.S., Mogilyuk Zh.G.</i> Statistical analysis of the atmosphere transparency evolution in Moscow .....   | 167 |
| <i>Rakhnov O.E., Saklakov I.Yu., Potapov A.D.</i> Features of construction schemes of self-heating sources for large industrial complex and logistics centers in urbosystems on ecological principles .....              | 177 |
| <i>Trofimov V.T., Korolev V.A.</i> Geological environment as a noospheric category .....   | 188 |
| <i>Khakhunova M.M., Khakhunov A.V., Samsonov M.D., Vinokurov S.E.</i> The role of geomonitoring and efficiency of engineering measures to ensure further activity of a long near-surface radioactive waste storage ..... | 194 |

HYDRAULICS. ENGINEERING HYDROLOGY. HYDRAULIC ENGINEERING

|  |     |
|--|-----|
| <i>Makarov N.K.</i> Island gravel beach simulation ..... | 200 |
|--|-----|

URBAN MANAGEMENT

|   |     |
|---|-----|
| <i>Samoylova N.A.</i> Modern trends in town-planning science in terms of spatial planning ..... | 210 |
|---|-----|

INFORMATION SYSTEMS AND LOGISTICS IN CIVIL ENGINEERING

|  |     |
|--|-----|
| <i>Bolshakov S.N., Volkov A.A.</i> Status and prospects of designing the virtual organizational structures of construction companies .....   | 218 |
| <i>Volkov A.A., Anikin D.V.</i> Functional model of the life cycle of corporate information space in construction organizations .....  | 226 |
| <i>Zholobova O.A.</i> Manufacturing quality control of stone walls and other enclosing structures of buildings based on photographic images .....  | 234 |
| <i>Kozyreva V.V., Volkov A.A.</i> Agent model with adaptive behavior for the problem solution of trial design of constructions .....   | 241 |
| <i>Pryadko I.P.</i> Using logic in the resolution of problems of the energy supply to buildings: particular aspects of application of the logic of relay contact circuits in civil engineering ..... | 248 |
| <i>Yakushev V.L., Filimonov A.V., Soldatov P.Yu.</i> Possibilities of gpu use in the process of construction calculations .....  | 256 |

PROBLEMS OF HIGHER EDUCATION IN CIVIL ENGINEERING

|  |     |
|--|-----|
| <i>Zhigalin A.D.</i> Noosphere as a philosophic category and objective reality ..... | 263 |
| <i>For authors</i> .....   | 268 |





## НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС В СОВРЕМЕННОМ ВУЗЕ

С 2011 г. наш университет начал работу по подготовке кадров на основе двухуровневой системы образования. В текущем 2013 г. осуществлен первый выпуск магистров, подготовленных по ФГОС третьего поколения. Конечно, все новое вначале воспринимается негативно. На протяжении многих десятков лет российская система образования считалась одной из лучших в мире. Переход на двухуровневую систему многими был воспринят как крушение существующей устоявшейся модели. Считаю, что двухлетний опыт подготовки бакалавров и выпуск магистров доказывает обратное.

В основе Болонской модели двухуровневой системы подготовки специалистов с высшим образованием лежит основной принцип унификации или «глобализации» в сфере образования с едиными стандартами подготовки специалистов. Это — введение двухуровневого высшего образования; использование системы накопления и возможность переноса зачетных единиц; обеспечение сопоставимости качества образования; развитие академической мобильности студентов и преподавателей.

Так как в условиях рыночной экономики выпускники технических вузов не всегда получают работу по специальности, в основу образовательных документов положена компетентностная модель выпускника, менее жестко привязанная к конкретному объекту и предмету труда, что должно обеспечить его высокую мобильность в изменяющихся условиях рынка.

Сегодня, занимаясь реализацией двухуровневой системы образования, мы ставим своей целью не слепое ее введение, а внедрение такой системы образования, которая соответствовала бы требованиям Болонской конвенции и в то же время сохранила лучшие качества российского образования. Основной целью нашей работы является качественная подготовка кадров для строительной отрасли.

Внедряя двухуровневую систему образования в нашем университете, мы, базируясь на многолетнем опыте наших преподавателей, методом «проб и ошибок» находим наиболее правильную, подходящую для строительного образования модель.

Наши студенты сегодня имеют больше возможностей получить образование по одной или нескольким дисциплинам в другом европейском вузе. Двери нашего университета открыты для студентов и преподавателей других вузов. Сегодня уже есть примеры, когда студенты различных стран мира обращаются к нам с просьбой прослушать именно в нашем университете тот или иной лекционный курс. Такой интерес не случаен. Многие преподаватели университета, ведущие одновременно активную научную деятельность, внедряют современные разработки в учебный процесс.

За прошедшее время мы успели убедиться, что степень магистра должен получать не каждый выпускник МГСУ. В нашем университете сегодня созданы отличные условия для научных исследований, в т.ч. для проведения научно-исследовательской практики магистрантов. Наукой не может, да и не должен заниматься каждый студент. Сегодняшние магистранты в рамках исследовательской деятельности делают небольшие, но все же открытия, что побуждает их связать свою судьбу с университетом, остаться работать на кафедре, в научно-образовательном центре. Все это тоже элемент образовательной системы.

Публикации журнала — лучшее доказательство того, как интересен мир науки. Хотелось бы призвать авторов и читателей журнала: не бойтесь делиться знаниями! Пусть студенты сегодня поймут не все, зададут вопросы. Зато завтра мы сможем убедиться в том, что молодое поколение — это не только «белые воротнички», но и высококлассные ученые.

Желаю всем авторам и читателям журнала новых открытий, жарких споров и, конечно, талантливых учеников.

Проректор по учебно-методической работе МГСУ  
Е.С. Гогина

## SCIENTIFIC JOURNAL AND EDUCATIONAL PROCESS IN A MODERN INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION

Since the year 2011 our University began to train the specialists basing on two-tier system of education. In the current year the first Masters trained according to Federal State Educational Standards of the third generation graduated the University. Of course, at the beginning all new things were taken negatively. For many years the Russian system of education was considered to be one of the best in the world. The change to the two-tier system was taken as a crash of the existing model. I believe that the two year experience of training Bachelors and Masters proves it otherwise.

In the basis of Bologna two-tier system of education lies the principle of unification or “globalization” in the sphere of education with the common specialists training standards. This is the introduction of two-tier higher education, the use of accumulation system and the possibility of credit transfer; providing high quality of the education, academic mobility of the students and the teaching staff.

For the reason that in the conditions of the market economy the graduates of technical institutes don't always get occupational work, the basis of educative documents is the competence-based model of a graduate, who is less dependent on a specific object and subject of labour, which provides him with high mobility in the changing market conditions.

Today in the process of introducing two-tier system of education we are aimed at implementing the system of education that should correspond to the requirements of the Bologna Convention and at the same time should not loose the qualities of Russian education. Our main goal is high-quality specialists training for the construction industry.

While implementing the two-tier educational system in our university we base on long-term experience of our teaching staff, seek for the most correct and appropriate model for the construction education by trial and error method.

Today our students have more possibilities to get education on one or several disciplines in other European institutes of higher education. The doors of our university are open for the students and teaching staff of other institutes. Today we already have examples of students from different countries of the world who request to hear a course of lectures in our university. This interest is not unreasonable. Many professors of our university are also engaged in research activity and introduce modern developments in the teaching process.

For the past time we managed to conclude that each graduate of MGSU should get the Master's degree. In our university we have excellent conditions for research work, which includes the scientific and research practice for Master's Degree students. Not every student can and should be engaged in scientific work. Our students are making maybe little, but still discoveries in the process of their research activity. It stimulates them to cast their lot with the University, stay to work in their department, in scientific and educational center. This is also a part of educational system.

The journal publications are the best proof that the world of science is very interesting. I would like to appeal to the authors and readers of the journal not to be afraid to share their knowledge. Maybe today the students will not understand everything and will ask questions. But tomorrow we will be able to make sure that the young generation are not only white collars, but also high-grade scientists.

I wish all the readers new discoveries, hot disputes and of course talented students.

Vice Rector for Teaching and Studies of MGSU,  
Gogina E.S.

## ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ НАУКИ И ПРОИЗВОДСТВА. УНИФИКАЦИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

УДК 624.012.4

С.А. Мадатян

ФГБОУ ВПО «МГСУ»

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ АРМАТУРЫ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

В связи с предполагаемой унификацией российских и европейских норм проектирования железобетонных конструкций возникает необходимость объективного сравнения действительных свойств и нормируемых характеристик стальной арматуры, выпускаемой и применяемой в России, с аналогичными показателями арматуры, выпускаемой в странах Евросоюза, США и Японии.

**Ключевые слова:** арматура, прочность при растяжении, предел текучести, текучесть, нормы проектирования, Еврокод, железобетонные конструкции.

В связи с предполагаемой унификацией российских и европейских норм проектирования железобетонных конструкций возникает необходимость объективного сравнения действительных свойств и нормируемых характеристик стальной арматуры, выпускаемой и применяемой в России с аналогичными показателями арматуры, выпускаемой в странах Евросоюза, США и Японии.

Отдельно рассмотрим арматурный прокат, применяемый в обычном железобетоне.

Комплекс механических свойств такого проката в России регламентируется ГОСТ 5781—94 для горячекатаной стали класса А400, ГОСТ Р 52544 для стали классов А500С и В500С, а также ГОСТ 10884 и СТО АСЧМ 7-93 для стали А600С (Ат600С) и ТУ 14-1-5596—2010 для новой арматуры класса А600С (Ан600С) с повышенными эксплуатационными свойствами (табл. 1).

Табл. 1. Нормативные показатели механических свойств арматурного проката в России

| Нормативные характеристики продукции                          | Горячекатаная сталь по ГОСТ 5781 и ГОСТ Р 52544 |       |       | Термомеханически упрочненная сталь по ГОСТ Р 52544, СТО АСЧМ 7-93 и ТУ |       |       | Холоднодеформированная сталь по ГОСТ 52544 и ТУ | Термомеханически упрочненная сталь по ТУ 14-01-5596 |
|---|---|-------|-------|--|-------|-------|---|---|
|   | А400С   | А500С | А600С | А400С  | А500С | А600С | В500С   | Ан600С  |
| Предел текучести $s_T$ или $\sigma_{0,2}$ , Н/мм <sup>2</sup> | 405—392   | 500   | 590   | 400  | 500   | 600   | 500   | 650   |



Окончание табл. 1

| Нормативные характеристики продукции                                  | Горячекатаная сталь по ГОСТ 5781 и ГОСТ Р 52544 |       |       | Термомеханически упрочненная сталь по ГОСТ Р 52544, СТО АСЧМ 7-93 и ТУ |       |       | Холоднодеформированная сталь по ГОСТ 52544 и ТУ | Термомеханически упрочненная сталь по ТУ 14-01-5596 |
|---|---|-------|-------|--|-------|-------|---|---|
|   | A400C   | A500C | A600C | A400C  | A500C | A600C | B500C   | Ан600C  |
| Временное сопротивление $\sigma_b$ , Н/мм <sup>2</sup>                | 560—590   | 600   | 883   | 480  | 600   | 740   | 550   | 740   |
| Относительное удлинение $\delta_5$ , %                                | 14,0  | 14,0  | 6,0   | 16,0   | 14,0  | 14,0  | —   | 14,0  |
| Относительное удлинение $\delta_{max}$                                | —   | —     | 2     | —  | —     | 4,0   | 2,5   | 4,0   |
| Минимальное отношение $\sigma_b/\sigma_t$ ( $\sigma_b/\sigma_{0,2}$ ) | 1,38  | 1,08  | 1,5   | 1,25   | 1,08  | 1,23  | 1,05  | 1,14  |
| Способность к изгибу  |   |       |       |  |       |       |   |   |
| Диаметр оправки   | 3d  | 3d    | 5d    | 3d   | 3d    | 3d    | 3d  | 3d  |
| Угол изгиба, град.  | 90  | 180   | 45    | 180  | 180   | 180   | 180   | 180   |

Аналогичные данные по арматуре периодического профиля для армирования обычного железобетона по нормам основных зарубежных стран приведены в табл. 2 и 3.

Нормативные требования, установленные EN 10080—2005 и Еврокодом 2, несколько отличаются от принятых в Германии и Австрии, а также от норм США и Японии (табл. 3).

Табл. 2. Нормируемый уровень прочности современной арматуры железобетонных конструкций за рубежом

| Страна №№ стандартов       | Класс арматуры | $\sigma_t$        | $\sigma_b$ | $\delta_5$ | $\delta_{max}(A_{gt})^*$ | Сортамент, мм |
|----------------------------|----------------|-------------------|------------|------------|--------------------------|---------------|
|                            |                | Н/мм <sup>2</sup> |            | %          |                          |               |
|                            |                | не менее          |            |            |                          |               |
| Австрия ÖNORM B420         | Bst 420 (III)  | 420               | 500        | 21         | —                        | 4...50        |
|                            | Bst 500(IV)    | 500               | 580        | 17         | —                        | 4...50        |
|                            | Bst 550        | 550               | 620        | 17         | 2,5                      | 4...50        |
|                            | Bt 600 (V)     | 600               | 670        | 15         | —                        | 4...50        |
| Германия DIN 488           | Bst 420        | 420               | 500        | 21         | —                        | 8...40        |
|                            | Bst 500/550    | 500               | 550        | 18         | 5,0                      | 12...63,5     |
|                            | Bst 600        | 600               | 670        | 15         | 5,0                      | 12...50,0     |
|                            | S 670/800      | 670               | 800        | 10         | 5,0                      | 18...75,0     |
| Великобритания BS4449/2005 | B500A          | 500               | 525        | 12         | 2,5                      | 6...50        |
|                            | B500B          | 500               | 540        | 14         | 5,0                      | 6...50        |
|                            | B500C          | 500               | 575        | —          | 7,5                      | 6...50        |

Окончание табл. 2

| Страна<br>№№<br>стандартов | Класс<br>арматуры | $\sigma_T$        | $\sigma_B$ | $\delta_5$ | $\delta_{\max}(A_{gt})^*$ | Сортамент,<br>мм |
|----------------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|---------------------------|------------------|
|                            |                   | Н/мм <sup>2</sup> |            | %          |                           |                  |
|                            |                   | не менее          |            |            |                           |                  |
| США<br>A706/A706M          | G60 (420)         | 420               | 550        | 10...14    | —                         | 10...55          |
|                            | G80 (550)         | 550               | 690        | 10...12    | —                         | 10...55          |
| Япония<br>JIS G 3142       | SD 40             | 400               | 570        | 16         | —                         | 6...51           |
|                            | SD 50             | 500               | 630        | 12         | —                         |                  |

\* Значения  $\delta_{\max}$  и  $A_{gt}$  означают предельные деформации арматуры перед разрывом по ГОСТ и EN 10080.

Табл. 3. Свойства арматуры нормируемые EN 10080—2005 и Еврокодом 2

| Характеристики<br>продукции   |  | Стержни и прутки из<br>бухт после правки |       |                | Проволока из сеток<br>(сварка в крест)                    |       |                | Квантиль<br>качества, % |
|---|--|--|-------|----------------|---|-------|----------------|-------------------------|
| Класс   |  | A  | B     | C              | A   | B     | C              |                         |
| Нормативный предел те-<br>кучести, Н/мм <sup>2</sup>  |  | от 400 до 600                            |       |                |   |       |                | 5,0                     |
| Минимальное значение<br>отношения $\sigma_B/\sigma_T(\sigma_{0,2})$   |  | ≥1,05                                    | ≥1,08 | ≥1,15<br><1,35 | ≥1,05   | ≥1,08 | ≥1,15<br><1,35 | 10,0                    |
| Полное относительное<br>удлинение при максималь-<br>ном напряжении $A_{gt}$ , %   |  | ≥2,5                                     | ≥5,0  | ≥7,5           | ≥2,5  | ≥5,6  | ≥7,5           | 10,0                    |
| Способность к изгибу  |  | Испытание на загиб<br>и разгиб           |       |                | —   |       |                | —                       |
| Прочность на срез, Н/мм <sup>2</sup>  |  | —  |       |                | 0,3 $F_s\sigma_B$ ( $F_s$ — площадь<br>сечения проволоки) |       |                | Минимум                 |
| Максимальное<br>отклонение от<br>номинальной<br>массы отдельного<br>стержня или<br>проволоки, %   | Номи-<br>нальный<br>диаметр,<br>мм<br>≤8<br>>8                 |  |       |                | ±6,0<br>±4,5  |       |                | 5,0                     |
| Выносливость арматурной<br>стали, размах колебаний<br>$\Delta\sigma$ для $2 \cdot 10^6$ циклов при<br>максимальном напряже-<br>нии $\sigma_{\max} = \beta \sigma_T$ |  | ≥150                                     |       |                | ≥100  |       |                | 10                      |
| Минимальное<br>значение от-<br>носительно<br>площади смятия<br>ребер $f_{Rmin}$   | Номи-<br>нальный<br>диаметр,<br>мм<br>5...6<br>6,5...12<br>>12 |  |       |                | 0,035<br>0,040<br>0,056                                   |       |                |                         |

**Примечания.** 1. Значение  $\beta$  в конкретной стране может регламентироваться национальными стандартами. Рекомендуемое значение  $\beta = 0,6$ . 2. Значение  $f_{Rmin}$  взяты из Еврокода 2. Часть 1.1. 2004 г.

Для унификации российских и европейских норм наибольший практический интерес представляет взаимозаменяемость российской и европейской арматуры классов А400, А500 и А600.

Основные отличия стандарта EN 10080—2005 от ГОСТ Р 52544—2010, который был создан как аналог EN 10080—95, состоят в содержащем:

в нем объединены нормы для всей арматуры с пределом текучести от 400 до 600 Н/мм<sup>2</sup> включительно;

классификация арматуры осуществляется по соотношению  $\sigma_B/\sigma_T$  и относительному удлинению перед разрывом  $A_{gt}$ .

Эта классификация приведена в табл. 3 и предполагает, что классы А, В и С характеризуют различные способы производства:

А — холоднодеформированная сталь;

В — термомеханически упрочненная;

С — горячекатаная.

Ниже мы рассмотрим нормативные и фактические свойства арматурной стали, произведенной по этим технологическим схемам (табл. 4—6).

Табл. 4. Механические свойства холоднодеформированного арматурного проката производства ОАО «ММК-Метиз»

| Диаметр проката    | $\sigma_B$ , Н/мм <sup>2</sup> |       | $\sigma_{0,2}$ , Н/мм <sup>2</sup> |       | $\sigma_B/\sigma_{0,2}$ |      | $A_{gt}$ , % |      | $f_R$     |        |
|--------------------|--------------------------------|-------|------------------------------------|-------|-------------------------|------|--------------|------|-----------|--------|
|                    | $\bar{X}$                      | S     | $\bar{X}$                          | S     | $\bar{X}$               | S    | $\bar{X}$    | S    | $\bar{X}$ | S      |
| 6 мм<br>570 обр.   | 624,49                         | 29,03 | 551,26                             | 21,62 | 1,13                    | 0,02 | 3,29         | 0,33 | 0,0479    | 0,0037 |
| 8 мм<br>540 обр.   | 637,14                         | 30,17 | 564,85                             | 28,44 | 1,12                    | 0,01 | 3,15         | 0,26 | 0,0533    | 0,0029 |
| 10 мм<br>580 обр.  | 621,50                         | 22,61 | 559,39                             | 24,54 | 1,13                    | 0,03 | 3,26         | 0,19 | 0,0598    | 0,0033 |
| 12 мм<br>100 обр.  | 662,43                         | 36,12 | 578,18                             | 30,17 | 1,14                    | 0,02 | 4,29         | 0,41 | 0,0645    | 0,0026 |
| 6...12 мм<br>общее | 642,57                         | 37,10 | 571,26                             | 29,75 | 1,13                    | 0,02 | 3,76         | 0,55 | —         | —      |

Табл. 5. Механические свойства сертифицированного арматурного проката класса А500С

| Завод-изготовитель    | Диаметр, мм | Число испытаний | Временное сопротивление $\sigma_B$ | Предел текучести $\sigma_T$ | $\frac{\sigma_B}{\sigma_T}$ | Относительное удлинение $\delta_5$ , % | Относительная площадь смятия $f_R$ |        |
|-----------------------|-------------|-----------------|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|------------------------------------|--------|
|                       |             |                 |                                    |                             |                             |  | $\bar{X}$                          | S      |
| Белоруссия<br>РУП БМЗ | 10...40     | 270             | 683,0                              | 578,0                       | 1,18                        | 21,6                                   | 0,086                              | 0,0051 |
| Молдавия<br>ММЗ       | 8...25      | 315             | 723,0                              | 613,0                       | 1,18                        | 22,2                                   | 0,067                              | 0,005  |
| Латвия<br>ЛМЗ         | 8...40      | 480             | 676,4                              | 576,1                       | 1,17                        | 21,43                                  | 0,0835                             | 0,0011 |

Окончание табл. 5

| Завод-изготовитель           | Диаметр, мм | Число испытаний | Временное сопротивление $\sigma_B$ | Предел текучести $\sigma_T$ | $\frac{\sigma_B}{\sigma_T}$ | Относительное удлинение $\delta_s$ , % | Относительная площадь смятия $f_R$ |        |
|------------------------------|-------------|-----------------|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|------------------------------------|--------|
|                              |             |                 |                                    |                             |                             |  | Н/мм <sup>2</sup>                  |        |
| Россия<br>ЗСМК               | 10...50     | 12339           | 697,5                              | 590,9                       | 1,18                        | 20,0                                   | 0,068                              | 0,0050 |
| Россия<br>Северсталь         | 12...40     | 220             | 733,4                              | 619,5                       | 1,18                        | 19,4                                   | 0,066                              | 0,0035 |
| Польша<br>Huta<br>Ostrowieце | 8...32      | 90              | 637,0                              | 548,0                       | 1,16                        | 24,3                                   | 0,083                              | 0,005  |
| Турция<br>Diler Demir        | 8...40      | 210             | 665,1                              | 551,2                       | 1,21                        | 20,5                                   | 0,067                              | 0,0035 |
| Россия<br>ОЭМК               | 12...40     | 225             | 730,8                              | 580,2                       | 1,26                        | 24,0                                   | 0,120                              | 0,0050 |
| Чусовской<br>мет. завод      | 12...32     | 210             | 726,1                              | 555,7                       | 1,31                        | 23,3                                   | 0,075                              | 0,0032 |
| Египет<br>AL EZZ<br>STEEL    | 10...12     | 60              | 665,1                              | 551,2                       | 1,21                        | 25,1                                   | 0,074                              | 0,0020 |

Табл. 6. Механические свойства арматурной стали класса А500С производства АО «Лиепаяс-Металургс»

| Диаметр, мм     | $\sigma_B$ , Н/мм <sup>2</sup> |       | $\sigma_{0,2}$ , Н/мм <sup>2</sup> |       | $\sigma_B/\sigma_{0,2}$ |      | $A_{gt}$ , % |      |
|-----------------|--------------------------------|-------|------------------------------------|-------|-------------------------|------|--------------|------|
|                 | X                              | S     | X                                  | S     | X                       | S    | X            | S    |
| 8               | 661,0                          | 10,97 | 588,53                             | 13,95 | 1,12                    | 0,01 | 8,85         | 0,75 |
| 12              | 673,00                         | 7,22  | 584,07                             | 7,24  | 1,15                    | 0,01 | 10,33        | 1,39 |
| 16              | 668,53                         | 5,18  | 571,07                             | 6,69  | 1,17                    | 0,01 | 9,67         | 1,23 |
| 20              | 656,07                         | 7,40  | 560,27                             | 4,82  | 1,17                    | 0,01 | 10,77        | 0,75 |
| 25              | 669,33                         | 10,93 | 562,33                             | 11,84 | 1,19                    | 0,01 | 9,00         | 0,63 |
| 28              | 682,93                         | 14,50 | 575,13                             | 14,73 | 1,19                    | 0,01 | 9,62         | 0,87 |
| 32              | 704,20                         | 7,05  | 592,50                             | 9,94  | 1,19                    | 0,01 | 8,51         | 0,17 |
| 40              | 696,00                         | 14,82 | 575,00                             | 8,66  | 1,21                    | 0,01 | 9,40         | 0,94 |
| 8...40<br>общее | 676,4                          | 9,76  | 576,1                              | 9,73  | 1,17                    | 0,01 | 9,52         | 0,84 |

Как видно из представленных данных, фактические свойства арматурного проката несколько отличаются от нормируемых.

Эти различия рассмотрим отдельно для продукции, полученной по различным технологиям. Для холоднодеформированного проката классов В500С (см. табл. 4) фактическое отношение  $\sigma_B/\sigma_T$  существенно выше нормируемого по ГОСТ Р 52544 и класса А по EN 10080 при величинах  $A_{gt}$  или  $\delta_p$ , достаточно приемлемых для требований этих стандартов.

Термомеханически упрочненная арматурная сталь класса А500С характеризуется отношением  $\sigma_B/\sigma_T$  существенно большим, чем регламентируется

EN 10080 для класса В и ГОСТ Р 52544 для стали этого класса. В случае использования легированных базовых сталей типа 25Г2С или 18Г2С это отношение увеличивается до 1,21...1,26. Одновременно необходимо отметить, что  $A_{gt}$  или  $\delta_p$  для этого вида проката ГОСТом не нормируется, но фактически для стали разных заводов-изготовителей изменяется в широком диапазоне от 4 до 10 % и так же, как  $\sigma_b/\sigma_T$ , тем больше, чем выше легирование стали. То есть термомеханически упрочненный арматурный прокат класса А500С как российского, так и иностранного производства (см. табл. 5) не укладывается в нормы класса В по EN 10080 по этим показателям, а скорее может быть отнесен к классу С по величинам  $\sigma_b/\sigma_T$ , но может не проходить по классу С по  $A_{gt}$  и  $\delta_p$ .

Что касается горячекатаной стали А500С, то она может быть отнесена к классу С. Однако горячекатаная сталь класса А400 имеет отношение  $\sigma_b/\sigma_T$  значительно выше — от 1,38 до 1,6.

При этом необходимо отметить, что как для холоднодеформированного, так и для термомеханически упрочненного сортамент проката не сказывается существенно на величинах  $\sigma_b/\sigma_T$  (см. табл. 4 и 6).

Система классификации нормативных требований к арматуре, принятая в EN 10080 и Еврокоде, отличается от Российских норм более широким кругом показателей.

Отечественная арматурная сталь периодического профиля классифицируется по величинам предела текучести  $\sigma_T$ , временного сопротивления  $\sigma_b$ , относительного удлинения  $\delta_s$  и  $\delta_p$  и способу производства. Примерно такая же система действует в Австрии, Германии и США.

Принципиальное различие современных общеевропейских и российских стандартов состоит в том, что в EN 10080 и в Еврокоде не оговариваются отдельно требования к стали с нормативным пределом текучести 500 Н/мм<sup>2</sup>. Это связано с тем, что общеевропейские документы принимаются и утверждаются европейским комитетом стандартов CEN единогласно всеми странами ЕС.

Поэтому в EN 10080 и Еврокоде 2 учитывается возможность применения в железобетонных конструкциях арматурной стали различной прочности с нормативным пределом текучести от 400 до 600 Н/мм<sup>2</sup>.

По этой же причине не оговаривается способ производства. Оставлены только те обязательные нормативы, которые приняты всеми странами и гарантируют безопасность применения арматуры.

К этим обязательным нормативам относятся:

нормы геометрии периодического профиля, требующие выполнения условия того, что «Поперечные ребра должны иметь серповидную форму и плавно переходить в сердцевину изделия», т.е. не пересекаться с продольными (рис. 1).

Минимальные значения относительной площади смятия  $f_R$ , равные 0,035 для арматуры диаметром 5...6 мм, 0,040 — для арматуры диаметром 6,5...12 мм и 0,056 — для стержней диаметром более 12 мм. Интересно, что Еврокодом допускается применение арматуры и с меньшими значениями  $f_R$ , но при условии расчетной и опытной проверки напряжения сцепления.



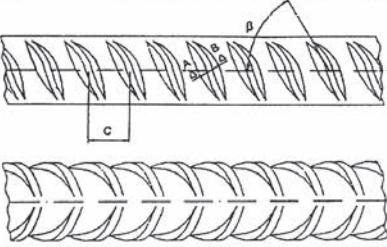
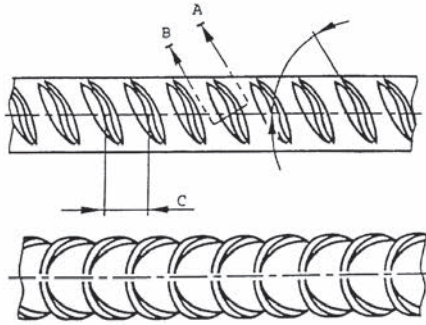
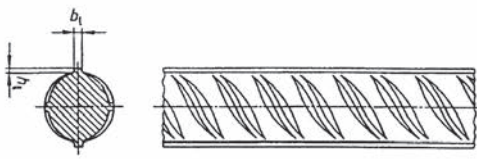
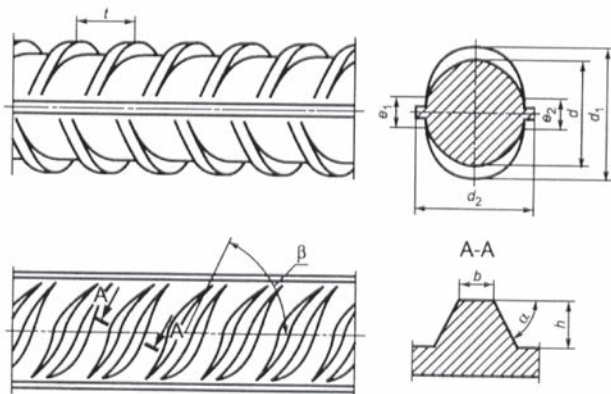
| Нормы   | Оригинальный текст   | Перевод   |
|---|--|---|
| <p>Евроноормы<br/>EN 10080:2005<br/>Английская<br/>версия</p> |  <p>7.4.2.2.2 Transverse ribs shall have a crescent shape and shall merge smoothly into the core of the product.</p>                          | <p>Поперечные выступы должны быть серповидными и плавно переходить в тело арматуры</p>                                    |
| <p>Евроноормы<br/>EN 10080:2005<br/>Немецкая<br/>версия</p>   | <p>7.4.2.2.2 Die Schrägrippen müssen sichelförmig ausgebildet sein und müssen glatt in den Kern des Erzeugnisses übergehen.</p>  |   |
| <p>Британский<br/>стандарт<br/>BS 4449:2005</p>               |  <p>7.4.2.2 Transverse ribs<br/>Transverse ribs shall approximate to a crescent shape, and merge smoothly into the core of the product.</p>  | <p>Поперечные выступы должны быть по форме близки к серповидным и плавно переходить в тело арматуры</p>                   |
| <p>Немецкий<br/>стандарт<br/>DIN 488(1998)</p>                |  <p>4.2.2.1 Die Schrägrippen sind in ihrem Längsschnitt sichelförmig ausgebildet, sie dürfen nicht in vorhandene Längsrippen einbinden.</p> | <p>Продольное сечение поперечных выступов имеет серповидную форму, они не должны пересекаться с продольными выступами</p> |

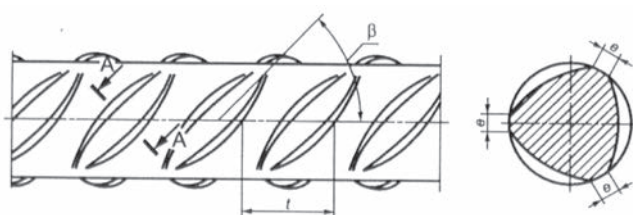
Рис. 1. Рекомендации европейских норм по периодическому профилю арматуры

Аналогичные нормативные требования к виду периодического профиля (рис. 2) и относительной площади смятия  $f_R$  установлены унифицированным с EN 10080 российским стандартом ГОСТ Р 52544—2006 для стали классов А500С и В500С.

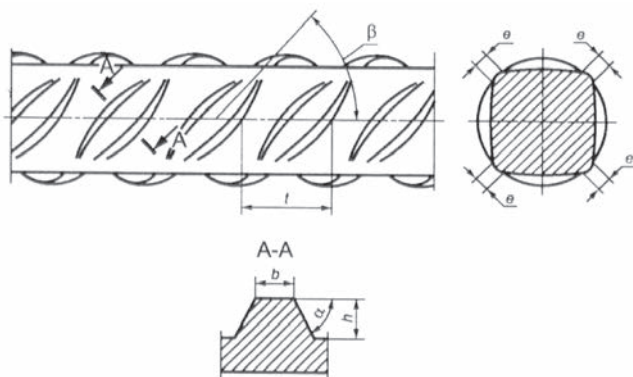
ГОСТ Р  
52544—  
2006



Двухсторонний периодический профиль горячекатаного и термомеханически упрочненного арматурного проката



Трехсторонний серповидный периодический профиль холоднодеформированного арматурного проката



Четырехсторонний сегментный периодический профиль холоднодеформированного арматурного проката

Периодический профиль арматурного проката должен состоять не менее чем из двух рядов поперечных ребер, имеющих серповидную форму и не соединяющихся с продольными ребрами

Рис. 2. Виды периодического профиля арматурного проката по ГОСТ Р 52544

В Еврокоде 2 при определении расчетной длины анкеровки в железобетоне рассматриваются пять различных факторов влияния:

- a1 — форма стержней, т.е. их кривизна или изгиб;
- a2 — величина защитного слоя бетона;
- a3 — наличие поперечной арматуры;
- a4 — число приваренных в зоне анкеровки поперечных стержней;
- a5 — наличие поперечного давления,

а при определении длины нахлестки еще и  $a_b$  — процент армирования в зоне нахлестки.

Евростандарт EN 10080 устанавливает общие требования и определение технических характеристик пригодности для сварки стальной арматуры периодического профиля, используемой для армирования бетонных конструкций и поставляемой в виде

стержней, мотков;

плоских арматурных сеток, изготовленных при помощи автоматической сварки в заводских условиях;

решетчатых балок.

Этот стандарт в последней редакции 2005 г. не определяет технические классы.

По EN 10080—2005 технические классы должны определяться по установленным нормативным значениям предела текучести  $\sigma_T$  относительного удлинения перед разрывом  $A_{gt}$  и отношению временного сопротивления  $\sigma_b$  к пределу текучести  $\sigma_T$ , т.е. по  $K = \sigma_b / \sigma_T$ , выносливости, способности к изгибу, прочности сварных соединений.

Вместе с тем, в этом стандарте регламентируются также, как и в ГОСТ Р 52544 указанные выше значения минимальных значений относительной площади смятия ребер профиля  $f_R$  в зависимости от диаметра арматуры и ряда других норм.

Классификация арматуры по выносливости и коррозионной стойкости возможна, но для этого необходимо будет оснастить все заводы-изготовители арматурного проката оборудованием для таких испытаний.

Закключение. Проведенный сравнительный анализ отечественных и европейских норм по применяемому для армирования железобетона стальному прокату периодического профиля показал, что физико-механические свойства российской и «европейской» арматурной стали практически одинаковы с учетом следующих замечаний:

нормативные требования, установленные ГОСТ 5781, ГОСТ 10884 и ГОСТ Р 52544, несколько выше, чем нормы EN 10080;

производимая по российским стандартам арматура классов А400, А500С, В500С и А600С может быть без пересчета применена взамен арматуры этих же классов прочности по EN 10080.

В актуализированной редакции СНиП 52-01—2003 (СП 63.13330.2012) «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения» по аналогии с Еврокодом 2 для всех классов арматуры коэффициент надежности по арматуре  $\delta_5$  принят единым, равным 1,15 для предельных состояний первой группы и 1,0 — для предельных состояний второй группы.

Таким образом, расчетные сопротивления стальной арматуры по СНиП и Еврокоду 2 унифицированы.

### Библиографический список

1. Свод правил СП 63.13330—2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01—2003. М. : НИИЖБ, 2012. 153 с.

2. ГОСТ Р 52544—2006. Прокат арматурный свариваемый периодического профиля классов А500С и В500С для армирования железобетонных конструкций. Технические условия. М. : Стандартинформ, 2006. 20 с.
3. Eurocode 2. Design of concrete structures — Part 1-1 General rules and rules for buildings. EN 1992-1-1. December 2004, 225 p.
4. Алмазов В.О. Проектирование железобетонных конструкций по евро нормам. М. : Изд-во АСВ, 2007. 216 с.
5. Рискинд Б.Я. Прочность сжатых железобетонных стоек с термически упрочненной арматурой // Бетон и железобетон. 1972. № 11. С. 31—33.
6. Чистяков Е.А., Мулин Н.М., Хаит И.Г. Высокопрочная арматура в колоннах // Бетон и железобетон. 1979. № 8. С. 20—21.
7. Мадатян С.А. Технология натяжения арматуры и несущая способность железобетонных конструкций. М. : Стройиздат, 1980. 196 с.
8. DIN 1045. Beton und Stahlbeton. Berlin. 1988, 84 p.
9. EN 10080. Стальные изделия для армирования бетона. Пригодная для сварки стальная арматура. Общие положения. CEN. Май 2005. 75 с. (с приложениями).
10. ÖNORM 4200. Часть 7. Стальная арматура. Арматура для железобетона. OIB-691-002/04, 25 с.
11. BS 4449:2005. Стальные изделия для армирования бетона. Свариваемый арматурный прокат. Прутки, мотки и выпрямленные изделия. Технические условия. British Standards. 2005. 36 с.
12. Мадатян С.А. Арматура железобетонных конструкций. М. : Воентехлит, 2000. 236 с.

*Поступила в редакцию в сентябре 2013 г.*

Об авторе: **Мадатян Сергей Ашотович** — доктор технических наук, профессор кафедры железобетонных и каменных конструкций, **ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет» (ФГБОУ ВПО «МГСУ»)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, Labarm@rambler.ru.

Для цитирования: *Мадатян С.А. Сравнительный анализ применения арматуры в железобетонных конструкциях в России и за рубежом // Вестник МГСУ. 2013. № 11. С. 7—18.*

**S.A. Madatyan**

#### **THE COMPATIVE ANALYSYS OF REINFORCEMENT STEEL USE IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES IN RUSSIA AND ABROAD**

Reinforced concrete is uninterruptedly developing progressive type of building materials. One of the most important advantages of reinforced concrete is the possibility of using it with reinforcing steel or composite materials of increased and high strength.

As a result occurs substantial permanent growth in production, increase in strength and other service characteristics of steel rolling used for reinforcing concrete.

Production and application of the modern types of reinforcement in our country started not long ago, much later, than in the USA and European countries. Until 1950 deformed reinforcement was not produced and used in our country; the production of hot-rolling reinforcement of the A400 (A-III) class started only in 1956.

But already in 1960 the application of this reinforcement was 1.0 million tons a year, and in 1970 — 3.4 million tons a year.

Up to the year 2012, the production and application of the deformed reinforcement of the classes A-400, A-500C and A-600C of all kinds exceeded 8.0 million tons.