РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА АРМАТУРНОГО ПРОКАТА КЛАССА А500 С КОМПЛЕКСОМ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ПО ГОСТ 34028–2016 В УСЛОВИЯХ АО ЕВРАЗ ЗСМК

В. В. ХАМИЧОНОК, заместитель производственно-технического директора по технологии – начальник технического управления; Н. Г. МАТВЕЕВ, начальник отдела развития технического управления; И. А. МИРОЧНИК, ведущий инженер отдела развития технического управления; Е. В. ЧИНОКАЛОВ, главный специалист отдела развития технического управления, Evgeny.Chinokalov@evraz.com (АО “ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат”, Россия, Кемеровская обл., г. Новокузнецк)

Аннотация. С 01.01.2019 г. вступает в действие межгосударственный стандарт ГОСТ 34028–2016 “Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия”, который заменяет ГОСТ Р 52544 (в части класса А500С), ГОСТ 10884 и ГОСТ 5781. Новый стандарт вводит комплекс дополнительных свойств для арматурного проката класса А500 с целью обеспечения надежности использования его в высотном строительстве, в районах повышенной сейсмичности, в агрессивных средах (морских районах) и в мостостроении (повышенные циклические нагрузки). В связи с этим в условиях АО ЕВРАЗ ЗСМК проведен комплекс работ по разработке технологии производства арматурного проката класса А500, полностью отвечающего требованиям ГОСТ 34028 как в части базовых (временное сопротивление, предел текучести, удлинение, технологическая пластичность), так и дополнительных (коррозионная стойкость, выносливость, высокая пластичность) характеристик. Также была проведена оценка огнестойкости и огнесохранности проката класса А500 (в стандарте данные характеристики отсутствуют). Для определения дополнительных характеристик были проведены следующие испытания: на растяжение и изгиб для арматуры с высокой пластичностью (класс А500Е), на коррозионную стойкость (класс А500К), на выносливость (класс А500У), на огнестойкость и огнесохранность (классы А500С и А500Е). В результате проведенной работы установлено, что арматура опытного производства из стали 18Г2С, микролегированной ванадием, по показателям механических свойств соответствует требованиям ГОСТ 34028–2016 к классу А500Е; арматура опытного производства классов А500К и А500Е из сталей СтЗГпс, СтЗГсп и 18Г2С соответствует требованиям ГОСТ 34028 по стойкости против коррозионного растрескивания для применения в конструкциях без предварительного напряжения; арматура текущего производства из сталей СтЗпс и СтЗГсп по стойкости к усталостным, многократно повторяющимся циклическим нагрузкам соответствует требованиям ГОСТ 34028–2016 к классу А500У. Полученные экспериментальные данные по огнестойкости и огнесохранности арматуры опытного и текущего производства позволили установить влияние температуры нагрева на механические свойства арматуры в зависимости от химического состава стали и диаметра стержней.

Ключевые слова: межгосударственный стандарт ГОСТ 34028–2016, арматурный прокат, класс А500, требования к коррозионной стойкости, высокая пластичность, усталостная прочность, огнестойкость, огнесохранность.

Ссылка для цитирования: Хамичонок В.В., Матвеев Н.Г., Мирочник И.А., Чинокалов Е.В. Разработка технологии производства арматурного проката класса А500 с комплексом дополнительных свойств по ГОСТ 34028–2016 в условиях АО ЕВРАЗ ЗСМК // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2019. Т. 75. № 6. С. 711–717.

Doi: 10.32339/0135-5910-2019-6-711-717

ELABORATION OF A TECHNOLOGY OF CLASS A500 REINFORCING BAR PRODUCTION WITH A COMPLEX OF ADDITIONAL PROPERTIES AS PER GOST 34028–2016 AT JSC EVRAZ ZSMK

V. V. KHAMICHONOK, Deputy Production-Technical director on technology – Head of Technical Dpt;
N. G. MATVEEV, Head of Development dpt, Technical Dpt; I. A. MIROCHNIK, Leading Engineer,
Development dpt, Technical Dpt; E. V. CHINOKALOV, Chief specialist,
Development dpt, Technical Dpt, Evgeny.Chinokalov@evraz.com
(JSC “EVRAZ United Zapadno-Sibirsky steel-works”, Russia, Kemerovo rgn., Novokuznetsk)

Abstract. On 01.01.2019 the interstate standard GOST 34028–2016 “Reinforcing bars for concrete structures. Technical specifications” will come into force, which will replace the standards GOST R 52544 (in the part of A500S class), GOST 10884 and GOST 5781. The new standard will introduce a complex of additional properties for reinforcing bars of A500 class to provide reliability of its application in the high rise construction, in areas of increased seismic activity, in aggressive media (sea areas) and in bridges construction (increased cyclic loads). In view of this a complex of work accomplished at JSC EVRAZ ZSMK to elaborate technologies of production A500 reinforcing bars, completely meeting the requirements of GOST 34028 regarding base characteristics (tensile strength, yield strength, elongation, technological ductility) as well as additional ones (corrosion resistance, endurance, high ductility). In addition, an evaluation of fire resistance and fire safety of the A500 class rebar (the characteristics not present in the standard) accomplished. To determine the additional characteristics the following tests done: for tensile and bending for rebar of high ductility (class A500E), for corrosion resistance (class A500K), for endurance (class A500Y), for fire resistance and fire safety (class A500C and A500E). As a result of the work accomplished it was determined, that reinforcing bars of trial production of 18Г2С steel, micro-alloyed by vanadium, meet the requirements of GOST 34028–2016 to A500E class. Also determined that the reinforcing bars of trial production of class A500K and A500E, made of steel grades Ст3Гпс, Ст3Гсп and 18Г2С meet the requirements of GOST 34028 regarding corrosion resistance for their application in structures without preliminary strain. Besides it was shown, that the reinforcing bars of regular production made of Ст3пс and Ст3Гсп steel grades meet the requirements of GOST 34028–2016 to class A500Y regarding to resistance against fatigue multiple repeating cyclic loads. The experiment data regarding the fire resistance and fire safety obtained for trial and regular production enabled to determine the heating temperature effect on the rebar mechanical properties depending on the steel chemical composition and the bar diameter.

Key words: interstate standard GOST 34028–2016, reinforcing bar, class A500, requirements to corrosion resistance, high ductility, fatigue strength, fire-resistance, fire-safety.

For citation: Khamichonok V.V., Matveev N.G., Mirochnik I.A., Chinoikalov E.V. Elaboration of a technology of class A500 reinforcing bar production with a complex of additional properties as per GOST 34028–2016 at JSC EVRAZ ZSMK. *Chernaya metallurgiya. Byulleten' nauchno-tekhnicheskoi i ekonomicheskoi informatsii* = *Ferrous metallurgy. Bulletin of scientific, technical and economic information*, 2019, vol. 75, no. 4, pp. 711–717. (In Russ.).

Doi: 10.32339/0135-5910-2019-6-711-717

С 01.01.2019 г. на территории России вступает в действие межгосударственный стандарт ГОСТ 34028–2016 “Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия”, утвержденный в 2016 г. взамен ГОСТ Р 52544 (в части класса А500С), ГОСТ 10884 и ГОСТ 5781 [1].

Современный строительный комплекс стремительно развивается. Использование проката, производимого по стандартам, разработанным в середине прошлого века, когда имело место совершенно иное представление о технологиях производства, становится все более затруднительно.

Новый стандарт вводит комплекс дополнительных свойств для арматурного проката класса А500 с целью обеспечения надежности использования его в высотном строительстве, в районах повышенной сейсмичности, в агрессивных средах (морских районах) и в мостостроении (повышенные циклические нагрузки) [2, 3].

В условиях АО ЕВРАЗ ЗСМК проведен комплекс работ по определению оптимального химического состава стали, технологии прокатки и режимов термического упрочнения арматурного проката, полностью отвечающего требованиям нового межгосударственного стандарта как в части базовых (временное сопротивление, пре-

дел текучести, удлинение, технологическая пластичность), так и дополнительных (коррозионная стойкость, выносливость, высокая пластичность) характеристик. Также по запросу потребителя была проведена оценка огнестойкости и огнесохранности проката класса А500.

При определении оптимального химического состава стали для арматурного проката, отвечающего повышенным требованиям к коррозионной стойкости, огнестойкости, способного работать в условиях многократно повторяющихся циклических нагрузок (выносливость) и обладающего высокой пластичностью (сейсмостойкого), за основу были взяты стали Ст3Гсп, Ст3Гпс и 18Г2С.

Термическое упрочнение проводилось в потоке стана, с тепла прокатного нагрева, посредством чередования циклов “охлаждение–отогрев”.

Для определения дополнительных характеристик был принят следующий порядок испытаний:

- испытания на растяжение и изгиб с определением требуемых ГОСТ 34028 механических характеристик в состоянии поставки — для арматуры с высокой пластичностью (класс А500Е);
- испытания на коррозионную стойкость (класс А500К);
- испытания на выносливость (класс А500У);
- испытания на огнестойкость и огнесохранность (классы А500С и А500Е).

Оценка свойств арматурного проката высокой пластичности (сейсмически стойкого)

Для производства арматурного проката класса А500Е была использована сталь 18Г2С, микролегированная ванадием в количестве 0,02–0,04 %.

Результаты исследований базовых и дополнительных свойств показали, что арматурный прокат опытного производства diam. 12, 18 и 32 мм соответствует, как по отдельным

показателям, так и с учетом статистики, требованиям ГОСТ 34028–2016 по основным и дополнительным характеристикам для категории пластичности Е (см. таблицу), характеризуемой относительным удлинением $\delta_{\max}$ не менее 7 %, δ_5 не менее 16 % и соотношением $\sigma_B/\sigma_{T(0,2)}$ в пределах от 1,15 до 1,35.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АРМАТУРНОГО ПРОКАТА ИЗ СТАЛИ 18Г2С

TEST RESULTS OF MECHANICAL PROPERTIES OF STEEL 18Г2С REINFORCING BAR

Профиль	Значение	Механические свойства				
		$\sigma_{T(0,2)}$, Н/мм ²	σ_B , Н/мм ²	$\sigma_B/\sigma_{T(0,2)}$	$\delta_{\max}$, %	δ_5 , %
№ 10	Среднее	571,3	702,3	1,23	8,2	24,0
	СКО (S)	9,3	9,2	0,01	0,19	0,65
	$X_{cp} - kS \geq C_v$	547	679	—	7,7	22,4
№ 18	Среднее	594,3	728,3	1,23	7,7	21,2
	СКО (S)	4,2	2,4	0,01	0,05	1,41
	$X_{cp} - kS \geq C_v$	583	722	—	7,5	17,6
№ 32	Среднее	580,5	706,6	1,22	10,4	24,7
	СКО (S)	16,8	6,1	0,03	0,69	0,60
	$X_{cp} - kS \geq C_v$	537	691	—	8,6	23,2
Требования ГОСТ 34028 (характеристические значения C_v)		≥ 500	≥ 600	1,15–1,35	≥ 7	≥ 16
Примечание. Испытание на изгиб 180 град. через оправку диаметром, равным 3d всех образцов, удовлетворительно.						

Оценка стойкости к коррозионному растрескиванию

Стальная арматура в преднапряженных конструкциях и в конструкциях без предварительного напряжения может подвергаться коррозии в зависимости от условий ее работы, свойств металла и бетона. Наиболее опасным для строительной практики является случай хрупкого разрушения стержней при совместном воздействии агрессивной среды и растягивающих напряжений, усугубляющих процесс коррозионного воздействия и обеспечивающих процесс развития коррозионной трещины.

В связи с этим были проведены испытания на коррозионное растрескивание под напряжением образцов арматурных стержней класса А500 diam. 12, 18 и 32 мм из сталей СтЗГпс, СтЗГсп и 18Г2С (обычной и микролегированной ванадием).

Коррозионная стойкость арматурного проката оценивалась на соответствие требованиям ГОСТ 34028–2016. Испытания проходили с учетом требований следующих нормативных документов (рис. 1):

– ГОСТ 31383–2008 “Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Методы испытаний”;

– ГОСТ 31384–2008 “Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования”;

– СП 28.13330.2012 “Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11–85 (с Изменениями № 1, 2)”.

В соответствии с СП 28.13330.2012 п. 5.4.13, ГОСТ 31384 и ГОСТ 34028 в железобетонных конструкциях без предварительного напряжения, эксплуатируемых в средне- и сильноагрессивных средах, допускается применение арматуры класса А500, выдержавшей испытания на стойкость против коррозионного растрескивания по ГОСТ 31383 в течение 40 ч, при напряжениях в нагруженных стержнях, равных $0,9\sigma_{0,2}$.

Методика проведения испытаний выдержана в соответствии с ГОСТ 31383–2008 “Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Методы испытаний”.

Результаты испытаний на коррозионное растрескивание показали, что арматурный прокат класса А500 всех исследованных диаметров и марок стали соответствует требованиям СП 28.13330.2012, ГОСТ 31383 для конструкций без предварительного напряжения (не менее 40 ч до разрушения).

Рис. 1. Схема и фотография испытания образцов на коррозионное растрескивание арматуры под напряжением: 1 — нагревательный элемент; 2 — плита с отверстиями для крепления испытуемого образца; 3 — рама для жесткой подвески плиты и устойчивости установки; 4 — испытуемый образец; 5 — емкость для коррозионного раствора; 6 — дозатор воды; 7 — рычаг; 8 — груз; L — горизонтальная проекция плеча действующей силы P; P — сила, действующая на испытуемый образец, подвергая его изгибу

Fig. 1. Diagram and pictures of samples tests for rebar corrosion cracking under pressure: 1 — heating element; 2 — plate with holes to fix the sample; 3 — frame for rigid plate suspension and facility stabilization; 4 — the tested sample; 5 — reservoir for corrosion solution; 6 — water feeder; 7 — lever; 8 — load; L — horizontal projection of the acting force lever P; P — the force acting on the tested sample, subjecting its bending

Оценка стойкости к усталостным, многократно повторяющимся циклическим нагрузкам

Арматура железобетонных конструкций, таких как мосты, подкрановые балки и т. п., в процессе их эксплуатации подвергается многократно повторяющимся нагрузкам. При проектировании данных конструкций выполняется их расчет на выносливость (усталость) [4].

Данный вид испытаний состоит в многократном растяжении образцов в диапазоне напряжений Δ от минимального $\sigma_{s,min}$ (P_{min}) до максимального $\sigma_{s,max}$ (P_{max}). На рис. 2 в общем виде представлены параметры цикла приложения нагрузки при испытании на выносливость.

Рис. 2. Параметры циклически повторяющейся нагрузки

Fig. 2. Parameters of repeating in cycles load

В соответствии с ГОСТ 34028 арматурный прокат класса А500У с дополнительными требованиями к выносливости должен выдерживать без разрушения 2 млн циклов повторяющейся нагрузки.

Для контроля выносливости было испытано по пять образцов арматурного проката диам. 12, 18 (сталь СтЗпс) и 32 (сталь СтЗГсп) мм текущего производства, упрочненных на класс А500.

Перед испытаниями были приняты следующие условия:

- нормальная температура и влажность по ГОСТ 15150;
- испытательная машина — гидравлическая испытательная машина с электронным управлением Instron 8802;
- вид нагружения — мягкий;
- база испытаний — 2 млн циклов;
- максимальное напряжение цикла — 300 Н/мм² (МПа);
- размах напряжения цикла — 150 Н/мм² (МПа);
- частота циклов напряжений — 20 Гц;
- критерий разрушения — разрушение в рабочей части сечения образца вдали от захватов испытательной машины.

Результаты испытаний на выносливость показали, что весь арматурный прокат текущего производства класса А500 диам. 12, 18 и 32 мм выдержал более 2 млн циклов повторяющейся нагрузки и по этой характеристике полностью соответствует требованиям ГОСТ 34028–2016.

Оценка огнестойкости и огнесохранности арматурного проката

В соответствии с нормативными документами РФ строительные конструкции, в том числе и железобетонные, помимо прочностных и деформационных параметров характеризуются также такими показателями, как огнестойкость и огнесохранность.

Пределы огнестойкости строительных конструкций и их условные обозначения устанавливают по ГОСТ 30247.1.

В ходе работы проводилось исследование влияния кратковременного высокотемпературного нагрева, а также нагрева с последующим охлаждением на изменение физико-механических характеристик представленного арматурного проката для получения экспериментальных данных о степени разупрочнения и предварительной оценки величины понижающих коэффициентов γ_{st} , используемых при расчете железобетонных конструкций на огнестойкость и огнесохранность.

При высокотемпературном огневом воздействии, как и после него, свойства арматуры, заложенной в конструкции, изменяются. Это изменение сопротивления арматуры растяжению и сжатию с повышением температуры учитывают коэффициентом условий работы γ_{st} , изменение модуля упругости — коэффициентом β_s .

Известно, что в охлажденном состоянии после нагрева до определенного порядка температур арматурные стали частично или полностью восстанавливают механические свойства. На основании ранее проведенных исследований принято считать, что с повышением температуры воздействия и после охлаждения происходит необратимое снижение механических свойств арматуры: для горячекатаной арматуры — после нагрева свыше 600 °C, для термически упрочненной арматуры — после нагрева свыше 400 °C, для холоднотянутой проволоки — после нагрева свыше 300 °C.

Исследования изменения механических свойств арматурного проката классов А500С и А500Е из различных марок стали производства АО ЕВРАЗ ЗСМК проводили после высокотемпературного нагрева с последующим охлаждением на специальном оборудовании (разрывных машинах) в лабораторных условиях, с предварительной подготовкой образцов в виде нагрева в муфельной печи со скрытыми нагревательными элементами.

Предварительный нагрев образцов арматурного проката до требуемых температур осуществляли в лабораторных условиях в муфельной электропечи ПМ-16М, так как печной нагрев образцов в наибольшей степени соответствует процессам, связанным с работой железобетонных конструкций при пожаре. Контроль и автоматическое регулирование температуры осуществлено с помощью микропроцессорного регулятора РТ1200.

Образцы нагревали до температур в интервале от 100 до 800 °C с шагом 100 °C. Нагрев осуществлялся с выдержкой при достижении требуемой температуры, последующим остыванием в печи до температуры порядка 100 °C и до комнатной температуры на воздухе, что исключало резкий перепад температур. Длительность выдержки заданного уровня температуры нагрева была принята 60 мин из условия прогрева 1 мм² площади поперечного сечения арматуры за 3 мин.

После остывания образцов до комнатной температуры их испытывали на растяжение по методике ГОСТ 12004. Испытания на растяжение арматуры проводили на разрывных машинах Instron 8802, Instron 5984, Schenck, MP500 с усилием от 15 до 100 тс с автоматической записью диаграммы растяжения арматурного проката.

По результатам испытаний произведена математическая обработка с определением значений механических характеристик исследуемого арматурного проката и вычислением коэффициентов условий работы арматуры γ_{st} в охлажденном состоянии после нагрева до заданных температур. Определены такие характеристики, как предел текучести $\sigma_{0,2}$, временное сопротивление σ_B , относительное удлинение при разрыве δ_5 , относительное равномерное удлинение δ_p .

Исследования показали, что арматура diam. 12 и 18 мм из стали СтЗпс существенно теряет прочностные свойства и даже выходит из своего класса после нагрева до температуры выше 500 °C (рис. 3). Для арматурного проката тех же диаметров из стали 18Г2С значительное падение значений механических свойств начинается после нагрева до температуры выше 500 °C, т. е. на 100 °C выше, чем у арматуры из стали СтЗпс (рис. 4).

Рис. 3. Влияние нагрева (огнестойкость) на прочностные свойства арматуры № 12 класса А500С из стали СтЗпс

Fig. 3. Effect of heating (fire resistance) on strength properties of steel Cm3nc class A500C No. 12 rebar

Рис. 4. Влияние нагрева (огнестойкость) на прочностные свойства арматуры № 12 класса А500Е из стали 18Г2С

Fig. 4. Effect of heating (fire resistance) on the strength properties of steel 18Г2С class А500Е No. 12 rebar

Образцы арматуры диам. 32 мм из сталей СтЗГсп и 18Г2С (микролегированной ванадием) классов А500С и А500Е разупрочняются уже при температуре 500 и 600 °С соответственно. По огнесохранности арматура из стали СтЗГсп несколько уступает арматуре из стали 18Г2С, так как имеет более стремительное падение значений предела текучести, начиная это падение на 100 °С раньше.

В целом по результатам данных исследований можно заключить, что арматура диам. 12 и 18 мм класса А500С из стали СтЗГсп значительно уступает арматуре класса А500Е из стали 18Г2С (микролегированной ванадием) по критерию огнесохранности. Сказывается недостаток легирования кремнием и марганцем — элементами, по-

вышающими температуру начала рекристаллизации.

Полученные значения коэффициентов условий работы γ_{st} для арматуры из стали СтЗГсп не соответствуют нормативным значениям.

Опытные значения γ_{st} для арматуры из стали 18Г2С близки к значениям, предъявляемым к горячекатаному арматурному прокату (рис. 5), в том числе и для класса А500, имеют тенденцию снижения при температуре нагрева 800 °С.

Рис. 5. Зависимость фактических значений коэффициента условий работы для арматуры диам. 32 мм от температуры нагрева по сравнению с нормативными значениями

Fig. 5. Dependence of actual values of working conditions coefficient for 32 mm rebar comparing on temperature of heating with standard values

Полученные экспериментальные данные могут рассматриваться как оценочные, характеризующие влияние температуры нагрева на механические свойства арматуры в зависимости от химического состава стали и диаметра стержней.

Выводы

1. Арматура опытного производства из стали 18Г2С диам. 12, 18 и 32 мм по показателям механических свойств соответствует требованиям ГОСТ 34028–2016 к классу А500Е.

2. Арматура опытного производства из сталей СтЗГсп, СтЗГсп и 18Г2С диам. 12, 18 и 32 мм, представленных как классы А500К и А500Е, соответствует требованиям СП 28.13330.2012, ГОСТ 31383 и ГОСТ 34028 по стойкости против коррозионного растрескивания для применения в конструкциях без предварительного напряжения.

3. Арматура текущего производства диам. 12 и 18 мм из стали СтЗГсп и диам. 32 мм из стали СтЗГсп по стойкости к усталостным,

многократно повторяющимся циклическим нагрузкам соответствует требованиям ГОСТ 34028–2016 к классу А500У и может быть использована в качестве арматуры повышенной выносливости.

4. Полученные экспериментальные данные по огнестойкости и огнесохранности представленной арматуры диам. 12, 18 и 32 мм опытного и текущего производства позволили установить влияние температуры нагрева на механические свойства арматуры в зависимости от химического состава стали и диаметра стержней. Вычисленные на базе этих данных значения коэффициентов условий работы γ_{st} в отдельных случаях существенно отличаются от нормативных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 34028–2016. Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия. Введен взамен ГОСТ 5781–82, ГОСТ 10884–94; введ. 2019-01–01. — М.: Стандартинформ, 2017. — 43 с.
2. Снимщиков С.В., Харитонов В.А., Суриков И.Н., Саврасов И.П. Новый стандарт на арматурный прокат. Современные вызовы и стратегия дальнейшего развития // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2017. № 5. С. 3–9.
3. Снимщиков С.В., Харитонов В.А., Саврасов И.П. Реальность и ожидания современного рынка. К выходу нового ГОСТ 34028–2016 // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2017. № 6. С. 9–16.
4. Скоробогатов С.М. Основы теории расчета выносливости стержневой арматуры железобетонных конструкций. — М.: Стройиздат, 1976. — 108 с.

Поступила 24 апреля 2019 г.

REFERENCES

1. *GOST 34028–2016. Prokat armaturnyi dlya zhelezobetonnykh konstruktсий. Tekhnicheskie usloviya. Vveden vzamen GOST 5781–82, GOST 10884–94 2019-01–01* [State Standard 34028–2016. Reinforcing bar for concrete structures. Technical specifications. Adopted instead of State Standard 5781–82, State Standard 10884–94 2019-01–01]. Moscow: Standartinform, 2017, 43 p. (In Russ.).
2. Snimshchikov S.V., Kharitonov V.A., Surikov I.N., Savrasov I.P. A new standard for reinforcing bar. Modern challenges and strategy of further development. *Chernaya metallurgiya. Byulleten' nauchno-tekhnicheskoi i ekonomicheskoi informatsii = Ferrous metallurgy. Bulletin of scientific, technical and economic information*, 2017, no. 5, pp. 3–9. (In Russ.).
3. Snimshchikov S.V., Kharitonov V.A., Savrasov I.P. Reality and expectations of the modern market. *Chernaya metallurgiya. Byulleten' nauchno-tekhnicheskoi i ekonomicheskoi informatsii = Ferrous metallurgy. Bulletin of scientific, technical and economic information*, 2017, no. 6, pp. 9–16. (In Russ.).
4. Skorobogatov S.M. *Osnovy teorii rascheta vynoslivosti sterzhnevoi armatury zhelezobetonnykh konstruktсий* [Fundamental of theory of concrete structure bar endurance calculation]. Moscow: Stroizdat, 1976, 108 p. (In Russ.).

Received April 24, 2019