



УДК 669.112

Поступила 24.11.2017

## АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К КАЧЕСТВЕННЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ХОЛОДНОДЕФОРМИРОВАННОЙ АРМАТУРЫ КЛАССА ВР500

## ANALYSIS OF THE REQUIREMENTS FOR THE QUALITY CHARACTERISTICS OF COLD-FORMED REINFORCEMENT OF CLASS ВР500

*Т. А. АХМЕТОВ, А. В. ХОДОСОВСКИЙ, А. В. МАЗАНИК, Ю. И. КОЗЫРЕВА, Л. В. ЛОКТИОНОВА,*  
ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», г. Жлобин, Гомельская обл., Беларусь,  
ул. Промышленная, 37. E-mail: metiz.to@bmz.gomel.by

*T. A. AKHMETOV, A. V. KHODOSOVSKY, A. V. MAZANIK, YU. I. KOZYREVA, L. V. LOKTIONOVA,*  
OJSC «BSW – Management Company of Holding «BMC», Zhlobin city, Gomel region, Belarus,  
37, Promyshlennaya str. E-mail: metiz.to@bmz.gomel.by

*В статье рассмотрены основные требования к новому классу холоднодеформированной арматуры Вр500. Произведена оценка требований к эксплуатационным характеристикам такой арматуры в сравнении с арматурной проволокой класса Вр-1 в соответствии с ГОСТ 6727-80. Наряду с требованиями к пластичности или деформативности арматуры для нового класса введены требования по относительной площади смятия, усталостной выносливости, обязательной маркировке и др. Для обеспечения надежности введены характеристические значения  $C_v$ , определяемые методами статистического контроля при долговременной оценке качества. Существенно расширен размерный ряд арматуры.*

*The main requirements for a new class of cold-formed reinforcement V500 are considered in the article. The requirements to the performance characteristics of such fittings in comparison with the reinforced wire of class Вр-1 in accordance with GOST 6727-80 have been estimated. Along with the requirements for plasticity or deformation of the reinforcement for the new class requirements are introduced for the relative bearing surface, fatigue endurance, mandatory marking, etc. To ensure reliability the characteristic values of  $C_v$ , determined by statistical control methods with long-term quality assessment are introduced. The size range of the reinforcement was significantly expanded.*

**Ключевые слова.** Композиционные материалы, арматура, предел текучести, пластичность арматуры, относительная площадь смятия, усталостная выносливость, прокатная маркировка.

**Keywords.** Composite materials, reinforcement, yield point, plasticity of the reinforcement, relative bearing surface, fatigue endurance, rolling marking.

Композиционные материалы (КМ, композиты) используются уже на протяжении многих веков. Композиты – это материалы, состоящие из двух или более компонентов (матрицы и армирующего наполнителя) и обладающие свойствами, отличными от суммарных свойств компонентов. Первыми примерами научного подхода к созданию искусственных композиционных материалов считают появление железобетона и стеклопластиков [1].

Несмотря на создание большого числа искусственных композитов, армированный сталью бетон или железобетон остается на протяжении многих лет самым востребованным материалом в строительстве. Повышение прочности бетона при растяжении и устранение хрупкости разрушения достигаются введением в его матрицу длинномерных или дисперсных армирующих наполнителей различной природы [2]. От качественных характеристик, используемых в железобетоне материалов, напрямую зависит безопасность зданий и сооружений. В связи с этим во всем мире арматурная сталь подлежит обязательной государственной сертификации.

На современном этапе развития технологий к основным качественным характеристикам арматуры, которые определяют безопасную эксплуатацию зданий и сооружений, можно отнести:

относительную площадь смятия ( $f_r$ ), расчетная величина которой зависит от геометрических параметров ребер арматуры и определяет ее механическое сцепление с бетоном;

предел текучести  $F_m$  или условный предел текучести  $F_{0,2}$ , который определяет класс прочности арматуры (максимальная допустимая нагрузка при «нормальном» режиме работы);  
полное относительное удлинение при максимальной нагрузке ( $Agt$ );  
отношение временного сопротивления разрыву к пределу текучести ( $\sigma_B/\sigma_T$  или  $\sigma_B/\sigma_{0,2}$ ), является показателем упрочнения арматуры при ее деформации.

Последние два параметра являются показателями пластичности или деформативности арматуры, т. е. обладают способностью поглощать энергию посредством пластических деформаций при аварийных нагрузках. До 60-х годов прошлого века пластичность в мире рассматривалась практически только как свойство материала. Так был построен стандарт на арматуру класса Вр-1 диаметром 3–5 мм ГОСТ 6727-80 «Проволока из низкоуглеродистой стали холодноотянутая для армирования железобетонных конструкций». Термин «проволока» в данном случае применяется в связи с тем, что данный тип арматуры является продуктом метизного передела и фактически описывает только форму поставки ее в виде бухт. Преимущества применения бухтовой арматуры вместо арматурного проката мерных стандартных размеров в части повышения годного продукта общеизвестны. Это, прежде всего, исключение от 10 до 15% «узаконенных» отходов и обрезки [3].

Ниже приведены основные технические требования, которые предъявляются к арматуре класса Вр-1 в соответствии с ГОСТ 6727-80.

1. Геометрические параметры (диаметр, глубина вмятин, шаг вмятин и т. д).
2. Разрывное усилие.
3. Усилие, соответствующее условному пределу текучести.
4. Число перегибов.
5. Относительное удлинение  $\delta_{100}$ .

Принимая во внимание, что ГОСТ 6727-80 впервые введен еще в СССР в 1953 г., на сегодняшний день данные технические требования «устарели» и не могут являться показателями для определения механической работы арматуры в бетоне. В качестве оценки сцепления арматуры и бетона в настоящее время принято использовать характеристику, приведенную к длине «относительная площадь смятия»  $f_r$ , а не набор геометрических параметров. В современной практике классификацию арматуры осуществляют по удельным, а не силовым параметрам. С точки зрения современного понимания работы арматуры в железобетоне показатель «относительное удлинение  $\delta_{100}$ » является информативным касательно только для материала, так как при измерении остаточной деформации  $\delta_{100}$  включена зона шейки, которая образуется уже после разрушения, когда арматура полностью теряет несущую способность. Также в ГОСТ 6727-80 не нормируется показатель «отношение временного сопротивления разрыву к пределу текучести». Это важный показатель деформативности, так как он характеризует способность арматуры упрочняться при растяжении без потери агрегатного состояния до разрушения.

При опасном возрастании в арматуре напряжений от растяжения при низкой пластичности ( $\sigma_B/\sigma_T$ , близкое к 1,  $Agt$  менее 2,5 %) на практике при эксплуатации в железобетоне наступает внезапное разрушение такой арматуры, практически не посылая для окружающей инфраструктуры сигнала о начале потери несущей способности, например, в виде трещин, что в итоге лишает шанса людей на спасение [4].

Современный уровень техники не позволяет произвести 100 %-ный контроль производимой арматуры. Для определения надежности обеспечения технических требований всей генеральной совокупности поставляемой продукции в современных стандартах используют статистические методы контроля и оценки (квантили генеральной совокупности) основных качественных характеристик арматуры по небольшому объему испытаний, но при долговременном контроле. Именно такие методы определяют надежность характеристик всего объема арматуры, поставляемой конкретным производителем. Для проволоки класса Вр-1 указаны только минимальные требования к характеристикам, приведенным выше. Они распространяются, по сути, только на 3–5 бухт в партии объемом 70–80 т, от которых случайно отбираются образцы для испытаний, что никак не указывает на уровень надежности обеспечения характеристик даже для этой отдельной партии, не говоря обо всем объеме поставляемой продукции конкретного изготовителя.

Таким образом, применение арматурной проволоки класса Вр-1 в соответствии с ГОСТ 6727-80 в качестве армирующего материала для бетона является не безопасным и на сегодняшний день действует ограничение на ее применение на территории РБ и РФ. При этом объем потребления только в РФ «проволочной» арматуры или арматуры метизного передела составляет по разным оценкам до 0,5 млн. т.

Существенным недостатком ГОСТ 6727-80 является и ограничение диапазона диаметров от 3 до 5 мм. При этом современные линии на метизном переделе позволяют производить холоднодеформированную арматуру в бухтах диаметром до 16 мм.

Для устранения описанных выше недостатков в АО «НИЦ «Строительство» был разработан СТО 36554501-053-2017 «Холоднодеформированная арматура Вр500 для армирования бетона и кладки». В названии класса арматуры в соответствии с общепринятой мировой практикой указан класс прочности арматуры.

По сравнению с ГОСТ 6727-80 новый стандарт предусматривает ряд существенных изменений и дополнений. Дано определение термина для холоднодеформированной арматуры как способа метизного передела (взамен арматурной проволоки). Введено требование к пластичности, относительной площади смятия и усталостной выносливости арматуры (значения установлены идентичными требованиям Европейских стандартов). Для обеспечения надежности введены характеристические значения  $C_{\sigma}$ , определяемые методами статистического контроля при долговременной оценке качества. Существенно расширен размерный ряд арматуры. В общем диапазоне диаметров от 2,5 до 14,0 мм введены дополнительные размеры с градацией через 0,5 мм в диапазоне от 2,5 до 5,5 мм и с градацией через 1 мм в диапазоне от 6 до 14 мм.

Еще одна особенность нового стандарта – возможность использования арматуры по двум наборам технических требований. В первой группе технических требований к арматуре предъявляются «стандартные» требования ( $\sigma_B/\sigma_T \geq 1,05$ ,  $Agt \geq 2,5\%$ ) к пластическим характеристикам. Во второй группе «упрощенных» технических требований отсутствуют требования к пластичности арматуры, но при этом увеличены требования к условному пределу текучести до 570 МПа.

Установлено, что арматура по второй группе требований может применяться только как конструктивная и распределительная, когда сварное изделие из нее не работает на растяжение. Сегодня области применения сеток и каркасов такого назначения существенно расширяются от дорожного строительства до отделочных работ и усиления кладки. Сетки с такой арматурой можно использовать и для исключения трещинообразования бетона при его твердении и работе.

Важным отличием от ГОСТ 6727-80 является введение в СТО 36554501-053-2017 прокатной маркировки класса и визуальной маркировки номера набора технических требований взаимным расположением поперечных ребер. Требование к обязательной маркировке для класса Вр-1 отсутствовало.

Замена проволочной арматуры класса Вр-1 на класс Вр500 решает ряд вопросов. Во-первых, гармонизацию с зарубежными и прежде всего европейскими нормами в части требований к надежности, механической прочности и деформативности.

Во-вторых, более рационально использовать проволочную арматуру в областях неответственного применения как конструктивную и распределительную с оптимизацией по размерному ряду и техническим требованиям к механическим свойствам.

В-третьих, создать и вывести на рынок новый класс унифицированной проволочной арматуры для расширения возможностей его экономичного применения в различных сегментах строительства с разными техническими требованиями.

### Литература

1. **Полимерные** композиционные материалы: учеб. пособ. / Л. И. Бондалетова, В. Г. Бондалетов. Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2013. Ч. 1. 118 с.
2. **Применение** устройства для повышения пластических свойств холоднодеформированной арматуры / Т. А. Ахметов, Ю. Л. Бобарикин, Я. В. Чикишев, Н. В. Старков, Л. В. Локтионова, И. Н. Радькова // Литье и металлургия. 2016. № 2. С. 64–68.
3. **Состояние** современного производства мелкосортного арматурного проката и реализация его качества в строительстве / С. В. Снимщиков, В. А. Харитонов, И. Н. Суриков, В. В. Анискин // СТРОЙМЕТАЛЛ. 2013. № 2.
4. **Ian Gilbert R., Zafer Sakka I.** Strength and ductility of reinforced concrete slabs containing welded wire fabric and subjected to support settlement // Engineering Structures. 2010. Vol. 32. № 6. P. 1509–1521.