



The analysis of construction types and ways of production of steel reinforcement is done.

В. В. ФИЛИППОВ, В. А. ТИЩЕНКО, А. Б. СТЕБЛОВ, РУП "БМЗ",
Д. В. ЛЕНАРТОВИЧ, БПА

СТАЛЬНАЯ АРМАТУРА – ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

УДК 621.77

Строительная арматура всех классов используется в основном при производстве ответственных железобетонных конструкций, что предъявляет высокие требования к показателям ее качества. Потребление металла на 1 м³ железобетона составляет в среднем 70 кг или 10–25% от стоимости железобетона. Эффективность применения железобетонных конструкций в значительной степени зависит от потребительских характеристик арматуры. Так, например, применение термомеханически упрочненного проката с прочностью 500–1200 Н/мм² за счет снижения расходных коэффициентов позволит повысить эффективность использования металла на 15–35%. Применение, например, 500 тыс. т в год такого термомеханически упрочненного арматурного проката дает возможность экономить 169,5 млн кВт·ч электроэнергии или 37 тыс. т условного топлива [1].

Металлургические заводы стран СНГ производят строительную арматуру диаметром 6–40 мм с

пределом текучести 235–1200 Н/мм². Поставка арматуры осуществляется в бунтах и прутках мерной и немерной длины. В зависимости от механических свойств горячекатаную и термомеханически упрочненную арматуру делят на классы (табл. 1).

Горячекатаная сталь по ГОСТ 5781.

Свариваемость проката обеспечивается химическим составом стали, из которой он изготовлен, и технологией производства. Величина углеродного эквивалента (C_s) для свариваемого арматурного проката класса А400 должна быть в пределах 0,3 – 0,52 %, для класса А500 – 0,35 – 0,52 и для класса А600 – 0,4 – 0,65 %.

Величину углеродного эквивалента рассчитываем по формуле:

$$C_s = C + Mn/6 + (Cr+V+Mo)/5 + (Cu+Ni)/15, (1)$$

где C , Mn , Cr , V , Mo , Cu , Ni – массовая доля углерода, марганца, хрома, ванадия, молибдена, меди и никеля, %.

Таблица 1.

Класс арматуры	Диаметр проката	Марка стали	Механические свойства, не менее			
			предел текучести σ_t , Н/мм ²	временное сопротивление разрыву σ_b , Н/мм ²	относительное удлинение σ_5 , %	испытание на изгиб в холодном состоянии, град, d^*
A-I (A240)	6–40	Ст3кп, Ст3пс, Ст3сп	235	373	25	180, $C=d$
A-II (A300)	10–40	Ст5сп, Ст5пс	295	490	19	180, $C=3d$
	40–80	18Г2С				
АС-II (АС300)	10–32	10ГТ	295	441	25	180, $C=d$
A-III (A400)	6–40	35ГС, 25Г2С	390	590	14	90, $C=3d$
	6–22	32Г2Рпс				
A-IV (A600)	10–18	80С	590	883	6	45, $C=5d$
	10–32	20ХГ2Ц, 20ХГ2Т				
A-V (A800)	10–32	23Х2Г2Т, 23Х2Г2Ц	785	1030	7	45, $C=5d$
V-VI (A1000)	10–22	22Х2Г2АЮ, 22Х2Г2Р, 20Х2Г2СР	980	1230	6	45, $C=5d$

* C – диаметр оправки, d – диаметр стержня.

Углеродный эквивалент для стали класса А-Ш(400) определяем по формуле:

$$C_s = C + Mn/6 + Si/10 \leq 0,62 \% \quad (2)$$

Арматурную сталь классов А1(240) – А1У(А600) изготавливают горячекатаной, класса АУ(А800) – с низкотемпературным отпускком, класса А-У1(1000) – с низкотемпературным отпускком или термической обработкой в потоке прокатного стана.

Для армирования железобетонных конструкций в соответствии с ГОСТ 10884 изготавливают термомеханически упрочненную арматуру диаметром 10–40 мм из углеродистых и низколегированных сталей, марки и режимы термического упрочнения которых выбираются заводом-изготовителем.

Арматурная сталь подразделяется на шесть классов (табл. 2) в зависимости от минимального значения предела текучести (H/mm^2) и эксплуатационных характеристик (C – свариваемая, K – стойкая против коррозионного растрескивания под напряжением).

Термически упрочненная арматура.

Наиболее часто используется арматура Ат800- (Ат-V) диаметром 10 – 14 мм. Крупнейшие поставщики термически упрочненной арматуры – "Северсталь" (диаметром 14 мм), ЗСМК (диаметром 12 – 18 мм). Эта арматура в настоящее время применяется при изготовлении преднапряженных плит-перекрытий.

Механические свойства термически упрочненной арматурной стали различных классов, в том числе свариваемой и стойкой против коррозионного растрескивания под напряжением, до и после электронагрева, а также результаты испытания на изгиб должны соответствовать требованиям, приведенным в табл. 3.

Арматура для железобетонных конструкций диаметром 6–12 мм поставляется в бунтах массой от 500 до 2000 кг. Как правило, это арматура класса А1-АIII. В прутках поставляется в основном арматура классов А-III и А-VI – стержни периодического профиля диаметром 10–40 мм. Горячекатаная арматура производится обычно мерной

длины 6,8 – 11,2 м. Встречаются заказы с длиной стержней до 25 м. Свариваемая горячекатаная арматура по ГОСТ 5781 поставляется также немерной от 3 до 9 м, которая затем сваривается на стыковочных станках у потребителя.

В последнее время заводы редко производят арматуру класса А1 по ГОСТ 5781, вместо этого катают круги по ГОСТ 535, которые как строительная арматура не могут быть использованы. Термомеханически упрочненная арматура для преднапряженных конструкций по ГОСТ 10884 производится только мерной длины, обычно 6,8 и 7,5 м.

По внешнему виду арматура отличается конфигурацией – расположением и видом поперечных ребер. Некоторые виды периодической арматуры, производимой на металлургических заводах, приведены на рис. 1.

Основным нормативным документом на производимую арматуру является ТУ РБ 04778771.001-2001 "Прокат арматурный горячекатаный и термомеханически упрочненный для железобетонных конструкций".

Арматурный прокат периодического профиля изготавливают с двумя продольными ребрами или без них и с поперечными серповидными выступами, не пересекающимися с продольными ребрами, идущими по многозаходной винтовой линии, имеющей на сторонах профиля разные направления (рис. 2).

Продукция РУП "БМЗ" выгодно отличается от арматуры, поставляемой на строительный рынок другими заводами [2]. Например, арматурная сталь "МЕЧЕЛ" отвечает требованиям ГОСТ. Основным недостатком – нормируемые показатели механических свойств и химического состава близки к предельным (максимальным и минимальным). Иногда "гуляют" размеры (вместо 8 мм при измерении получается 9 мм, вместо 10 – 11 мм).

Арматура ОАО "ММК" часто имеет отклонения от ГОСТ по содержанию углерода, марганца. Бывают недогрузки, тем более, что в ряде случаев отгружают пачки по 7 – 10 т, хотя большинство кранов на стройках рассчитаны на 5 т. Часто в

Таблица 2.

Класс арматурной стали	Номинальный диаметр, мм	Марка стали
Ат400 (Ат-IIIС) Ат500С	6–40	СтЗсп, СтЗпс Ст5сп, Ст5пс
Ат600 (Ат-IV) Ат600С (Ат-IVС) Ат600К (Ат-IVК)	10–40	20ГС 25ГС2, 35ГС, 28С, 27ГС 10ГС2, 08Г2С, 25С2Р
Ат800 (Ат-V)	10–32	20ГС, 20ГС2, 08Г2С, 10ГС2, 28С, 25Г2С, 22С
Ат800К (Ат-VК)	18–32	35ГС, 25С2Р
Ат1000 (Ат-VI) Ат1000К (Ат-VIK) Ат1200 (Ат-VII)	10–32	20ГС, 20ГС2, 25С2Р 20ХГС2 30ХС2



Рис. 1. Виды периодической арматуры

вагоне находится более 15% арматуры немерной длины. На этом фоне хорошее впечатление оставляет арматура БМЗ, где 5-тонные пачки еще разбиты на 2—3 подпачки и в вагон грузится мерная или немерная арматура согласно заказу.

Арматура Украины не пользуется популярностью у потребителей. Это связано в основном с большим количеством арматуры немерной длины, быстрой потерей товарного, а также с низким качеством. Меньше всего претензий предъявляется к прокату "Криворожсталь" [2].

Выпуская продукцию по собственным технологическим условиям, большинство заводов стремятся к унификации, ориентируясь на СТО АСЧМ 7-93 "Прокат периодического профиля из арматурной стали". Этот нормативный документ распространяется на классы А400С, А500С, А600С — стержневую и бунтовую арматуру, производимую как горячекатаную без последующей обработки; термомеханически упрочненную в потоке станов; механически упрочненную в холодном состоянии.

Следует отметить, что на рынке практически отсутствует арматура периодического профиля диаметром 6 мм. Это связано с тем, что прокатка горячекатаной арматуры малых диаметров невыгодна заводам из-за потери производительности прокатных станов [3]. Известна технология производства арматуры способом холодной деформации в неприводных роликовых волоках при помощи тянущего волокильного барабана. В качестве подката служит катанка диаметром 6 — 12 мм. В Беларуси такая арматура дефицитна и завозится в небольших количествах из России. Потребность в арматуре диаметром 8 — 5 мм составляет около 27 тыс. т ежегодно.

В настоящее время арматурные профили, включая проволоку для армирования В-1, Вр-1,2, производятся в странах СНГ по 32 нормативным документам.

Значительное количество арматуры поставляется на внешний рынок в соответствии с требованиями Еuronorm ENV 10080.1995, ISO 6934-1.1990, ISO 6935-2.1990, стандарта Великобритании BS 4449-97, стандарта Германии DIN 448.1984, стандартов США ASTM A722-90, ASTM A706/A706M-90 и АСI 439, 4R-89. Общая тенденция предприятий-производителей арматуры — попытка унификации требований и создание свариваемых арматурных сталей класса А400С и А500С с содержанием углерода не более 0,22 %, получаемых путем термомеханического упрочнения. Оправданым, по мнению НИИЖБ России, является

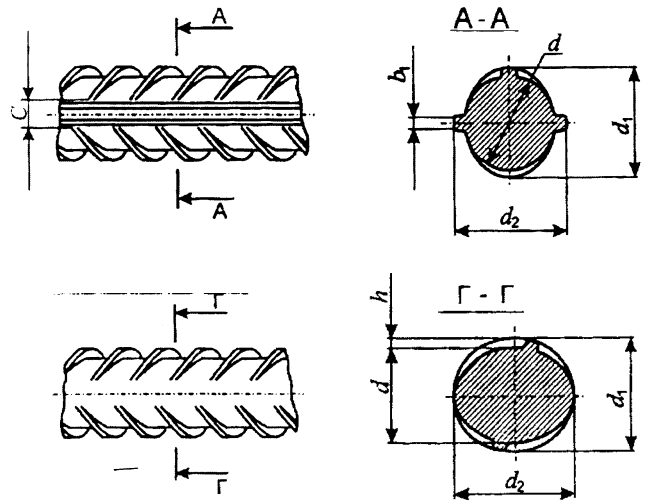


Рис. 2. Основные виды периодических профилей для армирования железобетонных изделий

Таблица 3.

Класс арматурной стали	Номинальный диаметр, мм	Температура электронагрева, °С	Механические свойства				Испытание на изгиб, град	Диаметр оправки d, мм
			временное сопротивление σ_{B2} , Н/мм ²	предел текучести σ_T , Н/мм ²	относительное удлинение δ , %			
					δ_5	δ_p		
Ат400	6—40	—	550	440	16	—	90	3
Ат500	6—40	—	600	500	14	—		
Ат600	10—40	400	800	600	12	4	45	5
Ат800	10—32		1000	800	8	2		
Ат1000			1250	1000	7			
Ат1200		450	1450	1200	6			

ся производство арматуры легированием хромом и с микролегированием ванадия и бора.

РУП "БМЗ" совместно с НИИЖБ России первым начал унификацию и производство арматуры класса А500С. Для нужд строительства выпускались и опытные партии арматуры длиной 24,2 м. С увеличением доли монолитного домостроения эта арматура пользуется большим спросом. Как вариант может быть предложена технология производства винтовой арматуры, которую БМЗ совместно с НИИЖБ России начал осваивать в этом году. Причем предусмотрено производство винтовой арматуры классов А500С, Ат800, Ат1000 в расширенном ассортименте — диаметром от 12 до 36 мм [4]. Впервые ставится задача ее комплектной поставки по желанию

заказчика вместе с гайками и соединительными муфтами разных видов.

В настоящее время РУП "БМЗ" проводит постоянную работу, направленную на расширение сортамента, повышение механических свойств арматурной стали и сертификацию по международным стандартам.

Литература

1. Арматурный прокат для железобетонных конструкций: Справ.-каталог / Под ред. Ю. Г. Худик. Днепропетровск, 2000.
2. Зайцев Е. Рынок стальной арматуры // Металлоснабжение и сбыт. Март—Апрель. 1999. С. 28—30.
3. Филиппов В. В., Стеблов А. Б., Бержанин В. П., Ленартович Д. В., Мирюгин О. Г. Разработка нового эффективного арматурного профиля // Литье и металлургия. 2001. №2. С. 130—132.
4. Фридлянов Б. Винтовая арматура для строительства // Строительство и недвижимость. 2001. № 19 (305).



НОВЫЕ ПАТЕНТЫ ПО ЛИТЬЮ И МЕТАЛЛУРГИИ В ПАТЕНТНОМ ФОНДЕ РЕСПУБЛИКАНСКОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БИБЛИОТЕКИ

• Патент 3816 РБ, МПК С22С 9/00, 1/05. Порошковый износостойкий материал для узлов трения.

Изобретение относится к области порошковой металлургии, в частности к порошковым композиционным материалам, и может быть использовано в качестве износостойких антифрикционных материалов в металлоперерабатывающей, бумагоперерабатывающей промышленности и других областях машиностроения.

• Патент 19816158 Германия, МПК С22С 38/06. Способ получения электротехнической листовой стали.

Листовая сталь содержит 0,008—0,025% алюминия, 2,8—3,5% кремния, 0,1—0,7% меди, 0,005—0,012% азота, менее 0,06% углерода, 0,1—0,3% марганца. Исходный материал переплавляется в плоские заготовки. Заготовки нагреваются до 1230—1300 °С и подвергаются горячей прокатке, двухступенчатой холодной прокатке и закалке с последующим отпуском. На следующем этапе заготовка покрывается слоем на основе оксида магния и подвергается высокотемпературному прокаливанию.

• Патент 5964920 США, МПК С22В 9/00. Способ и устройство для восстановления металлических частиц.

Для втягивания частиц в расплав, текущий по немагнитному желобу, под поверхность расплава используют магнитные силы. Имеются устройство для подачи расплава в желоб и магнит, создающий магнитное поле, линия потока которого проходит через желоб и по меньшей мере поверхность расплава. Механизм загрузки расположен над поверхностью потока расплава. Частицы под действием силы тяжести поступают на поверхность расплава и втягиваются под поверхность магнитным полем.

Полные описания иностранных патентов публикуются на языке оригиналов!

Ознакомиться с описаниями изобретений и заказать отдельные страницы копий, а также осуществить тематический поиск в INTERNET можно по адресу:

г. Минск, проспект Машерова, 7,
Республиканская научно-техническая библиотека,
читальный зал патентной документации (502 к.)
тел.: 226-65-05.