



The developments of production technology of reinforcing steel of type BSt550 according to Austrian norms in conditions of the mill 320 of RUP "BMZ" are given.

А. В. РУСАЛЕНКО, РУП «БМЗ»

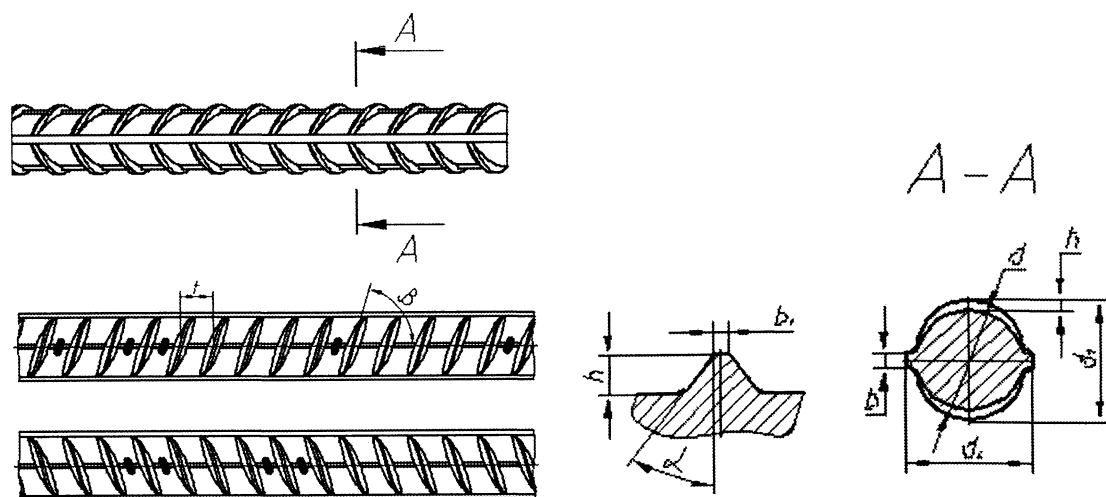
УДК 621.771

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА АРМАТУРНОЙ СТАЛИ МАРКИ (ГРУППЫ) BSt550 СОГЛАСНО АВСТРИЙСКИМ НОРМАМ В УСЛОВИЯХ СТАНА 320 РУП «БМЗ»

В номенклатуре экспорта Белорусского металлургического завода арматура занимает значительное место. На РУП «БМЗ» уже ранее освоено производство арматурной стали по стандартам многих экономически развитых стран мира. С целью расширения рынка экспорта продукции проводилась НИР по разработке и внедрению технологии производства арматуры периодического профиля марки (группы) BSt550 по требованиям стандарта ÖNORM B 4200-7 «Стальная арматура». При подготовке к сертификационному аудиту фирмы «Pisec» (Австрия) для получения сертификата соответствия на производство арматуры, согласно австрийским нормам, была прокатана стержневая термомеханически упрочненная арматура мелкого (№ 10, 16), среднего (№ 25) и крупного (№ 40) сортамента периодических профилей из исходных непрерывнолитых и горячекатаных заготовок сечением 125×125 мм. Следу-

ет отметить, что, так как № 25 арматуры не оговорен в данном стандарте, то по ранее достигнутой договоренности с представителем сертифицирующего органа он был предложен как альтернатива № 24 и 26, не производимых на стане 320.

Арматурная сталь (см. рисунок) представляет собой круглые стержни с двумя продольными ребрами и расположенными под углом примерно 50° к продольной оси стержня поперечными серповидными выступами с нормируемой высотой и расстоянием между ними. Проекция выступов к поверхности сечения должна покрывать примерно 80% длины окружности прутка, рассчитанной на основании его номинального диаметра. Кроме того, арматура имеет дополнительно идентификационные ребра, проходящие в продольном направлении и пересекающиеся с поперечными серповидными выступами. Все прутки арматурной стали периодических профилей, про-



Периодический профиль арматурной стали

изведенные по данному стандарту, идентифицируются с помощью ряда отчетливых знаков (меток), прокатанных на поверхности стержня. Так, в качестве маркировки завода-изготовителя используются два продольных идентификационных ребра, пересекающихся с поперечными серповидными выступами и нанесенными короткими выступами на арматурной стали.

Одним из основных требований, предъявляемых к арматурной стали, согласно данному стандарту, является возможность ее соединения различными видами сварки. Так как в стандарте ÖNORM B 4200-7 не оговариваются требования к химическому составу арматурной стали марки (группы) BSt550, то при разработке технологии производства арматуры, согласно требованиям австрийских норм, использовался металл сварива-

емой арматуры, определяемый содержанием углерода не более 0,22% и углеродным эквивалентом не более 0,50%. Для гарантии обеспечения требуемого уровня механических свойств арматуры № 40 был скорректирован рекомендуемый химический состав стали с повышением массовой доли упрочняющих элементов кремния (Si) до 0,43% и марганца (Mn) до 1,30%, при этом углеродный эквивалент ($C_{э\text{кв}}$) составил 0,44–0,46%.

Уровень прочностных и пластических характеристик арматурной марки (группы) BSt550 должен быть несколько выше (табл. 1) значений свариваемой арматурной стали класса прочности A500C по российскому стандарту СТО АСЧМ 7-93 и требованиям европейских национальных стандартов (DIN 488, BS 4449, NEN 6008 и др.).

Таблица 1. Механические свойства арматурной стали по европейским стандартам

Номер стандарта	Механические свойства						
	σ_T , Н/мм ²	σ_B , Н/мм ²	σ_B/σ_T	δ_5 , %	δ_p , %	δ_{10} , %	δ_n , %
	не менее						
ÖNORM B 4200-7 (Австрия)	550	620	1,10	17,0	4,0*	–	–
СТО АСЧМ 7-93 (Россия)	500	600	1,05	14,0	–	–	2,5
NAD(S)SS-ENV 10080 (Швеция)	500	–	1,08	–	–	–	5,0
DIN 488 (Германия)	500	550	1,05	–	–	10,0	–
BS 4449 (Британия)	500	–	1,08	–	–	–	5,0
NEN 6008 (Голландия)	500	550	–	–	–	–	3,25
SFS 1215 (Финляндия)	500	550	–	–	–	12,0**	–
NS 3576-3 (Норвегия)	500	–	1,15	–	–	–	8,0

* Определяется при разрыве образца в зажиме. ** На № 25–32 определяется $\delta_{200}=12\%$.

Температурный режим нагрева исходных непрерывнолитых и горячекатаных заготовок квадрата сечением 125×125 мм в нагревательной печи стана 320 осуществлялся в соответствии с требованиями действующей на заводе ТИ. Прокатка арматуры № 25, 40 проводилась монопроцессом, № 10 и 16 – слиттинг-процессом в четыре и две нитки соответственно согласно требованиям ТИ по вновь разработанной нарезке и маркировке валков, удовлетворяющим требованиям австрий-

ского стандарта ÖNORM B 4200-7. Подбор режимов термоупрочнения в зависимости от профиля арматуры позволил обеспечить необходимый уровень прочностных и пластических характеристик арматурного проката.

Итоговые средние значения механических свойств, полученные при аудиторских испытаниях образцов арматуры (по 25 образцов каждого профиля) на растяжение, приведены в табл. 2.

Таблица 2. Итоговые средние значения механических свойств, полученные при аудиторских испытаниях образцов арматуры на растяжение

Номер профиля	Температура самоотпуска, °С	σ_T , Н/мм ²	σ_B , Н/мм ²	σ_B/σ_T	δ_5 , %	δ_n^* , %
10	613	582	672	1,15	23,7	10,3
16	618	568	662	1,16	24,3	11,5
25	547	594	709	1,19	21,2	11,1
40	552–560	569	702	1,23	21,4	12,4
Требования ÖNORM B 4200-7:						
мин		550	620	1,10	17,0	–

* Определялось в порядке информации для представителей сертифицирующего органа.

Необходимо отметить, что все исследовательские образцы арматуры № 10, 16, 25 и 40 выдержали изгиб на 90° вокруг оправки диаметром, равным 3–6 номинальным диаметрам прутка (в зависимости от

профиля арматуры) с последующим перегибом на 45°, согласно требованиям ÖNORM B 4200-7, что свидетельствовало об удовлетворительном качестве поверхности готового арматурного проката.

Исследования микроструктуры показали, что все изготовленные поперечные шлифы от прутков арматуры имели кольцо самоотпуска, в центре образцов отмечалась структура феррито-перлитная, у поверхности – структура отпуска. Толщина кольца самоотпуска по профилям составила:

- на № 25 – двойное кольцо самоотпуска – 1,40–1,95 мм (в среднем 1,73 мм);
- на № 16 – 1,55–1,75 мм (в среднем – 1,66 мм);
- на № 10 – 0,60–1,05 мм (в среднем – 0,88 мм);
- на № 40 – двойное кольцо самоотпуска с четко выраженной переходной зоной – 3,20–3,60 мм (в среднем – 3,40 мм).

В результате разработки технологии производства горячекатаной, улучшенной при прокатном нагреве, арматуры марки (группы) BSt550, на всем прокатанном сортаменте периодических профилей были получены геометрические размеры и значения массы погонного метра, в полном объеме удовлетворяющие требованиям стандарта ЦНORM В 4200-7 в зависимости от номера профиля арматуры.

С целью проведения сертификационных испытаний арматурного проката для рынка Австрии в институт TVFA Graz были поставлены образцы прокатанной арматуры для испытаний на растяжение сварных соединений и усталостную прочность. Усталостная прочность определялась на 10

забетонированных балках профиля № 25, которые достигли нагрузочного цикла $2 \cdot 10^6$ без разрушения. При испытаниях на разрыв соединений, выполненных контактной стыковой сваркой (10 образцов № 40) и сваркой прихватками (по 10 образцов № 10 и 40) были получены удовлетворительные результаты.

Таким образом, в результате проведения НИР:

1) был определен оптимальный химический состав стали и разработана технология производства стержневой термомеханически упрочненной арматуры марки (группы) BSt550, которые позволили обеспечить, согласно требованиям ÖNORM В 4200-7, необходимый уровень механических свойств готового арматурного проката при полном соответствии его геометрических размеров;

2) получен сертификат № Z-2.11-05-6274 от 16.01.06 на производство арматуры марки (группы) BSt550 согласно требованиям ÖNORM В 4200-7;

3) составлена ориентировочная спецификация для проработки с непосредственным потребителем и с целью дальнейшего составления контрактов на данный вид продукции;

4) разработаны ТУ ВУ 400074854.057-2006 «Стержневая термомеханически упрочненная арматурная сталь периодического профиля, свариваемая немерной длины для железобетонных конструкций».