



<https://doi.org/10.21122/1683-6065-2020-1-21-24>
УДК 669.15

Поступила 17.02.2020
Received 17.02.2020

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ЭФФЕКТИВНОГО ТЕРМОУПРОЧНЕНИЯ ПРОКАТА АРМАТУРНОГО ПРОФИЛЯ ДИАМЕТРОМ 8 ММ ИЗ СТАЛИ ОБЫКНОВЕННОГО КАЧЕСТВА В УСЛОВИЯХ СТАНА 320 СПЦ–1 ОАО «БМЗ – УПРАВЛЯЮЩАЯ КОМПАНИЯ ХОЛДИНГА «БМК»

О. М. КИРИЛЕНКО, П. А. БАБКОВ, М. В. ПЕТРЕНКО, А. В. РУСАЛЕНКО, ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», г. Жлобин, Гомельская обл., Беларусь, ул. Промышленная, 37.
E-mail: glengprokat@bmz.gomel.by, pa.bobkov@bmz.iron

В настоящее время мировая конкуренция, нестабильная ситуация на мировом рынке металлопроката, а также возрастающие с каждым днем требования потребителей продукции ставят перед производителем сложные задачи, которые необходимо решать в кратчайшие сроки. Одной из таких задач является расширение выпускаемого сортамента арматурного проката в условиях сортопрокатного цеха № 1 на непрерывном мелкосортном стане 320. До недавнего времени на стане 320 осуществлялась прокатка арматурных профилей диаметром от 10 до 40 мм. Для возможности реализации поставленной задачи была проведена работа по разработке технологии производства стержневой арматуры периодического профиля № 8 с термоупрочнением в линии стана на класс 500.

Ключевые слова. Прокат, трасса термоупрочнения, арматура, кольцо самоотпуска, неравномерность, механические испытания, предел текучести.

Для цитирования. Кириленко, О. М. Разработка способа эффективного термоупрочнения проката арматурного профиля диаметром 8 мм из стали обыкновенного качества в условиях стана 320 СПЦ-1 ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» / О. М. Кириленко, П. А. Бабков, М. В. Петренко, А. В. Русаленко // Литье и металлургия. 2020. № 1. С. 21–24. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2020-1-21-24>.

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR EFFECTIVE STRENGTHENING ROLLED REBAR WITH DIAMETER OF 8 MM OF ORDINARY QUALITY STEEL IN TERMS OF MILL 320 SPC–1 AT OJSC «BSW – MANAGEMENT COMPANY OF THE HOLDING «BMC»

О. М. KIRILENKO, P. A. BABKOV, M. V. PETRENKO, A. V. RUSALENKO, OJSC «BSW – Management Company of the Holding «BMC», Zhlobin, Gomel region, Belarus, 37, Promyshlennaya str.
E-mail: glengprokat@bmz.gomel.by, pa.bobkov@bmz.iron

The global competition, unstable situation in the world market of rolled metal products, as well as increasing with each day the requirements of consumers of products pose complex tasks for the manufacturer, which must be solved in the shortest possible time. One of these tasks is to expand the range of rebar rolled products in the conditions of the variety rolling shop no. 1 on the continuous small-grade rolling mill 320. Until recently, rolling of reinforcing profiles with a diameter from 10 mm to 40 mm was carried out at the 320 rolling mill. In order to expand the range of rebar products, work was carried out to develop a production technology for profile no. 8 rod fittings with thermal hardening in the mill line for class 500.

Keywords. Rolled products, heat – hardening route, fittings, self – release ring, unevenness, mechanical testing, yield point stress.

For citation. Kirilenko O. M., Babkov P. A., Petrenko M. V., Rusalenko A. V. Development of a method for effective strengthening rolled rebar with diameter of 8 mm of ordinary quality steel in terms of mill 320 SPC-1 at OJSC «BSW – Management Company of the Holding «BMC». Foundry production and metallurgy, 2020, no. 1, pp. 21–24. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2020-1-21-24>.

В 2018 г. отмечалось снижение объемов производства арматуры ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» из-за переполненности рынка сбыта, при этом арматура отгружалась уже на новые для этого вида продукции рынки: Центральная и Южная Америка, страны Африки. Проведенные марке-

тинговые исследования показали спрос на арматуры периодического профиля № 8 в прутках, что позволяет исключить передел размотки бухт и порезки проката на мерные длины.

Производство стержневой арматуры с диапазоном предела текучести от 400 до 800 МПа осуществляется на непрерывном мелкосортном стане 320 сортопрокатного цеха № 1. Стан предназначен для прокатки периодических профилей с № 10 по № 40. Со времени ввода прокатного производства завода в эксплуатацию проводилось постоянное усовершенствование процесса многоручьевой прокатки-разделения (МПР) в потоке стана [1] с увеличением количества одновременно разделяемых ниток, что требовало также корректировок режимов термоупрочнения арматуры. Так, например, в настоящее время на стане 320 прокатка мелких профилей осуществляется слиттинг-процессом в пять ниток (№ 10), четыре нитки (№ 12), три нитки (№ 14).

Перед инженерными и технологическими службами технического управления и сортопрокатного цеха № 1 была поставлена задача о необходимости в кратчайшие сроки проведения комплекса работ по разработке и внедрению технологии производства арматуры периодического профиля № 8 в прутках. Работа началась с разработки таблицы калибровки, режима термоупрочнения, подготовки необходимого оборудования. За основу технологии прокатки № 8 был взят четырехниточный слиттинг-процесс как более оптимальный вариант для лучшего контроля на мелком профиле геометрических размеров каждой из ниток, а также для более стабильного продольного разделения раската на четыре нитки неприводной разрезной коробкой по сравнению с пятью нитками при МПР. Подготовительный этап включал в себя также теоретический расчет внутреннего диаметра и количества охлаждающих труб в трассе термоупрочнения [2], схему настройки трассы термоупрочнения с учетом охлаждения одновременно прокатываемых четырех ниток арматуры. Выбор внутреннего диаметра охлаждающих труб осуществлялся с учетом практики работы прокатных станов и принимался равным 2,0–2,5 диаметра прокатываемого профиля [2, 3].

Положительные результаты были получены уже при прокатке первой опытно-промышленной партии данной арматуры из углеродистой стали обыкновенного качества. Термоупрочнение арматуры № 8 на класс 500 проводилось одностадийным охлаждением по схеме «прерванное охлаждение» [2, 4]. Отмечалось удовлетворительное прохождение металла по холодильнику, волнистость и местная кривизна прутков отсутствовали. Все отобранные пробы при аттестационных испытаниях выдержали изгиб на 180°, изгиб на 90° с последующим разгибом на угол не менее 20° согласно требованиям ТНПА, что свидетельствовало об удовлетворительном качестве поверхности прутков арматуры. Механические свойства термоупрочненного проката соответствовали классу 500. Однако при металлографическом исследовании образцов было выявлено неравномерное по сечению кольцо самоотпуска (рис. 1) толщиной 0,20–0,50 мм, что указывало на необходимость стабилизации режима термоупрочнения.

Учитывая потребности и возможности рынка, коллектив предприятия стремится не только снизить себестоимость и увеличить производительность выпускаемой продукции, но, вместе с тем, сохранить высокие качественные характеристики готового проката. Одним из основных требований, предъявляемых к термически упрочненной арматуре, является высокая однородность и стабильность механических свойств как в пределах конкретных партий, так и в генеральной совокупности. Международными и европейскими стандартами кроме технических требований (химический состав, механические свойства, качество поверхности) для арматуры регламентируется необходимость оценки подтверждения соответствия проката при долговременном контроле. Так, при расчете достоверности механических свойств одним из основных элементов является стандартное отклонение результатов испытаний. В частности, аудитором сертифицирующего органа «CARES» (Великобритания) было отмечено, что образцы с высоким стандартным отклонением предела текучести не дают уверенности в управлении технологическим процессом при производстве, а именно, если стандартное отклонение предела текучести более 20 МПа – процесс ненадежен. Стандартное отклонение предела текучести, согласно рекомендуемой практике, должно быть ниже 20 МПа для обеспечения выполнения критерия долгосрочного уровня качества на продукцию стандарта BS 4449:2005 +A3:2016.

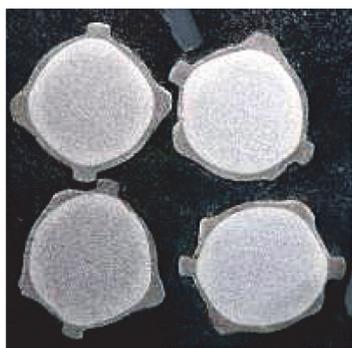
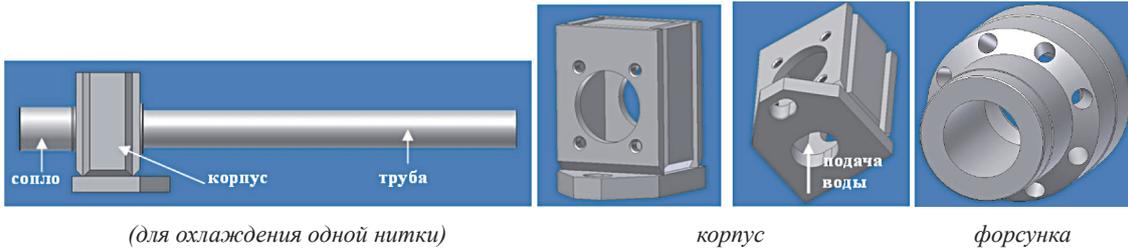


Рис. 1. Поперечные сечения исследуемых образцов арматуры, травление в реактиве «Nital»

Действующая трасса термоупрочнения проката стана 320 состоит из двух секций. Секции имеют по две автономные зоны охлаждения (1, 2 и 3, 4), работу которых можно сочетать в разных комбинациях. В каждой зоне



(для охлаждения одной нитки)

корпус

форсунка

Рис. 2. Устройство для термоупрочнения проката



Рис. 3. Сопло для термоупрочнения проката



Рис. 4. Поперечные сечения исследуемых образцов арматуры, травление в реактиве «Nital»



Рис. 5. Сертификаты соответствия на стержневую арматуру класса 500 периодического профиля (в том числе и № 8)

установлено по десять комплектов охлаждающих устройств. Охлаждающее устройство состоит из корпуса (нагнетающей камеры) со вставной форсункой, сопла и охлаждающей трубы. Общий вид такого устройства для термоупрочнения одной нитки арматуры показан на рис. 2. С целью стабилизации термоупрочнения арматуры № 8 было предложено в комплекты охлаждающих устройств установить сопла с уменьшенным внутренним диаметром (рис. 3), ранее использовали сопла под термоупрочнение арматуры № 10.

Установка сопел в охлаждающие устройства трассы термоупрочнения с уменьшенным внутренним диаметром позволила улучшить центрирование прутков в трубах и стабилизировать процесс термоупрочнения арматуры как между нитками, так и по длине раската. Стандартное отклонение предела текучести прокатанного металла не превысило 20 МПа и в зависимости от количества (n) испытаний механических свойств составило: при $n = 10$ 10–16 МПа; при $n = 16$ 8–14 МПа.

При металлографическом исследовании образцов было выявлено равномерное по сечению кольцо самоотпуска (рис. 4) толщиной 0,40–0,55 мм, что указывало на стабильность процесса термоупрочнения. В центре исследуемых образцов наблюдалась структура феррито-перлитная, у поверхности – структура отпуска. В макроструктуре поперечного сечения исследуемых образцов арматуры усадочные рако-

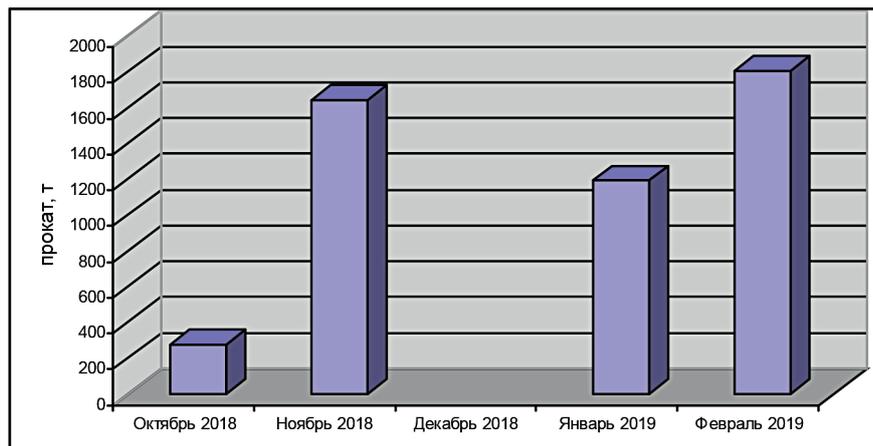


Рис. 6. Рост производства арматуры № 8 класса 500 на стане 320 СПЦ-1

вины, рыхлости, подкорковые пузыри, расслоения, внутренние трещины, инородные металлические и шлаковые включения, видимые без применения увеличительных приборов, не выявлены.

Для сохранения и поддержания конкурентоспособности товарной продукции, а также с целью расширения поставок арматуры на российский и западный строительные рынки в условиях стана 320 СПЦ-1 был проведен комплекс работ по сертификации арматуры № 8 класса 500 с предоставлением образцов для испытаний на усталостную прочность в независимых аккредитованных лабораториях. Результатом явилось получение сертификатов соответствия на производство данного проката для европейского рынка (рис. 5).

Рост производства арматуры № 8 класса 500 на стане 320 СПЦ-1 (рис. 6) позволяет с оптимизмом смотреть в будущее и достойно представлять качество белорусской стали и бренд «БМЗ» на мировом рынке.

Выводы

Установка сопел в охлаждающие устройства трассы термоупрочнения с уменьшенным внутренним диаметром позволила улучшить центрирование прутков в трубах и стабилизировать процесс термоупрочнения арматуры № 8 как между нитками, так и по длине раската. Стандартное отклонение предела текучести прокатанного металла не превысило 20 МПа. Итогом работы явилось получение сертификатов соответствия на производство арматуры № 8 класса 500 для европейского рынка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жучков С. М. Исследование параметров процесса прокатки-разделения при производстве арматурных профилей на стане 320 РУП «БМЗ» / С. М. Жучков, В. А. Маточкин, Д. Н. Андрианов, О. М. Кириленко и др. // Литье и металлургия. 2006. № 2. Ч. 2. С. 56–62.
2. Кугушин А. А. Высокопрочная арматурная сталь / А. А. Кугушин, И. Г. Узлов, В. В. Калмыков, С. А. Мадатян, А. В. Ивченко. М.: Металлургия, 1986. 272 С.
3. Жучков С. М. Совершенствование конструкций охлаждающих устройств линии охлаждения стержневого арматурного проката РУП «БМЗ» / С. М. Жучков, В. А. Маточкин, Д. Н. Андрианов, М. А. Муриков и др. // Литье и металлургия. 2006. № 2 (38). С. 67–70.
4. Левченко Л. Н. Производство арматурной стали / Л. Н. Левченко, А. С. Натапов, Л. Ф. Машкин, Ю. Т. Худик, С. Л. Баскин. М.: Металлургия, 1984. 136 С.

REFERENCES

1. Zhuchkov S. M., Matochkin V. A., Andrianov D. N., Kirilenko O. M. Issledovanie parametrov processa prokatki-razdelenija pri proizvodstve armaturnyh profilej na stane 320 RUP «BMZ» [Study of the parameters of the rolling-separation process in the production of reinforcing profiles at the mill 320 RUE «BMZ»]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2006, no. 2 (38), pp. 56–62.
2. Kugushin A. A., Uzlov I. G., Kalmykov V. V., Madatjan S. A., Ivchenko A. V. *Vysokoprochnaja armaturnaja stal'* [High Strength Reinforcing Steel]. Moscow, Metallurgija Publ., 1986, 272 p.
3. Zhuchkov S. M., Matochkin V. A., Andrianov D. N., Murikov M. A. Sovershenstvovanie konstrukcij ohlazhdajushih ustroystv linii ohlazhdenija stержневого armaturnogo prokata RUP «BMZ» [Improving the design of cooling devices for the cooling line of bar reinforcing steel of RUE «BMZ»]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2006, no. 2 (38), pp. 67–70.
4. Levchenko L. N., Natapov A. S., Mashkin L. F., Hudik Ju. T., Baskin S. L. *Proizvodstvo armaturnoj stali* [Reinforcing steel production]. Moscow, Metallurgija Publ., 1984, 136 p.