

While preparation of mold core for metal casting with a large shrinkage lamellar graphite compounds with halides are the most prospective. The applying of lamellar graphite compounds in the foundry decreases metal consumption, improves core knockout and quality of metal with a large shrinkage

Keywords: lamellar graphite compounds, intercalation, acceptor graphite compounds, halides

УДК 669.017: 621.77

ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ ТЕРМОЗМІЦНЕНОГО АРМАТУРНОГО ПРОКАТУ В ПОТОЦІ ДРІБНОСОРТОВОГО СТАНУ

В статті описані дослідження структури та властивостей термозміцненого арматурного прокату марки СтЗТРпс у потоці безперервних прокатних станів з використанням способу переривистого гартування. Обґрунтовані можливості використання термічного зміцнення для вдосконалення технології виготовлення арматурного прокату

Ключові слова: структура, термозміцнений арматурний прокат, переривисте гартування

В статье описано исследование структуры и свойств термоупрочненного арматурного проката марки СтЗТРпс в потоке непрерывных прокатных станов с использованием способа прерывистой закалки. Обоснованы возможности использования термического упрочнения для совершенствования технологии изготовления арматурного проката

Ключевые слова: структура, термоупрочненный арматурный прокат, прерывистая закалка

Д. Ю. Ключев

Кандидат технічних наук

Кафедра металургійних технологій*

Контактний тел.: +38 (097) 582-44-55

С. Б. Комлев

Заст. начальника цеху з технології, СПЦ №2 ПАТ «АМКР»

м. Кривий Ріг, вул.Орджонікідзе, 1

Контактний тел.: +38(056)4993333

С. О. Мацишин

Аспірант, асистент кафедри

Кафедра обробки металів тиском та

металургійного обладнання*

Контактний тел.: +38 (067) 190-52-31

E-mail: sergej.macyshin@inbox.ru

*ДВНЗ «Криворізький національний університет»

вул. 22-ого Партз'їзду, 11, м. Кривий Ріг, Україна, 50027

1. Вступ

Підвищення якості продукції є одним з основних завдань металургійного виробництва, послідовне вирішення якого здатне забезпечити його продукції необхідну конкурентоспроможність. Вирішення цих завдань міститься в розробці та освоєнні нових та вдосконалених існуючих технологій термозміцнення прокату, що забезпечать підвищення керованості процесом формування фізико-механічних та споживчих властивостей продукції металургійного виробництва.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Аналіз літератури свідчить про те, що існує багато інформації стосовно термічного зміцнення прокату [1-5]. Однак, щодо формування структури та властивостей термозміцненого арматурного прокату із застосуванням переривистого гартування у сучасній літературі

освітлено недостатньо. Відсутність даних, що визначила ся останнім часом стосовно закономірності формування структури та властивостей при розпаді переохолодженого аустеніту, після переривання інтенсивного охолодження, при використанні способів переривистого гартування арматурного прокату, стало чинником, стримуючим розвиток технології виробництва цього виду прокату.

У зв'язку з цим проведення досліджень є завданням актуальним, оскільки це дає можливість досягти нових технологічних рішень при виробництві арматурного прокату, що забезпечують як підвищену керованість процесом формування структури і властивостей прокату, так і можливість надання йому додаткових споживчих властивостей.

3. Мета та задачі дослідження

Метою даної роботи є дослідження структури та властивостей термозміцненого арматурного прокату

у потоці безперервних прокатних станів з використанням способу переривистого гартування та можливості використання термічного зміцнення для вдосконалення технології та отримання арматурного прокату із заданим розподілом мікроструктури по його перетину.

4. Експериментальні дані та їх обробка

Дослідження закономірностей формування мікроструктури арматурного прокату, що термічно зміцнюється в потоці безперервного стану виконували на арматурній сталі марки СтЗТРпс. Хімічний склад наведений в табл. 1. Мікроструктурний аналіз виконували за допомогою мікроскопу «NEOPHOT-21». Для виявлення мікроструктури виконували травлення полірованої поверхні зразків 4%-вим спиртовим розчином азотної кислоти. Механічні випробування на розтягування проводили на машині INSTRON TT-DM-L відповідно до вимог ГОСТ 1497-84. Випробування натурних зразків арматури діаметром 12 мм на розтягування проводили на машині INSTRON 1200KN.

З метою отримання арматурного прокату з заданим розподілом мікроструктури по його перетину, термічно оброблених із застосуванням способів переривистого гартування, були розроблені режими термічного зміцнення арматурного прокату, які наведені в табл. 2. У табл. 3 наведені механічні властивості готового прокату, термічнозміцненого за розробленими режимами.

Таблиця 1

Вміст хімічних елементів в сталі, що застосовується при проведенні досліджень

Марка сталі	Вміст елементів %						
	C	Mn	Si	Ni	Cr	S	P
СтЗТРпс	0,18	0,57	0,09	0,19	0,18	0,019	0,029

Таблиця 2

Експериментальні режими термічного зміцнення арматурного прокату

Марка сталі	Номер режиму	Тиск води по секціям, МПа								Швидкість прокату, м/с
		1	2	3	4	5	6	7	8	
СтЗТРпс	1	0,8	0,6	0,6	0	0	0	0	0	11,8
	2	1,5	0,6	0,6	0	0	0	0	0	11,8

Таблиця 3

Механічні властивості арматурного прокату, термічно зміцненого за різними режимами

Марка сталі	Номер режиму	Механічні властивості		
		σ_r , Н/мм ²	σ_b , Н/мм ²	δ_5 , %
СтЗТРпс	1	405	515	28,0
	2	550	635	22,

До наведених в табл. 2 режимам необхідно додати, що при виконанні режимів зміцнення 1 та 2 в трасу вводили перші три секції установки. Отже, при швидкості 11,8 м/с тривалість перебування арматурного прокату у термотрасі складала 1,4 с.

Режим 1 розроблений з метою перевірки можливості здобуття в потоці прокатки термічнозміцненого прокату, в якому замість безперервного мартенситного шару безпосередньо до поверхні прилягали шари з мікроструктурою, одним з основних елементів якої є квазіевтектоїд. Наведені на рис. 1 мікроструктури термічнозміцненого арматурного прокату діаметром 12 мм із сталі СтЗТРпс підтверджують реальність здобуття прокату з подібними структурами. При цьому слід зазначити, що для того, щоб колонії квазіевтектоїду, що формуються в структурі прокату, не втрачалися серед мартенситних або бейнітних структур, які можуть формуватися при другому періоді інтенсивного охолодження, цей режим містить лише один з періодів такого охолодження.

Рис. 1, а свідчить про те, що після використання зазначеного режиму мікроструктура шарів арматурного прокату, що знаходяться навіть в безпосередній близькості від поверхні, складається переважно з колоній квазіевтектоїду зі стрижневою будовою цементиту, що міститься в них. У складі представленої мікроструктури є видимими також ділянки структурно повільного фериту. Але їх кількість тут мала.

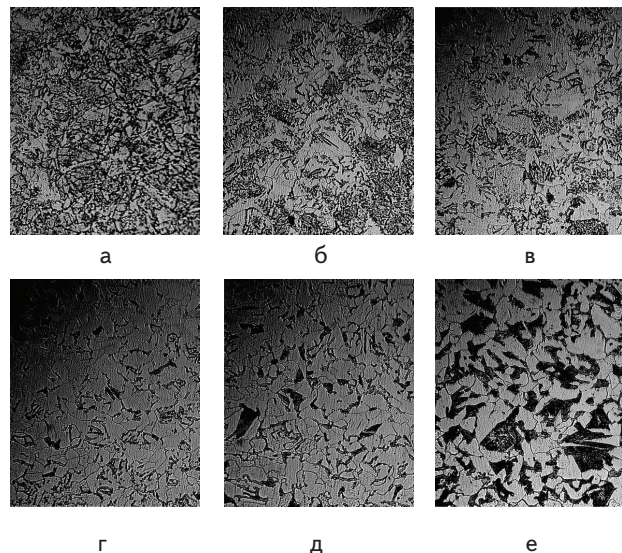


Рис. 1. Мікроструктури арматурного прокату зі сталі СтЗТРпс, термічно- зміцненого за режимом 1 в шарах, що знаходяться на різних видаленнях від поверхні (x500): а – 0,1 мм; б – 0,8 мм; в – 1,8 мм; г – 2,6 мм; д – 3,0мм; е – 6,0 мм

При видаленні від поверхні колонії квазіевтектоїду збільшуються, збільшуються також розміри та число ділянок надлишкового фериту (рис. 1, б). Серед останніх починають бути видимими дуже дрібні перлітні колонії з пластинчастим перлітом (рис. 1, в). При видаленні від поверхні на 2,6 мм в арматурному стрижні розташовуються шари, в яких кількість та розміри колоній квазіевтектоїду різко зменшуються, а ділянки надлишкового фериту збільшуються (рис. 1, г). Збільшується також і кількість колоній пластинчастого перліту, але вони залишаються дуже дрібними. При ще більших видаленнях (рис. 1, д) зникають останні дрібні колонії квазіевтектоїду і структура стає ферито-перлітною з переважним вмістом в структурі надлишкового фе-

риту. Проте при наближенні до центру перетину доля пластинчастого перліту в структурі збільшується до 40 – 45 % (рис. 1, е).

Зміни мікроструктури, що виявляються по перетину термічнозміцненого арматурного прокату за режимом 1, пояснюються змінами температури. Так, найбільший вміст в структурі квазівтектоїду та найменша кількість надлишкового фериту в прилеглих до поверхні шарах пояснюється тим, що ці шари порівняно з віддаленими від поверхні знаходилися найбільший час в межах температурного інтервалу, обмеженого низу температурою початку бейнітного перетворення, а зверху - A_{c1} та найменше – в межах температурного інтервалу A_{c1} - A_{c3} .

Також був випробуваний в потоці прокатки режим 2 (табл. 2). Метою було підтвердження можливості здобуття при відповідному забезпеченні температурних умов для розвитку фазових перетворень аустеніту арматурного прокату з бейнітними структурами, що починають формуватися, починаючи з шарів, прилеглих безпосередньо до його поверхні. Мета була досягнута шляхом термічного зміцнення прокату в трьох послідовно розташованих секціях, що охолоджували, перша з яких знижувала температуру поверхні з надкритичною швидкістю до значень, близьких до температури бейнітного перетворення, а наступні дві забезпечували додаткове пониження температури поверхні з швидкістю, що не перевищує критичну. Саме при останній швидкості охолодження в прилеглих до поверхні шарах мало місце бейнітне перетворення переохолодженого аустеніту.

Рис. 2 підтверджує, що в поверхні, і на відстані від неї на глибині 1,3 мм структура арматурного прокату була представлена лише бейнітом.

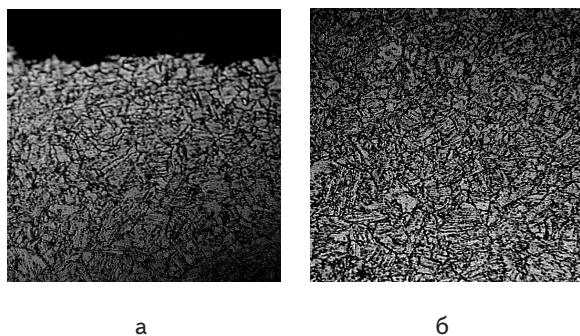


Рис. 2. Мікроструктура арматурного прокату, термічно зміцнюваного за режимом 2 ($\times 500$): а – у поверхні прокату; б – на відстані 0,6 мм від поверхні

У шарах, що знаходяться на віддаленнях від поверхні більших, ніж глибина поширення безперерв-

ного бейнітного шару, структура, що формується, повністю була однотипною з тією, яка утворюється в прокаті при розпаді аустеніту після переривання інтенсивного охолодження по закономірностях, які були встановлені у роботі. При цьому вочевидь, що при вживанні другого періоду інтенсивного охолодження, досить легко можуть бути досягнуті умови, при яких структура арматурного прокату складалася б з бейніту у всьому його перетину.

Наведені вище результати, отримані в результаті експериментів в потоці прокатки дрібносортового стану 250-1 ПАТ «АМКР» підтвердили можливість отримання нових даних про особливості розвитку фазових перетворень аустеніту та формування структури по перетину арматурного прокату, що термічно зміцнюється із застосуванням способів переривистого гартування для здобуття прокату з такими особливостями макрота мікроструктури, можливість досягнення яких при термічному зміцненні в потоці прокатки раніше практично не була відома.

Виробництво термозміцненої арматурної сталі діаметром 12 мм на клас міцності А800 зі СтЗТРпс за способом переривистого гартування у потоці дрібносортових станів 250 показало, що такі показники якості, як міцність та пластичність відповідають сучасним вимогам вітчизняних та міжнародних стандартів.

5. Висновки

Застосування способів переривистого гартування арматурного прокату забезпечує можливість розробки нових технологій термічного зміцнення в потоці прокатки безперервних станів з підвищеною здібністю до керування процесом формування структури. Показано, що обов'язковою умовою для виділення зерен надлишкового фериту або колоній перліту в заданих шарах термічно зміцнюваного арматурного прокату із застосуванням способу переривистого гартування, яке необхідно враховувати при розробці режимів термічного зміцнення, є досягнення в цих шарах температур між критичного або підкритичного інтервалів. Отримання прокату із заданим розподілом мікроструктури по його перетину, термічно обробленого із застосуванням переривистого гартування забезпечує придбання арматурним прокатом додаткових до відомих споживчих властивостей. Термічне зміцнення арматурного прокату № 12 зі СтЗТРпс на клас міцності А800 з використанням переривистого гартування показало, що показники міцності та пластичності відповідають сучасним вимогам вітчизняних та міжнародних стандартів.

Література

1. Высокопрочные арматурные стали. [Текст] / А.П. Гуляев, А.С. Астафьев, М.А. Волкова и др. – М.: Металлургия, 1966. - 138 с.
2. Термическое упрочнение проката. [Текст] / К.Ф. Стародубов, И.Г. Узлов, В.Я. Савенков и др. – М.: Металлургия, 1970. - 368 с.
3. Савенков, В.Я. Технологические основы и оборудование для термического упрочнения непрерывнодвижущегося мелко-сортового профиля [Текст] / В.Я. Савенков // Упрочняющая термическая и термомеханическая обработка проката. - Вып. 1, Киев. - 1968. - С.7-14.
4. Стародубов, К.Ф. Влияние скорости охлаждения на свойства термически упрочненной арматурной стали [Текст] / К.Ф. Стародубов, В.Я. Савенков, В.И. Спиваков // Термическая обработка проката. - Вып. 36. - М.: Металлургия. – 1970. - С. 9-14.

5. Гуль, Ю.П. Влияние способа термического упрочнения на низкотемпературную прочность стержневой арматурной стали [Текст] / Ю.П. Гуль, А.С. Гулевский, А.П. Ярмоленко // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 1973. – Вып. 5. – С. 31-32.

Abstract

The article presents the results of our studies in heat strengthening. Although there are many works, investigating heat strengthening of a reinforcing bar, modern literature could not provide sufficient information on formation of the structure and properties of reinforcement by broken hardening. To obtain the reinforcement with necessary distribution of the microstructure on the cross section, we have developed two modes of heat strengthening, varying by water pressure, supplied to the first section (mode 1 - 0.8 MPa, mode 2 - 1.5 MPa). The water pressure in the second and third sections, and the speed of rolling at two modes were similar and were equal to 0.6 MPa and 11.8 m/s respectively. The microstructures analysis showed that after the first mode of heat strengthening the structure consisted of colonies of quasieutectoid and rod cementite. After the second mode the structure consisted of bainite over the entire section.

The above results, obtained from experiments in the flow of jobbing mill 250-1 produced by public company «АМКР», confirmed the possibility of obtaining new data on the features of the phase transformations of austenite and the formation of such structure on the cross section of the reinforcement, which was little known. The use of broken hardening showed that such mechanical properties as strength and flexibility met the requirements of international standards. This improves handling of the process of the formation of structure and properties of bar, as well as adds to it additional consumer properties.

Keywords: structure, heat-strengthened reinforcing bar, broken hardening.

Представлено результати досліджень по створенню низкощільного вуглець-вуглецевого композиційного матеріалу методом введення органічних пороутворювачів, що дозволяє одержувати матеріал із заздалегідь заданими властивостями. Матеріал, що одержують, з успіхом може бути використаний у якості теплоізоляції для електровакуумної техніки

Ключеві слова: вуглець-вуглецевий композиційний матеріал, карбонізація, пороутворювач, щільність, теплоізоляція

Представлены результаты исследований по созданию низкоплотного углерод-углеродного композиционного материала методом введения органических порообразователей, позволяющих получать материал с заранее заданными свойствами. Получаемый материал с успехом может быть использован в качестве теплоизоляции для электровакуумной техники

Ключевые слова: углерод-углеродный композиционный материал, карбонизация, порообразователь, плотность, теплоизоляция

УДК 620.22:661.666

ПОЛУЧЕНИЕ НИЗКОПЛОТНЫХ УГЛЕРОДНЫХ КАРБОНИЗОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ

А. В. Карпенко
Ассистент*

Контактный тел.: 050-534-59-19

E-mail: abkarpenko@mail.ru

В. А. Скачков

Кандидат технических наук, доцент*

И. Ф. Червонный

Доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой*

Контактный тел.:(061) 223-82-61, 050-637-01-21

E-mail: rot44@yandex.ru

*Кафедра металлургии цветных металлов
Запорожская государственная инженерная академия
пр. Ленина 226, г. Запорожье, Украина, 69006

1. Введение

Создание новых современных углерод-углеродных композиционных материалов (УУКМ) имеет важное значение для развития различных отраслей

промышленности, повышения эффективности и качества выпускаемой продукции. Особую роль при этом приобретает технология изготовления указанных материалов [1].