

В. М. Хлестов, В. В. Климанчук*, П. Н. Кирильченко*, А. Н. Лукьянчиков*, В. И. Буслов**

Приазовский государственный технический университет, Мариуполь

*ПАО «Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича», Группа Метинвест

**ООО «Институт новых материалов, технологий», Мариуполь

Исследование отработанных прокатных валков и изготовление из них деталей металлургического оборудования

Разработана и внедрена технология использования отработанных прокатных валков для изготовления деталей металлургического оборудования.

Ключевые слова: прокатные валки, термическая обработка, механические свойства, ковка, ножи холодной резки металла, формирующие ролики, износостойкость

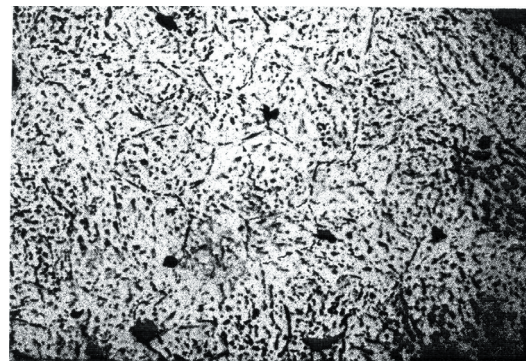
На Мариупольском металлургическом комбинате им. Ильича ежегодно списывают в металлолом до 100 т отработанных рабочих валков ЦХП, изготовленных из стали марок 65X2СЗМФ, 60X2СМФ, 80X5МФ. Сотрудники Института новых материалов, технологий предложили использовать отработанные валки для изготовления деталей и ножей холодной резки металла, которые применяют в абсолютно разных условиях, с различными механическими свойствами и которые существенно отличаются по геометрическим размерам.

Поскольку валковая сталь марки 60X2СМФ на ММК им. Ильича не подвергалась ранее термической обработке, то отсутствовали конкретные данные по основным параметрам этой обработки для ножей холодной резки и другого сменного инструмента. Поэтому провели исследование влияния термической обработки стали марки 60X2СМФ на размер аустенитного зерна и ее механические свойства при растяжении и ударном изгибе, а также определили оптимальную температуру закалки и отпуска.

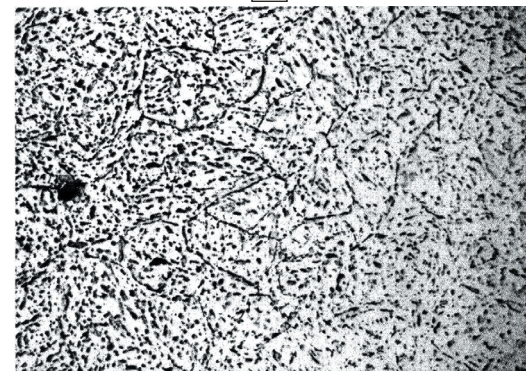
В различных справочниках по термической обработке стали марки 60X2СМФ рекомендации по температуре нагрева под закалку на 30–60 °С отличаются друг от друга [1–3]. Для уточнения температуры нагрева металла под закалку изучили аустенитное зерно, формирующееся при нагреве под закалку, так как оно оказывает значительное влияние на вязкость стали. Важно было определить при какой температуре из рекомендуемого интервала формируется наиболее мелкое зерно. Для этого образцы $\varnothing = 12$ мм и высотой $h = 10$ мм нагревали до 880 °С (наиболее низкой) и 940 °С (наиболее высокой из рекомендуемых температур) и выдерживали в течении 3 ч, после чего их закачивали в масле, чтобы резким охлаждением зафиксировать сформировавшиеся в образцах аустенитные зерна. После закалки на торцевой поверхности сошлифовали обезуглероженный слой и изготовили микрошлиф. Аустенитное зерно выявляли травлением в водном растворе пикриновой кислоты с добавлением

в этот раствор различных шампуней, так как из-за высокой чистоты металла выявление границ зерен проходило медленно. Вытравливавшиеся мартенситные кристаллы, нерастворившиеся карбиды и другие структурные элементы сильно затеняли границы аустенитных зерен, качественно выявить которые и измерить их площадь с достаточной достоверностью удалось только при большом (в 1000 раз) увеличении (рисунок). Измерения показали, что средняя площадь аустенитного зерна составляет: 246 мкм² ($T = 880$ °С); 261 мкм² ($T = 940$ °С).

В стали марки 60X2СМФ формируется весьма мелкозернистый аустенит (9 баллов) как при нагреве



а



б

Рис. Аустенитное зерно стали марки 60X2СМФ, формирующееся при 940 °С (а) и 880 °С (б) и выдержке 3 ч

Параметры режимов и механические свойства стали ДИ-42 (по данным УГМ) и стали* марки 60X2СМФ (после закалки и низкого отпуска)

Температура, °С		Время выдержки, ч	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_b , МПа	δ_5 , %	ψ , %	КСУ + 20 °С Дж/см ²	HRC
закалки	отпуска							
940	260	4	1768	2608	6,1	28,5	22,8	58
	300	4	1816	2294	6,2	29,6	25,8	56
880	260	4	1764	2272	6,3	30,3	31,2	57
	300	4	1718	2258	6,5	32,2	36,0	56
Механические свойства стали. ДИ-42 по данным УГМ			1942	2180	2,5	16,5	20,0	54

* приведены средние значения из трех испытаний

на 880 °С, так и на 940. Это весьма важно с практической точки зрения, так как в промышленных печах температура в различных зонах колеблется в пределах до ± 30 °С. Следовательно, задав температуру нагрева металла под закалку 910 °С, фактическая температура изделия может быть и 880 °С, и 940. Такой разброс температуры нагрева под закалку не должен ощутимо сказаться на результатах термической обработки изделий из стали марки 60X2СМФ, поскольку будет получено примерно одинаковое мелкое зерно аустенита.

Таким образом, с точки зрения необходимости получения мелкого зерна в изделиях из стали марки 60X2СМФ оптимальной температурой нагрева под закалку будет 900-910 °С.

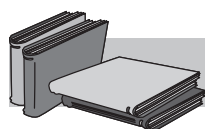
Для оценки пригодности валковой стали марки 60X2СМФ для изготовления ножей холодной резки и других инструментов, работающих на износ при значительных нагрузках, провели исследование механических свойств при растяжении и ударном изгибе на образцах, прошедших термическую обработку по четырем режимам. Конкретные параметры этих режимов и механические свойства стали* марки 60X2СМФ после закалки и низкого отпуска приведены в таблице, из которой видно, что механические свойства (кроме $\sigma_{0,2}$) у стали марки 60X2СМФ существенно выше, чем у стали марки ДИ-42, широко используемой на ММК им. Ильича для изготовления ножей как холодной, так и горячей резки. Особенно велико различие по пластичности (δ_5 – в 2 раза) и ударной вязкости (ψ – в 1,5 раза), так как валковая сталь имеет высокое металлургическое качество после электрошлакового переплава, что существенно влияет на механические и эксплуатационные свойства изделий.

На основании проведенных исследований разработана технологическая схема производства ножей холодной резки для стана 3000. Валок нагревали в печи до температуры 1200-1250 °С, после чего его подвергали интенсивной ковке в вогнутых бойках с суммарным обжатием ≥ 30 % в интервале температур 1250-1000 °С [4]. Изготовленные из поковок ножи, термообработанные по приведенным выше режимам, в процессе эксплуатации сколов не имели. Стойкость ножей до первой перешлифовки составила 36 ч на одну грань или 3000-3500 т порезанного металла, что соответствует уровню ножей, находящихся в эксплуатации в настоящее время.

На ММК им. Ильича также разработана и опробована технологическая схема производства формирующих валков трубосварочного стана ТЭСЦ, размеры которых максимально приближены к фактическим размерам отработанных валков ЦХП, – это исключает предварительную ковку отработанного валка. По этой технологии изготовлена и поставлена в ТЭСЦ опытная партия элементов валков из стали марки 65X2С3МФ, которая эксплуатируется с апреля 2008 г. по настоящее время. Износостойкость элементов валков и ножевых шайб соответствует показателям изделий из стали типа X12МФ.

Выводы

Разработанная и внедренная на ММК им. Ильича технология многократного использования отработанных валков позволяет кардинально решить вопрос снижения себестоимости изготовления и повышения стойкости деталей прокатного оборудования.



ЛИТЕРАТУРА

1. Марочник сталей и сплавов / В. Г. Сорокин, А. В. Волосникова, С. А. Вяткин и др. – М.: Машиностроение, 1989. – 432 с.
2. Геден М. В. Термическая обработка валков холодной прокатки. – М.: Металлургия, 1973. – 344 с.
3. Исследование причин повреждения рабочего слоя валков листовых станов и разработка мероприятий по повышению качества валков. – Свердловск: НИИтяжмаш, 1980. – 78 с.
4. Пат. № 89442 України, МПК С21D 8/00. Спосіб усунення внутрішніх дефектів крупногабаритної деталі / С. А. Матвієнков, В. М. Хлестов, В. В. Климанчук та ін. – Оpubл. 25.01.2010, Бюл. № 2.

Анотація

*Хлєстов В. М., Климанчук В. В., Кирильченко П. М., Лук`янчиков О. М.,
Буслов В. І.*

**Дослідження відпрацьованих прокатних валків
і виготовлення з них деталей металургійного устаткування**

Розроблено та впроваджено технологію застосування відпрацьованих прокатних валків для виготовлення деталей металургійного обладнання.

Ключові слова

прокатні валки, термічна обробка, механічні властивості, ковка, ножі холодної різки металу, формувальні ролики, зносостійкість

Summary

Khlestov V., Klimanchuk V., Kirilchenko P., Lukyanchikov A., Buslov V.

Used mill rolls examination and manufacturing from them metallurgical machinery components

A technology for use of worn-out mill rolls for manufacturing of metallurgical machinery components has been developed and implemented.

Keywords

mill rolls, heat treatment, mechanical properties, forging, cold shears, forming rollers, wear resistance