

УДК 621.771

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПРОИЗВОДСТВА И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ХРОМОНИКЕЛЕВОГО ЧУГУНА НА ОСНОВНЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ КРИТЕРИИ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ

Автухов А.К. к.т.н., доцент

(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко)

Представлены корреляционные зависимости влияния химического состава рабочего слоя прокатных валков из хромоникелевого чугуна на их основные оценочные критерии.

Постановка проблемы. На протяжении последних лет в области вальцелитейного производства коренным образом усовершенствована технология отливки валков, благодаря чему улучшено качество их производства из хромоникелевого чугуна для сортопрокатных и листовых станов.

Чугунные легированные валки типа СПХН и СПХНМ с карбидо-графито-перлитной структурой и пластинчатым графитом широко применяют во всех сортопрокатных станах.

Главные преимущества этих валков - достаточно глубокий рабочий слой, обеспечивающий небольшое падение твердости на глубину вреза ручья с учётом необходимых переточек по мере его выработки [1].

Отбеленные двухслойные хромоникелевые валки находят широкое применение в клетях непрерывных и полунепрерывных широкополосных, средне- и толстолистовых, а также дрессировочных станов [2-4].

Общим недостатком хромоникелевых валков является их пониженная теплопроводность и связанная с этим склонность к незначительным выкрашиваниям рабочей поверхности в процессе эксплуатации.

Анализ исследований. Согласно данным литературных источников, износ валков зависит от многих факторов: твердости, материала из которого они изготовлены, а также свойств производимого металла, температурных условий прокатки, удельного давления металла на валки, относительного обжатия, скорости деформации и скольжения прокатываемого металла относительно поверхности валков, длины прокатываемого сортамента металла, интенсивности охлаждения валков, состояния поверхности валков, чистоты обработки ее поверхности и др. [5-7]. Вместе с тем наиболее важным фактором эксплуатационной стойкости валков остается качество металла валков.

Согласно существующим стандартам и техническим условиям, основным браковочным признаком является химический состав, твердость и глубина отбеленного слоя (для валков с отбелом).

Целью работы явилось сопоставление влияния химического состава на

уровень твердости сорто- и листопрокатных валков, отливаемых различным методом для использования полученных зависимостей уравнений регрессии в вальцеделательном производстве.

Проведенными ранее исследованиями были получены корреляционные зависимости (табл.1) влияния различных факторов на основные оценочные критерии прокатных валков. Для высокоуглеродистых материалов (с содержанием цементита более 10-15%) наибольшая корреляционная зависимость между износостойкостью и твердостью достигается при определении последней не методом вдавливания, а расчетным путем[1].

Таблица 1 - Влияние химического состава валков из хромоникелевого чугуна исполнения СПХНу-46 на твердость и ее спад

Корреляционные зависимости	Коэффициент корреляции, R
На глубине 20мм H=356-15,5C-15,5Si-36,8Mn+303,9P+59,7S	0,43
На глубине 50мм H=368,4-28,3C-25,7Si-31,0Mn+239,1P+44,4S+17,3Cr+5,8Ni	0,45

Из приведенных данных видно, что наибольший вклад в уровень твердости вносит содержание карбидообразующих компонентов углерода и марганца в рабочий слой глубиной 20мм, а также фосфор, который образует фосфидную эвтектику. Вклад остальных компонентов приблизительно одинаковый. В этой зоне влияние Ni и Cr не прочувляется.

При более медленной кристаллизации отливки (на глубине 50мм) роль углерода возрастает еще больше, поскольку выделяются грубые включения цементита. На этой глубине хром и никель способствуют повышению твердости, а средний уровень ее значений практически не изменяется, т.е. не происходит существенного спада показаний.

Проведены дополнительные исследования по изучению влияния химического состава на твердость сортопрокатных валков и их эксплуатационные показатели.

Микроструктуру сортопрокатных валков с литыми ручьями отлитых из чугуна (химический состав представлен в табл.2), которые предназначались для чистовых клетей крупносортового и рельсобалочного станов изучали на темпелатах, вырезанных из шеек, ручьев и гладких частей бочек валков. Исследуемые поверхности темпелетов располагались вдоль оси валка.

Таблица 3 - Химический состав исследуемых валков.

№ валков	Назначение валков	Размер бочки валков, мм	Среднее содержание элементов, %						
			C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
1	Балка №18	830x1200	2,96	0,57	0,62	0,29	0,09	1,76	0,86
2	Швеллер №30	1057x1220	2,96	0,88	0,46	0,27	0,09	0,96	0,94

Микроструктура чугуна валков состоит из перлита, цементита, графита и

перлито - карбидной эвтектики. Карбидную фазу составляют эвтектический цементит, вторичный цементит, выпавший из твердого раствора, и эвтектиодный цементит, входящий в состав перлита. Характерные фотографии микроструктур бочек валков приведены на рис.1 и 2.

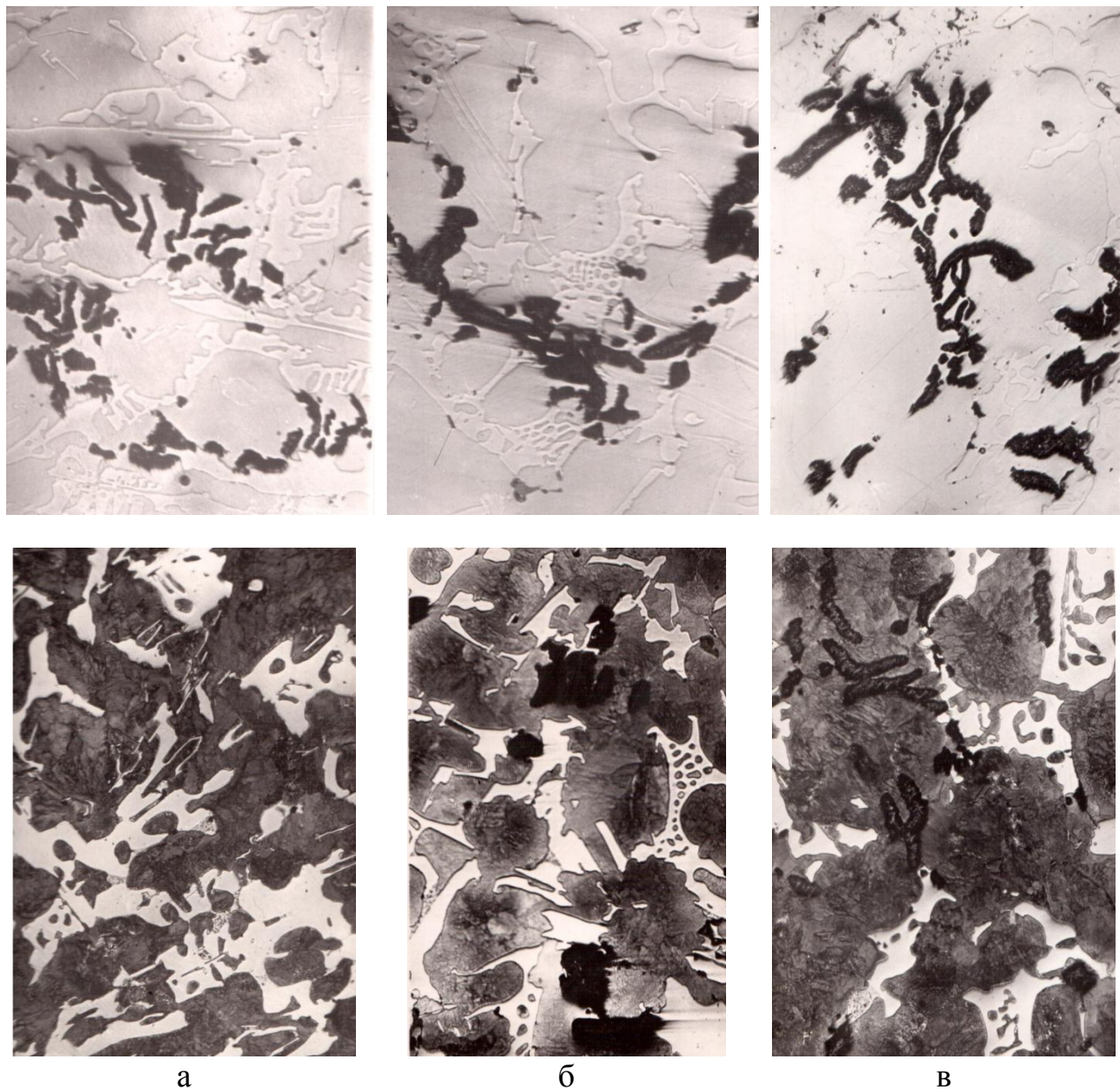


Рис. 1 - Микроструктура чугуна валка №1, $\times 100$

а - расстояние 25 мм от необработанной поверхности; б - расстояние 50 мм от необработанной поверхности; в - расстояние 75 мм от необработанной поверхности.

Форма включений графита по мере удаления от поверхности валка к середине значительно изменяется. На глубине 25 мм они имеют вид относительно коротких и разрозненных пластин, а на глубине 75-100 мм и к середине становятся грубее и длиннее, причем количество их также

увеличивается. Исключение составляют нижние шейки, где количество графита при переходе от поверхности к оси шейки несколько снижается.

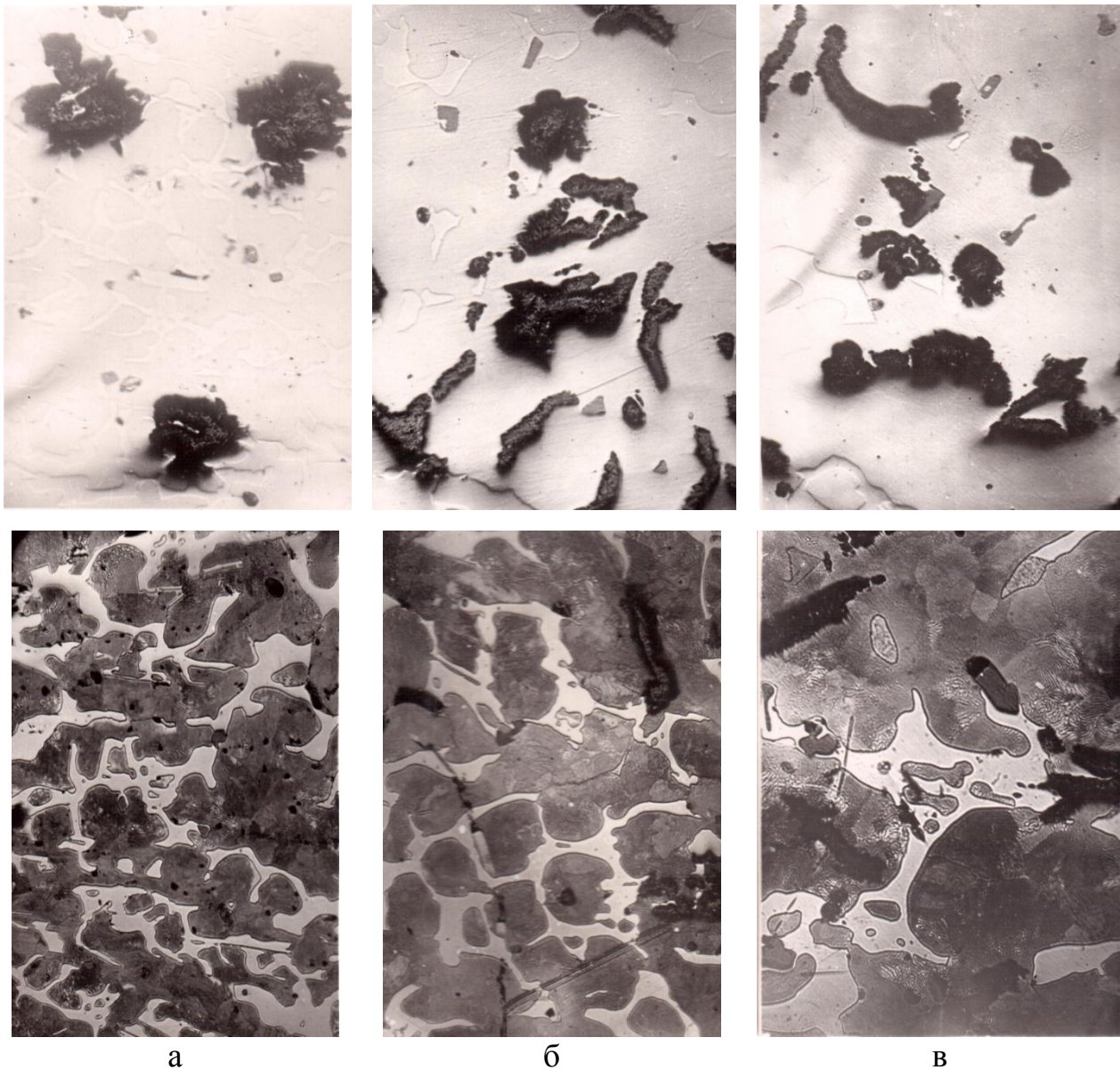


Рис. 2. Микроструктура чугуна валька №2, $\times 100$

а - расстояние 25 мм от необработанной поверхности; б - расстояние 50 мм от необработанной поверхности; в - расстояние 75 мм от необработанной поверхности.

Полученные результаты анализа структурных составляющих достаточно хорошо характеризуют представленные корреляционные уравнения и подтверждают возможность их использования при производстве хромоникелевых вальков.

Для построения регрессионной зависимости влияния химических элементов на твердость вальков была использована выборка из 19 отливок

исполнения ЛПХНМд-71 и ЛПХНМд-73. В результате математической обработки результатов исследований было получено следующее уравнение:

$$HS = -168,548 + 42,12712C - 75,1115Si + 40,63125Mn - 1052,33S + 79,02848Cr + 25,39555Ni + 86,0458Mo + 2,949295Al - 274,081Co + 48,25353Cu - 145,391Nb + 286,2185Ti - 282,74V - 147,885W + 3930,858Zr - 441,458B$$

Из полученного уравнения видно, что уровень твердости, оцененный методом Шора, также существенно зависит от концентрации карбидообразующих компонентов углерода и хрома. Они его повышают. Рост уровня твердости определяет и никель, концентрация которого $\geq 4,0\%$ и он способствует формированию игольчатой (мартенситной структуры). Кремний снижает твердость чугуна. Влияние остальных компонентов менее значимо.

Дополнительно проводили исследования структур валков исполнения ЛПХНМд-71 и ЛПХНМд-73. Химическим состав валков представлен в табл. 2

Таблица 2. Химический состав исследованных валков

Химический состав рабочего слоя валков																	
C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Al	Co	Cu	Ti	V	W	Pb	As	Zr	B
Исполнение ЛПХНМд-73.																	
3,13	0,98	0,53	0,088	0,042	1,71	4,25	0,26	0,002		0,049	0,006	0,16	0,014		0,003	0,002	0,062
Исполнение ЛПХНМд-71.																	
2,95	0,91	0,59	0,104	0,045	1,73	4,28	0,28	0,011	0,01	0,041	0,008	0,16	0,026	0,004	0,004	0,003	0,056

Микроструктура валка исполнение ЛПХНМд-73 (рис.3): бейнит, троостит, ледебурит, цементит до 35-40%, мартенсит. Имеются крупные неметаллические включения. Графит ШГф3 в большом количестве равномерно распределенном по всей глубине шлифа. По мере удаления от поверхности количество и размеры графита незначительно возрастают. Также, местами присутствуют включения пластинчатого графита.

Зерно среднее, с глубиной растет. В рабочем слое наблюдаются продольные и поперечные дендриты.

После термической обработки в структуре бочки верха и низа преобладает бейнит, но отмечается и наличие троостита.

Структура верха бочки валка исполнение ЛПХНМд-71 (рис.4) содержит шаровидные (компактные) включения графита по всей поверхности шлифа (ШГф4 25-30 мкм).

Зерно у поверхности мелкое, с глубиной немного возрастает.

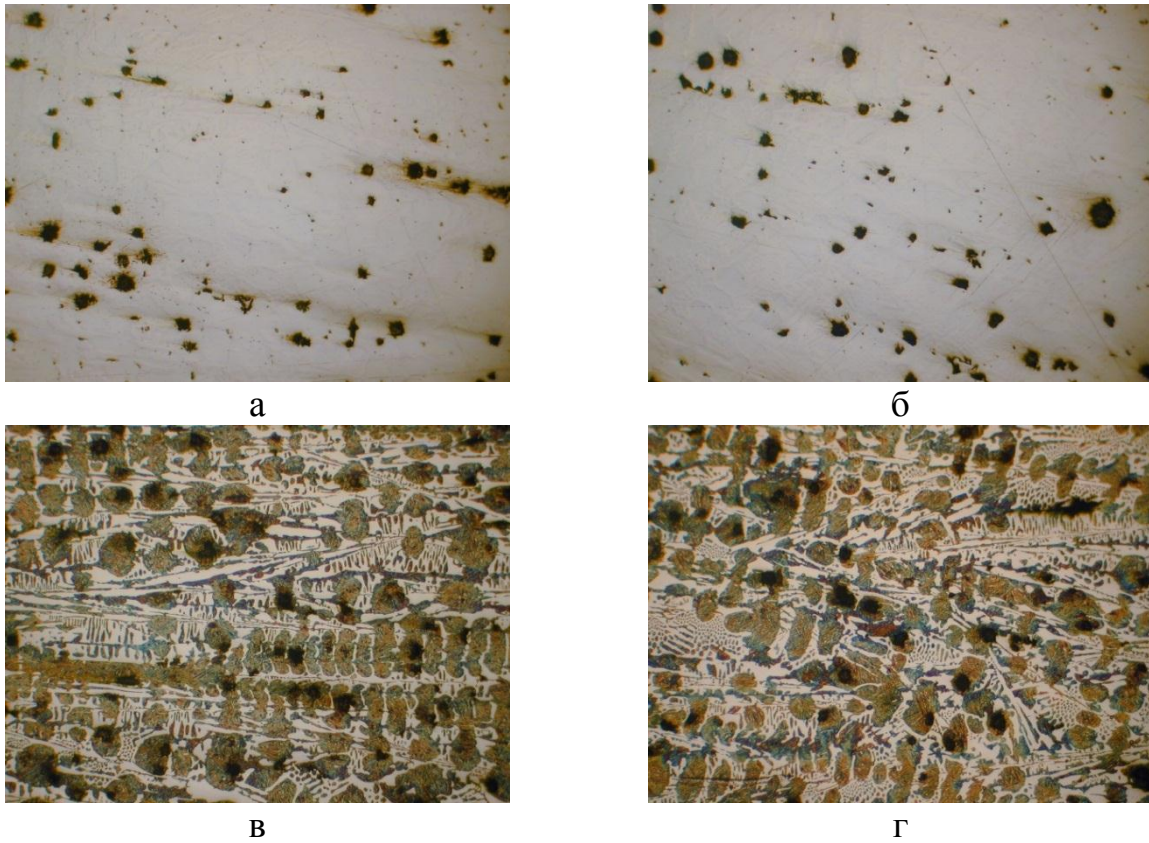


Рис.3 Микроструктура валка исполнення ЛПХНМд-73, $\times 100$ а, в- верх бочки валка на глибині 5мм; б, г- низ бочки валка на глибині 5мм;

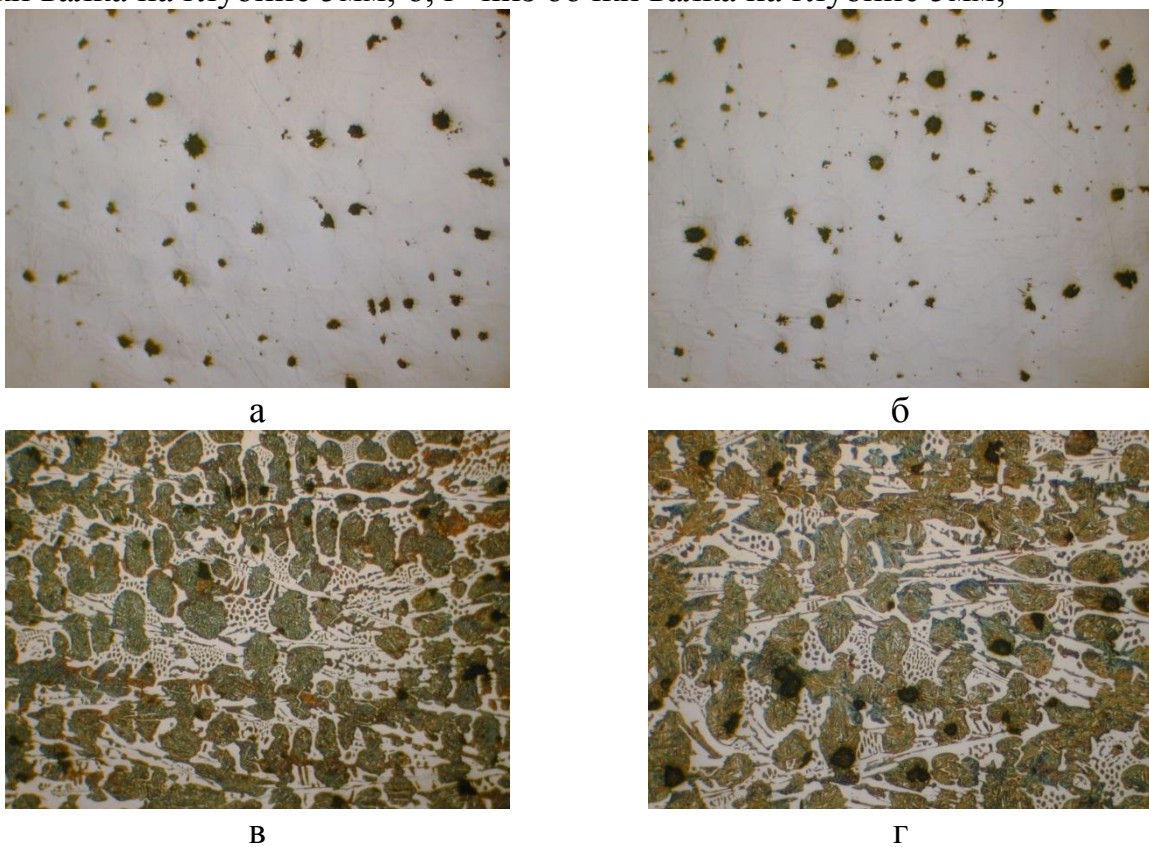


Рис.4 Микроструктура валка исполнення ЛПХНМд-71 $\times 100$ а, в- верх бочки валка на глибині 5мм; б, г- низ бочки валка на глибині 5мм

Микроструктура: колонии нераспавшегося мартенсита, ледебурит, цементит 22-25%.

После термической обработки в структуре верха и низа бочки металлическая матрица представлена бейнитом и трооститом.

Проведенный анализа структурных составляющих согласуется с представленным уравнением и подтверждают возможность его использования для корректировки твердости при производстве хромоникелевых листопрокатных валков, отливаемых центробежным методом.

Выводы.

Полученные уравнения влияния химического состава на уровень твердости можно использовать для ее корректировки в рабочем слое валков при проведении плавки, что позволит исключить дополнительную операцию по отбору проб для сдаточных испытаний.

Из сопоставительного анализа валков сорто- и листопрокатных станов следует, что основное влияние на уровень их твердости оказывают карбидообразующие компоненты – углерод и хром. В валках листопрокатных станов – дополнительно никель, концентрация которого $\geq 4,0\%$, что определяет формирование игольчатых структур металлической матрицы при условии быстрой кристаллизации рабочего слоя за счет метода центробежного литья.

Список литературы:

1. Скобло Т.С. Прокатные валки из высокоуглеродистых сплавов /Т.С. Скобло, Н.М. Воронцов, С.И. Рудюк / [под. ред. Скобло Т.С.]. - М.: Металлургия, 1994. - 336 с.
2. Определение оптимального межперевалочного срока службы рабочих валков чистовой клетки толстолистового стана 3000 / [Скобло Т.С., Вишнякова Е.Н., Климанчук В.В., Будагьянц Н.А.] // Бюллетень научнотехнической информации. [Черная металлургия]. -1988. - №8. - С.51 - 54.
3. Скобло Т.С., Опыт эксплуатации рабочих валков на толстолистовом стане 3000 / Е.Н. Вишнякова, Н.А. Будагьянц, В.В. Климанчук // Металлургическая и горнорудная промышленность. - 1988, №1. - С. 25 - 27.
4. Скобло Т.С. Повышение стойкости крупных листопрокатных валков /Т.С. Скобло, Н.А. Будагьянц, А.И. Сидашенко и [и др.]// Сталь. -1992, №3. - С.53-56.
5. Целиков А.И. Современное развитие прокатных станов /А.И. Целиков, В.И. Зюзин - М.: Металлургия, 1972. - 399 с.
6. Повышение эффективности производства и эксплуатации прокатных валков / [А.Н. Москалев, Б.Г. Ветров, В.Ф. Зелинский, Л.А. Коновалов]. - М.: Металлургия, 1983. - 64 с.
7. Производство и применение прокатных валков: Справочник. / Т.С. Скобло, А.И. Сидашенко, Н.М. Александрова и др. Под ред. проф. Т.С. Скобло.- Х.: ЦДН№1, 2013. - 572с.

Анотація**Вплив способу виробництва та хімічного складу хромоникелевого чавуну на основні оціночні критерії прокатних валків**

Автухов А. К.

Представлені кореляційні залежності впливу хімічного складу робочого шару прокатних валків з хромоникелевого чавуну на їх основні оцінні критерії.

Abstract**Effekt mode of production and chemical composition of chromium-nickel pig iron main criteria otsenochneve mill rolls**

Avtukhov A.K.

Presented correlations influence the chemical composition of the working layer of rolls of hromonikilevogo iron in their main evaluation criteria.