

Н. А. Жижкина

Восточноукраинский национальный университет им. Вл. Даля, Луганск

Исследование влияния технологических параметров на формирование рабочего слоя центробежнолитых валков

Исследовано влияние параметров центробежного литья на величину рабочего слоя и качественное его соединение с сердцевинной массивных валков. Установлено, что формирование отливок такого качества обеспечивает оптимальное сочетание температур заливок высоколегированного и серого чугунов, их масс и продолжительности выдержки между ними. Получена математическая зависимость для определения влияния таких факторов на величину формируемого рабочего слоя.

Ключевые слова: валок, центробежное литье, массовая скорость, затвердевание, регрессионная модель, температура заливок, рабочий слой, сердцевина

Постановка проблемы и ее связь с важными научными и практическими задачами. Валок, являясь основным формирующим инструментом прокатного оснащения, определяет не только расход материалов, выход годной продукции, ее качество, но и эффективность работы стана в целом. Поэтому совершенствование прокатного оборудования, предусмотренное программой развития национального промышленного комплекса, неразрывно связано с повышением эксплуатационных показателей формирующего инструмента.

Анализ последних исследований и публикаций. Ввиду различных требований к рабочему слою и сердцевине валки изготавливают биметаллическими. В процессе прокатки рабочий слой, соприкасаясь с металлом, сильно нагревается и тепло частично передается внутрь валка. Из-за различных коэффициентов расширения наружного слоя и сердцевины возможно разрушение или отслаивание формирующего инструмента. Равномерное расширение валка при эксплуатации обеспечивается центробежным литьем – достигается надежная свариваемость разнородных металлов рабочего слоя и сердцевины, а также формируется переходная зона, обуславливающая плавный переход твердого рабочего слоя к вязкой сердцевине. Благодаря центробежному литью возможны различные комбинации материалов рабочего слоя и сердцевины для изготовления массивных валков (быстрорежущая сталь – углеродистая сталь; высоколегированный чугун – серый чугун или углеродистая сталь; высоколегированный чугун – высокопрочный чугун и т. д.). Однако такая технология является достаточно сложным литейным процессом, требующим разработки и соблюдения специальных параметров [1]. В результате исследований их воздействия на качество массивных валков [2] выявлены наиболее значимые факторы и получены зависимости, описывающие их влияние на структуру и уровень свойств. Вместе с тем установлено, что формирование рабочего слоя необходимой величины зависит от массы высоколегированного расплава, температур заливки металлов рабочего слоя и

сердцевины, продолжительности выдержки между ними.

Цель работы – исследование совместного влияния технологических параметров на величину рабочего слоя и качественное его соединение с сердцевинной отливок. Для достижения этой цели решены следующие задачи: проанализировано совместное действие температурных и временных параметров центробежного литья на качественное соединение разнородных слоев валков различного назначения; оценено влияние температур высоколегированного и серого чугунов, а также массовой скорости затвердевания на величину формируемого рабочего слоя.

Основной материал исследований и полученных научных результатов. Исследования действия температурных и временных параметров на качественное соединение рабочего слоя с сердцевинной валка провели на отливках различного назначения (табл. 1). В зависимости от температуры материала рабочего слоя $T_{p.сл.} = 1573-1653$ К выбрали температурный интервал для заливки металла сердцевины $T_{серд.} = 1573-1633$ К.

Согласно данным табл. 1 можно сделать вывод о том, что изделия, на которых наблюдалась несвариваемость металлов рабочего слоя и сердцевины, характеризовались минимальными в исследуемых подгруппах значениями температур заливки их металлов. При этом время выдержки между порциями заливки рабочего слоя и сердцевины у таких отливок максимальное среди показаний в анализируемых подгруппах. Как результат, они характеризовались максимальными среди сравниваемых значений долей затвердевшего металла ($\approx 88,8$ %) от общего количества залитого высоколегированного расплава и величиной рабочего слоя (в среднем 0,067 м). В случае формирования величины рабочего слоя (в среднем 0,030 м), которая значительно меньше требуемых в технических условиях значений, доля затвердевшего металла не превышала 50 %. Такие изделия отличались максимальной среди сравниваемых заготовок температурой заливок металлов рабочего слоя и сердцевины и минимальной продолжительностью выдержки между их порциями.

Исследование влияния технологических параметров литья на формирование рабочего слоя и его свариваемости с металлом сердцевинны на экспериментальных валках

Размер валка, мм	Материал рабочего слоя	Количество анализируемых отливок, шт	Средние значения измерений по группам исследуемых изделий						Примечание
			температура заливки металла, К		параметры затвердевания металла рабочего слоя				
			рабочего слоя $T_{р.сл.}$	сердцевинны $T_{серд.}$	скорость u , м/с	время τ , с	доля от массы заливаемого расплава, %	величина h , м	
660×1760	высокохромистый чугун	3	1653,0	1593,0	4,06	460	81	0,067	несвариваемость металлов рабочего слоя и сердцевинны
		5	1641,0	1595,0	3,44	439	72	0,057	нет замечаний
		1	1653,0	1633,0	2,44	395	43,8	0,035	недостаточная величина рабочего слоя
705×2000	чугун «Нихард»	1	1573,0	1593,0	–	310	–	–	несвариваемость металлов рабочего слоя и сердцевинны
		8	1606,7	1583,0	8,98	350,3	78,6	0,054	нет замечаний
		6	1614,7	1621,3	4,25	409,2	47,3	0,042	недостаточная величина рабочего слоя
	высокохромистый чугун	1	1633,0	1573,0	6,18	435	96	0,067	несвариваемость металлов рабочего слоя и сердцевинны
		6	1653,0	1598,0	5,78	418,2	78,4	0,06	нет замечаний
		1	1663,0	1593,0	5,21	287	48,2	0,036	недостаточная величина рабочего слоя
815×2000	высокохромистый чугун	4	1643,0	1603,0	–	534,3	–	–	несвариваемость металлов рабочего слоя и сердцевинны
815×2000	высокохромистый чугун	74	1651,8	1605,9	5,91	502,3	79	0,067	нет замечаний
		3	1649,7	1596,3	4,6	420,7	59,8	0,043	недостаточная величина рабочего слоя

В результате исследований сделан вывод о том, что формирование рабочего слоя с величиной 0,06 м, которая соответствует требованиям заказчиков, и наиболее прочное его соединение с металлом сердцевинны возможно при затвердевании 2/3 от общего количества залитого расплава. Такое качество валков обеспечивается средней среди анализируе-

мых отливок температурой заливок порций высоколегированного и серого чугунов, а также массовой скоростью затвердевания рабочего слоя V_m (рисунок).

По данным рисунка можно сделать вывод о том, что максимальной массовой скоростью затвердевания характеризовались отливки, у которых имела место несвариваемость металлов рабочего слоя и сердцевинны, а минимальной – отливки с недостаточной величиной рабочего слоя.

Вместе с тем установлено, что величина рабочего слоя h исследуемых отливок изменялась от 0,03 до 0,10 м. В связи с этим отмечено совместное влияние температур высоколегированного и серого чугунов, а также массовой скорости затвердевания на величину формируемого рабочего слоя.

С целью реализации эксперимента проанализировали валки с фиксированным химическим составом высоколегированного и серого чугунов, а также тепловыми параметрами формы. Исследуемые заготовки отличались температурами заливки сердцевинны и рабочего слоя, а также массовой скоростью затвердевания последнего. При построении модели в качестве отклика выбрали величину рабочего слоя, среднее значение которой изменялось от 0,049 до 0,078 м (табл. 2).

На основе результатов экспериментов, после вычисления коэффициентов моделей и проверки их

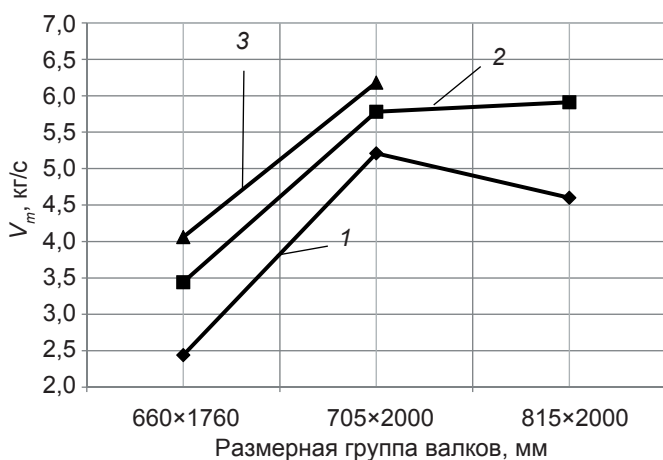


Рис.

Изменение массовой скорости затвердевания рабочего слоя из высокохромистого чугуна V_m для центробежнолитых валков различного назначения: 1 – недостаточная величина рабочего слоя; 2 – нет замечаний; 3 – несвариваемость металлов рабочего слоя и сердцевинны

Таблица 2

Матрица планирования полного факторного эксперимента 2^3 с эффектом взаимодействия

Номер опыта	x_0	x_1	x_2	x_3	$x_1 x_2$	$x_1 x_3$	$x_2 x_3$	$x_1 x_2 x_3$	\bar{y} , м
1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	0,076
2	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	0,058
3	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	0,049
4	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0,058
5	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	0,058
6	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	0,062
7	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	0,078
8	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	0,064

на значимость, получили следующее уравнение регрессии:

$$h = 0,063 + 0,0056v_m - 0,0057T_{p.сл.}V_m.$$

Решение уравнения подтверждает, что на величину формируемого рабочего слоя большее влияние оказывает совместное действие массовой скорости его затвердевания и температуры заливки высоколегированного металла. Сила совместного влияния таких факторов отрицательна ($b_{13} = -0,0057$): с его ослаблением до нижнего уровня (-1) величина рабочего слоя повышается на 0,0057 м. Коэффициент b_3 положительный, то есть при максимальном ее значении $V_m = 7$ кг/с (+1) величина h повышается на 0,0056 м.

Выводы

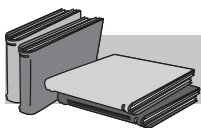
Перспективы дальнейших исследований в данном направлении.

1. Центробежное литье, являясь сложным технологическим процессом, требует разработки и соб-

людения специальных параметров, среди которых первостепенное значение имеют масса высоколегированного расплава, температура заливки металлов рабочего слоя и сердцевины, продолжительность выдержки между ними. В результате экспериментов установлено, что одновременное формирование рабочего слоя размером до 0,06 м, соответствующим требованиям заказчиков, и наиболее прочное его соединение с металлом сердцевины возможно при затвердевании 2/3 от общего количества залитого металла. Такое качество отливок обеспечивают средние (в анализируемой группе отливок) значения температур заливок порций высоколегированного и серого чугунов, а также массовой скорости затвердевания рабочего слоя.

2. Методом планирования эксперимента получена математическая модель, описывающая совместное влияние температур высоколегированного и серого чугунов, а также массовой скорости затвердевания на величину формируемого рабочего слоя. В результате эксперимента установлено, что при формировании рабочего слоя массовая скорость его затвердевания и ее совместное действие с температурой заливки высоколегированного чугуна довольно существенны. При этом выявлено, что с увеличением первого фактора рабочий слой возрастает, а второго – уменьшается.

3. Для процесса изготовления отливок с рабочим слоем из высоколегированных материалов важно исследование влияния факторов на возможность перехода в их сердцевину легирующих компонентов, способствующих снижению ее прочностных характеристик. Работа в этом направлении продолжается.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Серебряков С. П., Фролов Я. В., Фокин Б. В. Особенности центробежного литья с вертикальной осью вращения // Литейн. произв.-во. – 2007. – № 1. – С. 18-20.
2. Жижкина Н. А. Производство центробежнолитых валков с высоколегированным рабочим слоем: Монография. – Луганск: «Ноулидж», 2011. – 167 с.

Анотація

Жижкіна Н. О.

Дослідження впливу технологічних параметрів на формування робочого шару відцентрових валків

Досліджено вплив параметрів відцентрового лиття на величину робочого шару та якісне його з'єднання з серцевиною масивних валків. Встановлено, що формування вливок такої якості забезпечує оптимальне співвідношення температур заливок високолегированого та сірого чавунів, їх мас та тривалості витримки між ними. Отримано математичну залежність для визначення впливу таких факторів на величину робочого шару, що формується.

Ключові слова

валок, відцентрове литво, масова швидкість, тверднення, регресійна модель, температура заливання, робочий шар, сердцевина

Summary

Zhizhkina N. A.

The research of technological parameters' influence at formation of centrifugal rolls' working layer

The paper has been devoted to research of centrifugal casting parameters' influence at size of working layer and its qualitative join with massive rolls' core. It has been established optimal correlation of temperature of pouring of high alloyed and grey cast iron, its mass and duration of exposure between its, which ensure formation of casting of such quality. The mathematic model for determination of influence of such factors at working layer size has been received.

Keywords

centrifugal casting, massive speed of solidification, regression model, roll, temperature of pouring of working layer and core

Поступила 29.08.13

**Продолжается подписка
на журнал «Металл и литье Украины»
на 2013 год**

Для того, чтобы подписаться на журнал через редакцию необходимо направить письмо-запрос по адресу:
03680, г. Киев-142, ГСП, бул. Вернадского, 34/1, ФТИМС
или по факсу: (044) 424-35-15.

Счет-фактуру согласно запросу редакция высылает письмом или по факсу.

Стоимость одного журнала – 30 грн.
Годовая подписка – 360 грн. (для Украины).
Годовая подписка для зарубежных стран – 90 \$.

**Редакция журнала «Металл и литье Украины»
может подготовить заказной номер издания**

Ориентировочная стоимость заказного номера – 6750 грн.
(объем до 5 уч.-изд. л.)

Ориентировочная стоимость заказного спаренного номера – 13000 грн.
(объем до 10 уч.-изд. л.)