

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА СЕРДЦЕВИНЫ НА НАДЕЖНОСТЬ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ

Жижкина Н.А., Скобло Т.С., Будагьянц Н.А.

В статье приведены исследования свойств сердцевин валков различных типоразмеров. Оценено их влияние на надежность прокатного инструмента. Определен интервал значений свойств сердцевин. Это обеспечивает надежную работу валков. Изучен уровень свойств сердцевин прокатных инструментов, разрушившихся по бочке. Проанализирована работа изделий с неоднородным уровнем свойств сердцевин.

Скорость и точность работы прокатного стана зависят от конструкции и качества валков, основными показателями которого является их стойкость к износу и поломкам [1]. Исследования, направленные на повышение первого показателя, касаются, прежде всего, рабочего слоя. Стойкость валка против ударных, растягивающих нагрузок, крутящих и изгибающих моментов, возникающих в процессе прокатки, во многом определяется качеством сердцевин, уровнем ее свойств.

Анализ эксплуатации валков на различных станах показал, что уровень свойств их сердцевин значительно отличается (табл.1).

Таблица 1

Результаты измерений механических свойств шеек исследуемых валков*

Размер валка	Исполнение	Средние значения по группе свойств		
		твердости, НВ	предела прочности при изгибе, МПа	модуля упругости, ГПа
620x1680	ЛПХНМдц	221	344	88,48
670x1800	ЛПХНМдц	200	367	106,6
675x1760	ЛПХНМдц	163	336	86,8
705x2000	ЛПХНМдц	192	411,5	126,27
	ЛПХ17НМдц	-	286	-
800x2000	ЛПХНМдц	223	622	187,35
815(820)x2000	ЛПХНМдц	227,8	511,4	143,77
	ЛПХ12НМдц	202	304	70,42
	ЛПХ17НМдц	255,8	422	102,71
815(820)x2300	ЛПХНМдц	219,6	475,9	132,98
	ЛПХ17НМдц	277,78	394,3	81,74
850x2000	ЛПХ17НМдц	259,9	457	109,46
853x2200	СПХ12НМдц	285	358	68,09
880x1800	ЛПХНМдц	236,75	509,9	136,34
	ЛПХ17НМдц	272,38	431	95,19
900(910)x2000	ЛПХ17НМдц	260,59	427,9	97,79

* - Рассматривали верхние и нижние шейки валков

В связи с этим необходимо определить интервал значений свойств сердцевины, внутри которого гарантирована надежная работа прокатного инструмента. Целью настоящей работы явились исследования свойств сердцевины валков различных типоразмеров и оценка их влияния на работоспособность прокатного инструмента. Для этого необходимо решить такие задачи:

- определить интервал значений свойств сердцевины, при которых валки дорабатывают до естественного износа без истирания и разрушения шеек или трещин;
- оценить уровень свойств сердцевины прокатных инструментов, разрушившихся по бочке;
- проанализировать работу изделий с неоднородным по длине уровнем свойств сердцевины.

При определении качества материала важными характеристиками являются твердость, прочность и упругость [2]. Для определения их значений были отобраны образцы от шеек отработавших валков различных типоразмеров (табл. 2).

Таблица 2

Сравнение механических свойств шеек валков*, списанных по разным причинам

Размер валка	Исполнение	Свойство	Истирание шейки			Естественный износ			Разрушение шейки или трещина		
			min	max	Δ	min	max	Δ	min	max	Δ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
670x1800	ЛПХНМдц	твердость, НВ	-	-	-	163	179	168,33	269	269	269*
		$\sigma_{вк}$, МПа	-	-	-	344	422,11	376,2	366,9	366,9	366,9
		E, ГПа	-	-	-	111,78	152,38	127,07	74,95	74,95	74,95
705x2000	ЛПХНМдц	твердость, НВ	-	-	-	223	235	229	207	207	207
		$\sigma_{вк}$, МПа	-	-	-	403,6	610,0	506,8	379,2	379,2	379,2
		E, ГПа	-	-	-	104,36	173,46	138,91	102,42	102,42	102,42
815(820) x2000	ЛПХНМдц	твердость, НВ	-	-	-	187	269	223,14	-	-	-
		$\sigma_{вк}$, МПа	-	-	-	349	668	513,5	-	-	-
		E, ГПа	-	-	-	77,36	198,36	142,19	-	-	-
	ЛПХ12НМдц	твердость, НВ	-	-	-	197	197	197	-	-	-
		$\sigma_{вк}$, МПа	-	-	-	293	293	293	-	-	-
		E, ГПа	-	-	-	70,55	70,55	70,55	-	-	-
	ЛПХ17НМдц	твердость, НВ	-	-	-	294	294	294	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		$\sigma_{из}$, МПа	-	-	-	372	372	372	-	-	-
		Е, ГПа	-	-	-	70,16	70,16	70,16	-	-	-
815(820) x2300	ЛПХНМдц	твёрдость, НВ	-	-	-	192	229	213,5	-	-	-
		$\sigma_{из}$, МПа	-	-	-	251	564	427	-	-	-
		Е, ГПа	-	-	-	52,49	160,98	116,36	-	-	-
	ЛПХ17НМдц	твёрдость, НВ	-	-	-	235	302	281,8	302	302	302
		$\sigma_{из}$, МПа	-	-	-	268	446	375,7	373,4	373,4	373,4
		Е, ГПа	-	-	-	50,13	79,33	69,12	68,58	68,58	68,58
880x1800	ЛПХ17НМдц	твёрдость, НВ	197	197	197	-	-	-	-	-	-
		$\sigma_{из}$, МПа	386	386	386	-	-	-	-	-	-
		Е, ГПа	110,57	110,57	110,57	-	-	-	-	-	-
900(910) x2000	ЛПХ17НМдц	твёрдость, НВ	-	-	-	197	311	258,5	241	-	241
		$\sigma_{из}$, МПа	-	-	-	236	709	415,5	268,2	326	297,1
		Е, ГПа	-	-	-	33,7	224,57	92,46	48,96	-	48,96

* - Рассматривали верхние и нижние шейки валков;

** - имеет место единичный случай

Из табл. 2 следует, что разрушению шеек и трещин подвержены валки разных типоразмеров. Сопоставление валков одного типоразмера, доработавших до естественного износа и разрушившихся по шейкам или трещинам, показало, что при равном уровне прочности последние характеризуются более высокой твердостью и меньшим значением модуля упругости. При небольшом различии в уровне твердости значения прочности и упругости у валков, доработавших до естественного износа, превышают примерно в два раза такие показатели у разрушившихся. Сердцевина валка, списанного по истиранию шейки, характеризуется минимальным уровнем свойств (см. табл. 2).

Не смотря на то, что каждый из анализируемых типоразмеров валков характеризуется своим интервалом свойств сердцевины, при которых инструмент дорабатывает до естественного износа, для всех анализируемых групп истирание шейки возможно, если предел прочности при изгибе и твердость сердцевины не превышают 400 МПа и 200 НВ соответственно. При таком уровне прочности и твердости более 200 НВ возможно разрушение валка по шейке или трещине. Вероятность такого вида поломки возрастает при увеличении твердости выше 300 НВ. С другой стороны установлено, что некоторые разрушившиеся валки, характеризовались таким же уровнем свойств сердцевины, что и изделия, выработавшие полностью свой ресурс работоспособности. Следовательно, причиной разрушения или истирания шеек

валков в равной степени являются как свойства сердцевины, так и условия их эксплуатации.

Анализом установлено несколько случаев разрушения по бочке на разных этапах эксплуатации валков с рабочим слоем из высокохромистого чугуна. Сравнение разрушившихся и списанных по естественному износу валков одного размера показало, что сломанные изделия характеризуются твердостью сердцевины более 300 НВ чаще, чем полностью отработавшие свой ресурс (табл. 3).

С повышением твердости снижается ударная вязкость, что способствует разрушению валков [3]. Уровень прочности большинства доработавших до естественного износа валков составляет 310-500 МПа, а разрушившиеся – менее 300 МПа и более 410 Мпа (см. табл. 3).

Таблица 3

Распределение валков по группам твердости и прочности

Состояние	Распределение по твердости, %				Распределение по прочности на изгиб, %			
	менее 200	200-250	251-300	более 301	200-300	310-400	410-500	510-700
разрушение по бочке	-	12,5	62,5	25	12,5	-	75	12,5
естественный износ	2	36	56	6	5,4	41,1	46,4	7,1

Разрушению валков, работающих в условиях термических циклов, могут способствовать неоднородное распределение свойств и повышенный уровень внутренних напряжений в теле изделия [4]. В связи с этим практический интерес представляют исследования влияния неоднородного уровня свойств сердцевины по длине валков на их надежность (табл.4).

Таблица 4

Сравнение механических свойств верхних и нижних шеек валков различных типоразмеров

Исполнение валка	Размер	№ отливки	Место отбора образца	Твердость, НВ	Прочность при изгибе, МПа	Состояние
1	2	3	4	5	6	7
ЛПТХНМдц	815x2000	1	верхняя шейка	197	571	ест. износ
			нижняя шейка	-	668	
ЛПТХНМдц	815x2300	2	верхняя шейка	192	318,1	ест. износ
	815x2300		нижняя шейка	197	251	

1	2	3	4	5	6	7
ЛПХ17НМдл	900(910) х2000	3	верхняя шейка	"	303	трещины по бочке
			нижняя шейка	217	383,7	
ЛПХ17НМдл	900(910) х2000	4	верхняя шейка	212	329	ест. износ
			нижняя шейка	197	651	
		5	верхняя шейка	229	412,7	ест. износ
			нижняя шейка	269	307,4	
		6	верхняя шейка	197	383,5	трещины по бочке
			нижняя шейка	229	414,5	
		7	верхняя шейка	197	376	дефекты по бочке
			нижняя шейка	229	455	

В результате анализа таких валков не установлено зависимости разрушения по бочке прокатного инструмента от неоднородного уровня свойств сердцевины. При этом выявлено, что в большинстве случаев с увеличением твердости от верхней шейке к нижней, уровень прочности снижается (см. табл. 4).

Выводы.

1. Исследования показали, что разрушение или истирание шеек валков зависят как от условий эксплуатации, так и уровня свойств их сердцевины. В работе определен интервал их значений, при которых существует опасность разрушения или истирания шеек валков. Истирание шейки возможно, если предел прочности при изгибе и твердость меньше 400 МПа и 200 НВ соответственно. Разрушение может произойти при этом же уровне прочности и твердости выше 200 НВ. При увеличении твердости более 300 НВ возрастает вероятность такой поломки.

2. Разрушение прокатного инструмента по бочке на разных этапах эксплуатации наблюдается на валках с рабочим слоем из высокохромистого чугуна. Такие валки характеризовались повышенным уровнем твердости сердцевины. С другой стороны, на целостность прокатного инструмента, работающего в условиях термоциклических нагрузок, влияет повышенный уровень внутренних напряжений, возникающий в результате неоднородности свойств.

3. Анализ работы изделий с неоднородным по длине уровнем свойств сердцевины показал, что разница в уровне твердости до 40 единиц и прочности на изгиб до 300 МПа не приводит к разрушению валков по бочке. При этом установлено, что с увеличением твердости от верхней шейки к нижней снижается уровень прочности.

4. Исследованиями выявлено, что валки, характеризующиеся одинаковым уровнем свойств, отличаются структурой сердцевины. В связи с этим необходимо провести исследования структуры сердцевины и установить ее влияние на уровень свойств и, следовательно, надежность валков. Этому посвящены дальнейшие исследования.

Литература

1. G.E. Kemshall. Roll types and their usage // Steel Times. – 1974, № 7-8. – p. 499-500.
2. Н.Г. Гиришович Кристаллизация и свойства чугуна в отливках. – М.: Машиностроение, 1966. – 561 с.
3. А.Е. Кривошеев. Литые прокатные валки. – М.: Metallurgizdat, 1957. – 360 с.
4. Будагьянц Н.А., Жижкина Н.А. Исследование напряженного состояния чугунных биметаллических валков для станов горячей прокатки// Матеріали науково-практичної конференції „Проблеми і перспективи одержання конкурентноздатної продукції в гірничо-металургійному комплексі України”. - Том 3. – Дніпропетровськ: ”Системні технології”, 2001. – С.367-373.

Анотація

ВПЛИВ ЯКОСТІ СЕРЦЕВИНИ НА НАДІЙНІСТЬ ПРОКАТНИХ ВАЛКІВ

У статті наведені дослідження властивостей серцевини валків різних типорозмірів. Дана оцінка їх впливу на надійність прокатного інструменту. Визначено інтервал значень властивостей серцевини. Це забезпечує надійну роботу валків. Вивчено рівень властивостей серцевини прокатних інструментів, що зруйнувалися по бочці. Проаналізовано роботу виробів з неоднорідним рівнем властивостей серцевини.

Abstract

THE INFLUENCE OF CORE'S QUALITY ON THE RELIABILITY OF ROLLING SHAFTS

In this paper researches of rolls of different types and sizes have been cited. Their influence on the reliability of rolling instrument has been estimated. The interval of values core's properties has been determined. It provides reliable operation of rolls. The level of core's properties of rolling instruments destroyed on the barrel's body has been studied. The operation of products with non-uniform level of core's properties has been analyzed.