

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ СТОЙКОСТЬ ВАЛКОВ ШИРОКОПОЛОСНЫХ СТАНОВ, ОТЛИТЫХ МЕТОДОМ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ЛИТЬЯ

Скобло Т.С., доктор техн. наук, Попова Е.Г. — аспирант, Будагьянд Н.А. — доктор техн. наук, Жижкина Н.А. — инженер

(Харьковский государственный технический университет сельского хозяйства, Лу-тугинское производственное объединение по производству прокатных валков)

У статті розглядається вплив хімічного складу й умов формування робочого шару на якість і експлуатаційну стійкість прокатних валків.

Наиболее широко в сельскохозяйственном машиностроении используется листовая прокат, свойства которого определяются технологией производства и стойкостью, надежностью формирующего инструмента. Высокие требования к качеству прокатных валков и к увеличению срока их эксплуатации обусловлены повышением технического уровня и производительности прокатных станков, а также необходимостью улучшения качества проката. В настоящее время эффективно в качестве рабочих валков для чистовых клетей широкополосных станков горячей прокатки использовать двухслойные прокатные валки с рабочим слоем из высокохромистого чугуна. Наиболее прогрессивной технологией получения таких валков является метод центробежного литья. Валки с рабочим слоем из высокохромистого чугуна характеризуются высокой износостойкостью. Однако, важной проблемой при их эксплуатации в условиях термодинамического нагружения является повышенная склонность высокохромистых сплавов к трещинообразованию. Достижение необходимого комплекса эксплуатационных свойств может быть обеспечено оптимальным соотношением структурных составляющих, которое можно регулировать изменением химического состава сплава, параметрами литья и последующей термообработкой.

В связи с этим, целью данной работы является изучение влияния химического состава и условий формирования рабочего слоя на качество и эксплуатационную стойкость валков.

Анализ эксплуатационных характеристик проводили для 50 валков. Валки отличались условиями формирования рабочего слоя (толщина наплавки δ нам изменялась от 1,9 до 7,0 мм). Содержание основных и легирующих элементов в рабочем слое составляло: 2,54-3,3%С, 0,33-0,98%Si, 0,181-1,31%Mn, 11,1-18,1%Cr, 1,16-2,23%Ni, 0,58-1,37%Mo, 0,25-0,4%Mg. 14 валков содержали 0,01-0,03%Ti. Валки подвергались одно- и двухступенчатой термообработке.

Анализировали эксплуатационную стойкость и стойкость к трещинообразованию валков, списанных в результате естественного износа и преждевременного разрушения.

Исследования показали, что валки списанные в результате естественного износа обладают высокой эксплуатационной стойкостью (5100-7700т/мм съема рабочего слоя). Количество проката на валок составляет 300000-460000т (в среднем 375000т).

Твердость таких валков изменялась от 64 до 81 НS. Наилучшая стойкость к трещинообразованию достигается для валков с толщиной слоя намазки $h_{\text{назк}}=5-7$ мм.

Эксплуатационная стойкость рабочего слоя выше у поверхности (на глубине до 10 мм). Степень повышения стойкости поверхностных слоев зависит от толщины намазки. Так, при минимальной толщине намазки ($h_{\text{назк}}=1,9-3,0$ мм) стойкость поверхностного слоя возрастает наиболее существенно (до 10000-11000 г/мм). Это связано с увеличением доли карбидной фазы в поверхностном слое в результате более высокой скорости кристаллизации. Максимальное отклонение доли карбидов от среднего значения (на 7%) достигается при минимальной толщине слоя намазки. Наиболее равномерное распределение карбидной фазы по глубине рабочего слоя выявляется при толщине слоя намазки 1 шам. 5-7 мм.

В условиях термоциклирования разрушение начинается в карбидной фазе и от неметаллических включений. Это связано с различием их коэффициента линейного расширения и коэффициента линейного расширения матрицы, малой пластичностью карбидов и склонностью к локализации деформаций [1]. Поэтому, валки с максимальной толщиной намазки, обеспечивающей наиболее равномерное распределение карбидной фазы по глубине рабочего слоя, характеризуются наилучшей стойкостью к трещинообразованию.

Важным параметром, характеризующим качество рабочего слоя, является величина его съема на одну перешлифовку. Наилучшее значение этого параметра (0,15-0,25 мм) достигается при коэффициенте $K>5,0$ ($K=Cr/C$). Это связано с уменьшением размера карбидов при увеличении K .

Комплексное легирование хромом, марганцем, молибденом, никелем и кремнием приводит к повышению стабильности аустенита. Вследствие его высокой стабильности диффузионное превращение протекает медленно при этом значительная часть аустенита может претерпевать мартенситное превращение. Из-за высокой доли мартенсита и остаточного аустенита высокохромистые сплавы обладают высокой склонностью к трещинообразованию. В связи с этим, важно правильно подобрать химический состав для обеспечения оптимального соотношения структурных составляющих сплава. Наилучшие показатели стойкости к трещинообразованию получены для соотношения Mo/C от 0,17 до 0,24, а Ni/C в интервале от 0,19 до 0,24. Увеличение этого соотношения более 0,28 приводит к повышению склонности к образованию трещин в результате увеличения доли остаточного аустенита (рис. 1). Содержание кремния (от 0,33 до 0,98%) не оказывает заметного влияния на показатели стойкости.

Повышение концентрации хрома улучшает устойчивость рабочего слоя к высокотемпературному окислению и, следовательно, к замедлению выкрашивания. Так, наилучшей эксплуатационной стойкостью (5100-7700 г/мм) обладают валки с содержанием хрома более 16,2% и значением $K>5,3$.

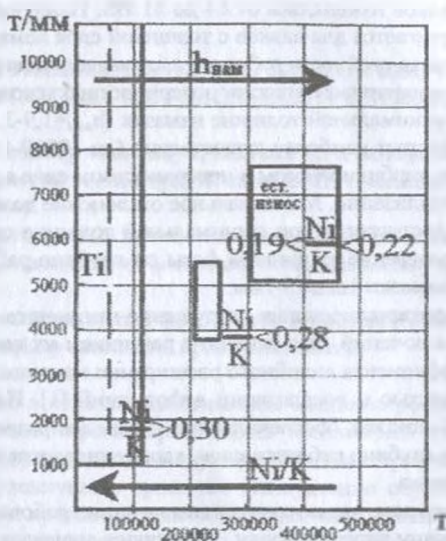


Рисунок 1. Влияние легирующих элементов (никеля, титана) и толщины слоя намазки на эксплуатационную стойкость рабочего слоя валков.

Валки, легированные титаном, имеют невысокие эксплуатационные характеристики. Стойкость таких валков составляет $\approx 1500 \text{ т/мм}$ или они выходят из строя, выработав до 5 мм рабочего слоя (рис. 1). По-видимому, это обусловлено тем, что особенностью массивных отливок является интенсивная ликвация химических элементов, поэтому при введении даже небольшого количества титана возможно появление зон с повышенным его содержанием (более 0,1%), что может привести к формированию скоплений нитридов и карбонитридов в зонах медленной кристаллизации [2].

Интенсивность процесса образования термических трещин в условиях термоциклического нагружения в значительной степени зависит от уровня остаточных сжимающих напряжений. Их роль заключается в загибании трещин. Однако, слишком высокий уровень напряжений или неблагоприятное их распределение могут стать причиной преждевременного разрушения рабочего слоя вала.

Для оценки напряженного состояния в качестве экспресс-метода использовали измерение коэрцитивной силы с помощью коэрцитиметра КРМ-Ц.

Как показал анализ данных эксплуатации значение коэрцитивной силы не должно превышать 42 ед. Кроме того, значения напряжений в продольном и поперечном направлениях не должны существенно отличаться.

Обеспечение сбалансированного распределения остаточных напряжений может быть обеспечено правильно подобранным режимом термообработки.

Выводы: Анализ данных эксплуатации подтвердил высокую износостойкость (5100-7700 т/мм съема рабочего слоя) и стойкость к разрушению (в среднем 375000 т) валков с рабочим слоем из высокохромистого чугуна.

Наилучшей эксплуатационной стойкостью рабочего слоя обладают валки с значением коэффициента $K(K=C/\Delta C)$ больше 5,3.

Уровень твердости таких валков изменялся в пределах 64-81НВ.

Лучшей стойкостью к трещинообразованию характеризуются валки с максимальной толщиной слоя намазки ($\delta_{max}=5-7$ мм), обеспечивающей наиболее равномерное распределение карбидной фазы по глубине рабочего слоя, а также соотношением Mo/K в пределах от 0,17 до 0,24, Ni/K от 0,19 до 0,24, при содержании хрома более 16,2%. Содержание кремния (в интервале от 0,33 до 0,98%) не оказывает заметного влияния на показатели стойкости. Легирование титаном приводит к снижению эксплуатационной стойкости до 1500г/мм или преждевременному разрушению рабочего слоя валков. Обеспечение оптимального соотношения фаз и сбалансированного распределения остаточных напряжений может быть обеспечено правильно подобранным режимом термообработки. Уровень коэрцитивной силы рабочего слоя не должен превышать 42ед.

Список литературы

1. Скобло Т.С., Воронцов Н.М., Рудюк С.И. и др. Прокатные валки из высокоуглеродистых сплавов. -М.: Металлургия, 1994, 336с.
2. Скобло Т.С., Воронина В.А. Причины образования трещин в валках из высокохромистого чугуна // Литейное производство, 1971 №2, с 41-42

Аннотация

Эксплуатационная стойкость валков широкополосных станов, отлитых методом центробежного литья

В статье рассматривается влияние химического состава и условий формирования рабочего слоя на качество и эксплуатационную стойкость прокатных валков.

Abstract

Operation stability of rolls of broad-strip mills, founded by a method of a spun casting

In a paper the influence of chemical composition and requirements of forming of a working stratum on quality and operation stability of mill rolls is considered.