

## ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ХОДОВЫХ КОЛЕС МОСТОВЫХ КРАНОВ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТЕ

Цыбульский В.А., к.т.н.<sup>1</sup>, Концевич А.А., ст. преп.<sup>2</sup>,  
Тимченко Э.А., инж.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

<sup>2</sup> Харьковский национальный технический университет сельского  
хозяйства имени Петра Василенко

<sup>3</sup> Харьковский филиал УкрННИПИТ им. Л.Погорелого

*Приведены результаты исследования качества термической обработки ходовых колес мостовых кранов и предложены мероприятия по совершенствованию технологии.*

Одной из наиболее ответственных операций технологического процесса производства ходовых колес мостовых кранов является термическая обработка. Она проводится с целью повышения износостойкости и твердости поверхностного слоя. Применяемая для колес кранов термическая обработка заключается в полном объемном прогреве колеса до температуры превращения и охлаждении в воде только рабочей поверхности (обода) при вращении колеса [1]. Такой метод позволяет получать прочный слой с сорбитной структурой на глубину 30 – 40 мм от поверхности с последующим плавным переходом к нормальной твердости незакаленного материала.

Нами были проведены исследования закаленного слоя ходовых колес, изготавливаемых на Харьковском заводе подъемно-транспортного оборудования. Для изготовления колес на заводе используют штампованные (кованные), литые и цельнокатаные заготовки. В качестве материала служат стали 65Г по ГОСТ 11959-79, сталь 55СЛКТ40 по ГОСТ 977-88 и колесная сталь марки Ст. 2 по ГОСТ 10791-2004. Нагрев колес под закалку на заводе осуществляется в газовой печи с выкатным поддоном. Печь имеет следующие основные характеристики:

- количество тепловых зон – 1;
- полезные размеры (пода), м<sup>2</sup> – 3,0×1,2;
- габаритные размеры, м<sup>3</sup> – 4,75×3,4×5,5;
- максимальная рабочая температура, °С – 1000;
- производительность, кг/час. – 240.

Исследование закаленного слоя осуществлялось в соответствии с ГОСТ 1763-68 методом замера твердости. Для этой цели из крановых колес, подвергнутых термообработке, вырезались темплеты. Вырезка осу-

существлялась огневым способом. Чтобы избежать влияния нагрева на результаты испытаний из-за возможного изменения структуры, размеры темплетов принимали такими, чтобы место замера твердости отстояло от плоскости резки на расстоянии не менее 100 мм. Для хорошего базирования поверхность темплета шлифовалась. Место замеров твердости зачищалось с целью удаления окалины. Измерение значений твердости HRC осуществлялось на приборе ТК-2М на различных расстояниях (получаемых послойным сошлифовыванием) от рабочей поверхности (дорожки катания) колеса. При этом, каждый раз делалось по 5–9 зачетных отпечатков и определялись статистические характеристики малых выборок: среднее арифметическое HRC и средняя квадратическая погрешность единичного наблюдения  $S$  по формулам

$$\text{HRC} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{HRC}_i ; \quad (1)$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\text{HRC}_i - \text{HRC})^2} \quad (2)$$

где  $n$  – число измерений.

Среднее арифметическое значение твердости HRC определялось после отбраковки резко выделяющихся значений с использованием критерия Романовского-Фишера [2].

Значения доверительных интервалов при доверительной вероятности  $P=0,95$  определялись по формуле

$$\delta = t_{\alpha m} \cdot S / \sqrt{n}, \quad (3)$$

где  $t_{\alpha m}$  – квантиль Стьюдента.

Результаты измерений и вычислений представлены в таблице 1.

Для большей наглядности результатов исследования строились графики в координатах: твердость HRC – расстояние от поверхности катания. Результаты таких построений представлены на рисунке 1. Из них хорошо видно, что характер этих зависимостей различен, причем, наибольшее различие наблюдается на участках, соответствующих значениям глубины (по оси абсцисс) до 1 мм. Полученный результат можно интерпретировать следующим образом.

В печи, в которой осуществляется нагрев колес под закалку, рабочий объем не огражден от пламени газовых горелок. При нормальном ходе операции нагрева садка колес в зоне нагрева пребывает в течение 2 – 2,5 часов. За это время возможно либо науглероживание, либо обезуглероживание поверхностного слоя колес. Все, вероятно, будет зависеть от то-

го, в какой из зон пламени (окислительной, восстановительной или нейтральной) окажется то или иное колесо, или какая-то его часть.

Таблица 1. Результаты измерения твердости материалов ходовых колес

Номер темплета и марка стали	Расстояние от поверхности, мм	HRC	S
Темплет №1, сталь 55СЛКТ40	0,00	36,840	3,106
	0,20	40,833	0,521
	0,40	44,067	1,253
	0,60	48,383	0,483
	0,80	48,880	0,9968
	1,00	48,130	0,973
	1,20	44,630	1,483
	1,40	45,690	0,942
	1,60	43,370	1,549
Темплет №2, сталь 55СЛКТ40	0,000	25,900	0,872
	0,846	22,240	0,490
	1,046	22,710	0,811
	1,246	23,740	0,973
	1,446	22,110	0,713
	1,646	23,320	1,169
Темплет №3, сталь марки Ст. 2	0,00	35,850	1,833
	0,66	44,366	0,769
	0,86	46,120	2,414
	1,06	47,58	1,580
	1,26	47,31	1,202
	1,46	48,07	0,981
	1,66	47,59	0,437
Темплет №4, сталь 65Г	0,00	42,680	1,587
	0,20	38,600	2,147
	0,40	41,230	0,748
	0,60	41,430	0,628
	0,80	36,930	1,619
	1,00	39,960	0,779
	1,20	37,870	0,816
	1,40	39,300	0,639
	1,60	38,700	1,085

Можно предположить, что случаю, когда колесо оказалось в восстановительной зоне соответствует кривая 2. В этом случае поверхностный слой науглероживается и на поверхности колеса мы имеем более высокое значение твердости HRC. В окислительной зоне, напротив, происходит

процесс обезуглероживания поверхностного слоя. Твердость на поверхности колес оказывается ниже, чем её значение на некотором расстоянии от поверхности. Это наглядно демонстрируют на рисунке 1 (кривые 1 и 3).

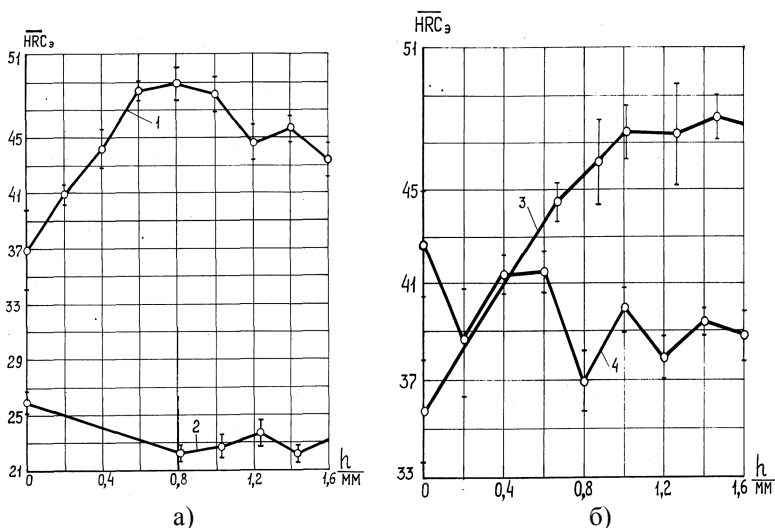


Рис. 1. Экспериментальные кривые зависимости: твердость HRC - расстояние  $h$  от поверхности катания колес из стали 55СЛКТ40 (а) и сталей марки Ст.2 и 65Г (б)

В технических требованиях на крановые колеса оговорено, что градиент снижения твердости не должен превышать 20 единиц НВ на 10 мм толщины обода. При этом твердость поверхностного слоя обода должна составлять 300...380НВ. Это позволяет сделать вывод, что в среднем снижение твердости должно составлять две единицы на каждый миллиметр.

Из рисунков видно, что градиент твердости не удовлетворяет предъявляемым требованиям. Прежде всего это касается начального участка кривой от нуля до 1 мм. Оценка значений верхней и нижней границ доверительного интервала подтверждает тот факт, что при доверительной вероятности  $P = 0,95$ , соответствующей уровню значимости  $\alpha = 0,05$ , полученное распределение значений твердости является вполне закономерным (статистически значимым). При любых других возможных числовых значениях твердости отмеченная закономерность сохраняется и, поэтому, с ней необходимо считаться, внося коррективы в технологию производства крановых ходовых колес.

Качество термической обработки при производстве ходовых колес

оценивается степенью стабильности получаемых механических свойств. Оценка нормируемого показателя механических свойств – твердости должна находиться под постоянным контролем. Для таких массивных деталей, какими являются крановые колеса, задача осуществления сплошного контроля является непростой. На Харьковском заводе ПТО для контроля твердости длительное время использовался прибор ТШП-4, который специально был приспособлен и установлен в шпинделе вертикально-сверлильного станка. Такая схема использования прибора позволила снизить погрешность измерения (в сравнении с применяемым цепным захватом), но усложнила процесс из-за необходимости установки колес на столе.

В ХНАДУ, в свое время, было разработано и успешно внедрено на заводе нестандартизованное средство измерения твердости – переносный динамический твердомер ТДП-2ИЗ. Использование этого прибора в значительной степени упростило и облегчило выполнение операции контроля твердости и дало возможность проверить сплошной контроль качества термической обработки колес.

Процесс науглероживания, как и обезуглероживания, в данном случае, является вредным. Такая ситуация приводит к тому, что мы получаем большой разброс механических свойств, а это, в свою очередь, крайне негативно сказывается на эксплуатационных показателях крановых колес. Очевиден тот факт, что такая вариация механических свойств в итоге может явиться одной из серьезных причин неравномерного изнашивания ходовых колес. Неравномерность износа усугубляет естественное протекание процесса изнашивания из-за возникновения дополнительного проскальзывания, учащения нежелательных случаев контактов реборд колес с головкой рельсов, перераспределения нагрузки и т.п.

Принимая во внимание все сказанное выше, можно наметить ряд несложных мероприятий, которые, на наш взгляд, позволят повысить качество ходовых колес.

В нагревательной печи под закалку колес необходимо предусмотреть специальные экраны, которые оградят нагреваемые изделия от непосредственного контакта с пламенем горелок. Это, по нашему мнению, гарантировало бы в значительной степени повышение стабильности получаемых механических свойств. В дополнение этого, считаем целесообразным предусмотреть специальный припуск на термическую обработку. Исследование показало, что его величина должна быть не менее 1 мм. После выполнения термической обработки этот припуск необходимо удалять механической обработкой.

Предложенные мероприятия в комплексе других мер позволят повысить качество производства ходовых колес и, как следствие, послужат

дополнительным резервом для повышения их срока службы.

#### **Список использованных источников**

1. Тылкин М.А. Повышение долговечности деталей металлургического оборудования. – М.: Металлургия, 1971. – 608 с.
2. Рего К.Г. Метрологическая обработка результатов технических измерений: Справ. пособие. – К.: Техніка, 1987. – 128 с.

#### **Анотація**

### **ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ХОДОВИХ КОЛІС МОСТОВИХ КРАНІВ ПРИ ТЕХНІЧНОМУ ОБСЛУГОВУВАННІ ТА РЕМОНТІ ТРАКТОРІВ**

**Цибульський В.А., Концевич О.А., Тимченко Е.А.**

*Наведено результати дослідження якості термічної обробки ходових коліс мостових кранів і запропоновано заходи щодо вдосконалення технології.*

#### **Abstract**

### **IMPROVING LIFE RUNNINGWHEEL BRIDGE CRANE AT THE TECHNICAL MAINTENANCE AND REPAIR OF TRACTORS**

**Tsybulsky V., Kontsevich A., Timchenko E.**

*This paper gives the results of researching the heat treatment quality of the overhead cranes working wheels and recommends on the manufacturing process perfection.*