

УДК 669.17

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА ДРОБЕСТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ СКРЕБКОВОГО КОНВЕЙЕРА

Е.А. Нестеренко, ассистент, Д.Б. Глушкова, доцент, к.т.н.,
А.И. Пятак, профессор, д.ф.-м.н., ХНАДУ,
А.В. Леусенко, профессор, д.т.н., завод «Свет Шахтера», г. Харьков

Аннотация. Проведено исследование влияния продолжительности обработки дробью деталей скребкового конвейера на микротвердость поверхностного слоя, предел выносливости и макронапряжения. Предложены оптимальные режимы поверхностной пластической деформации.

Ключевые слова: дробеструйная обработка, микротвердость, предел выносливости, макро-напряжения, износостойкость.

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМУ ОБРОБКИ ДРОБОМ ДЕТАЛЕЙ СКРЕБКОВОГО КОНВЕЄРА

О.А. Нестеренко, ассистент, Д.Б. Глушкова, доцент, к.т.н., О.И. Пятак, профессор,
д.ф.-м.н., ХНАДУ, А.В. Леусенко, профессор, д.т.н.,
завод «Світло Шахтаря», м. Харків

Анотація. Проведено дослідження впливу тривалості обробки дробом деталей скребкового конвеєра на мікротвердість поверхневого шару, границю витривалості і макропруження. Запропоновано оптимальні режими поверхневої пластичної деформації.

Ключові слова: обробка дробом, мікротвердість, границя витривалості, макропруження, зносостійкість.

CHOICE OF OPTIMUM CONDITIONS FOR SHOT PEENING OF SCRAP CONVEYER

E. Nesterenko, assistant, D. Glushkova, Associate Professor,
Candidate of Technical Science, A. Pyatak, Doctor of Physical-Mathematical Science,
KhNAHU, A. Leusenko, Doctor of Technical Science, «Svet Shakhtarya», Kharkov

Abstract. The influence of the shot peening duration on the surface microhardness, fatigue strength and macrostresses was investigated. The optimum conditions of the surface plastic deformation are proposed.

Key words: shot peening, microhardness, fatigue strength, macrostresses, wear resistance.

Введение

Одной из главных задач угледобывающей промышленности является обеспечение высокой надежности и долговечности горношахтного оборудования. В настоящее время в основном используются системы разработки длинными очистными забоями. При при-

менении таких систем доставочным средством в лаге являются скребковые конвейеры.

Рештачний став скребкового конвейера в процессе эксплуатации подвергается износу в шахтной воде, содержащей большое количество абразивных материалов высокой твердости, а также химически активного вещества.

В силу вышеизложенного предъявляются высокие требования к материалу рештаков, и для того, чтобы удовлетворить эти требования, необходимо изыскать способы повышения эксплуатационных свойств деталей скребкового конвейера.

Анализ публикаций

Анализируя условия работы шахтных скребковых конвейеров, следует отметить, что детали их находятся под действием разного вида нагрузок, в частности сопряжения «днище-звено» тяговой цепи подвергаются весьма сложному процессу изнашивания, звенья, кроме того, – усталостному разрушению.

Интенсивность и характер разрушения поверхности трения указанных деталей определяются следующими основными факторами: эксплуатационными свойствами и коррозионной стойкостью конструкционных материалов деталей сопряжения, нагрузочно-скоростными параметрами.

При работе материала в абразивной среде важным является соотношение его твердости с твердостью абразива (так называемый коэффициент твердости) [1]. При коэффициенте твердости меньше 0,6 имеет место чистое микрорезание абразивными частицами поверхностного слоя деталей. И наоборот, при коэффициенте твердости выше 0,6–0,7 проявляются элементы усталостного излома.

Твердость материала определяет величину взаимного внедрения микронеровностей трущихся поверхностей и объем материала, втянутого в деформацию.

Можно предложить два варианта действия абразивных частиц:

1 – абразивные частицы под действием нагрузки проникают в поверхность рештачного става и, не разрушаясь, действуют на них;

2 – абразивные частицы под действием нагрузки проникают в поверхность на определенную глубину и дробятся.

Абразивный износ для рештачного става скребковых конвейеров проявляется, главным образом, действием абразивных частиц по поверхности.

К факторам, влияющим на износ, относятся: внешнее воздействие, свойства рабочей среды, механические свойства материала детали.

Внешним воздействием являются нагрузки и трение. Нагрузка на рабочие поверхности детали вызывает давление в зоне контакта.

Скорость изнашивания пропорциональна давлению, которому подвергается поверхность рештачного става.

При взаимодействии рештачного става с угольной массой имеет место абразивный износ с многократной пластической деформацией поверхности, в результате чего наблюдается усталостное разрушение последней.

Цель работы

Задачей настоящей работы был выбор способа улучшения эксплуатационных свойств рештачного става.

Материалы и методика исследования

Материалом исследования была сталь 25ХГСП в улучшенном состоянии. Структура поверхностного слоя исследовалась с помощью оптического микроскопа. Для создания на поверхности полезных сжимающих напряжений проводили поверхностную пластическую деформацию с помощью обработки дробью. При этом изменялась продолжительность процесса: первый режим обработки дробью – 1,5 мин; второй режим – 3 мин; третий режим – 4,5 мин.

Для получения информации о состоянии поверхностного слоя замерялась микротвердость от поверхности в глубину изделия.

Возникающие в процессе обработки дробью поверхности макронапряжения оценивались рентгеновским методом на дифрактометре ДРОН-0,5. Использовались $K_{\alpha 1,2}$ излучение Cr-анода ($V - \beta$ фильтр) $U_{\text{уск.}} = 35 \text{ кВ}$; $I_{\text{анд.}} = 10 \text{ мА}$.

Определение макронапряжения производилось методом наклонных съемок по линии (211) Fe. Диапазон съемок $2\theta - 146 \div 162^\circ$. Были выбраны следующие углы наклона образца $\psi = 20^\circ; 35^\circ; 50^\circ$, аппроксимировали на $\psi = 90^\circ$. Площадь облучаемого объема $\sim 15 \text{ мм}^2$.

Определялось главное напряжение

$$\sigma_1 = \frac{E}{1+\mu} \cdot \frac{d_\psi - d_\perp}{d_\perp},$$

где E – модуль Юнга, равный 21000 кгс/мм²; μ – коэффициент Пуассона, равный 0,29; ψ – угол наклона образца.

С целью получения информации о влиянии технологии упрочнения поверхности деталей на предел выносливости были выполнены усталостные испытания на изгиб по ГОСТ 25.502-79 на стандартных образцах; частота испытания для всех вариантов составляла 685 циклов в минуту (11,4 Гц).

Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 1 представлена структура стали 25ХГСП после закалки и отпуска без упрочнения поверхности. Она представляет собой тростит отпуска и небольшое количество дисперсных карбидов, расположенных равномерно.



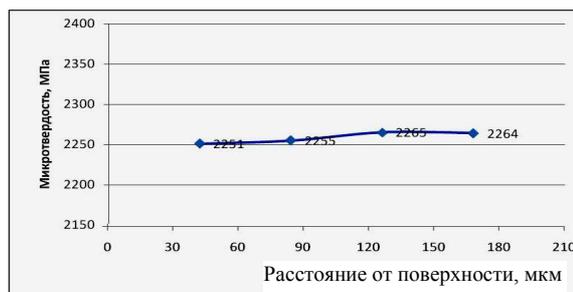
×400

Рис. 1. Микроструктура стали 25ХГСП

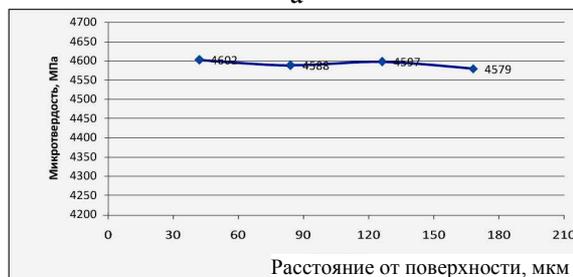
На рис. 2, а можно увидеть характер распределения микротвердости этой стали в отожженном состоянии до улучшения, а на рис. 2, б – после улучшения. Как видно из графика, и в первом, и во втором случае распределение микротвердости от поверхности в глубину идентично, только после закалки и отпуска микротвердость в 2 раза больше.

В связи с тем, что существует прямая связь между твердостью и износостойкостью, последнее свойство оценивали с помощью микротвердости.

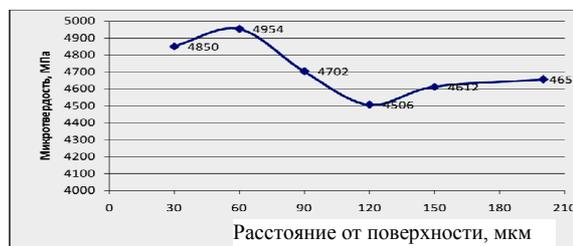
Как показали эксплуатационные испытания, износостойкость стали 25 ХГСП для сопряжения «днище-звено» является недостаточной, кроме того, на стыке звеньев с днищем имеет место усталостное разрушение. По этому в работе предложено проведение



а



б



в



г



д

Рис. 2. Распределение микротвердости стали 25ХГСП по глубине после различных видов обработки: а – отожженное состояние; б – закалка и отпуск ($t = 460^\circ$); в – обработка дробью продолжительностью 1,5 мин; г – обработка дробью продолжительностью 3 мин; д – обработка дробью продолжительностью 4,5 мин

поверхностной пластической деформации, создающей на поверхности полезные сжимающие напряжения. Осуществлялась поверхностная пластическая деформация с помощью обработки дробью, при этом изменялась продолжительность процесса и составляла соответственно 1,5 мин, 3 мин и 4,5 мин.

Результаты замера макронапряжения на рентгеновском дифрактометре ДРОН-0,5 представлены в табл. 1. Погрешность определения макронапряжения составляет $\pm 0,8$ кгс/мм².

Таблица 1 Значения макронапряжений, создаваемых на поверхности, после разной продолжительности обработки дробью

Продолжительность обработки, мин	σ , кгс/мм ²
1,5	-20,4
3	-25,6
4,5	-30,8

На рис. 2, в, г и д представлено, соответственно, распределение микротвердости от поверхности в глубину после обработки дробью в течение 1,5; 3 и 4,5 мин.

Как следует из этих графиков, наибольшее значение микротвердости получено после обдувки дробью продолжительностью 3 мин и высокие значения микротвердости сохраняются на глубине до 200 мкм.

На основе результатов эксперимента построены гистограммы значений предела выносливости для разных режимов дробеструйной обработки (рис. 3).

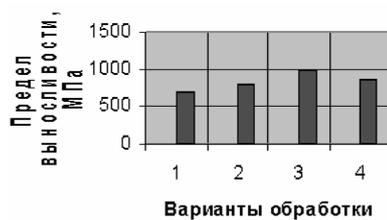


Рис. 3. Гистограммы значений предела выносливости для разных режимов дробеструйной обработки: 1 – исходное состояние; 2 – обработка по первому режиму; 3 – обработка по второму режиму; 4 – обработка по третьему режиму

Как следует из рис. 3, наибольший предел выносливости обеспечивается дробеструйной обработкой по второму режиму, т.е. продолжительностью 3 мин.

Результаты замера макронапряжений свидетельствуют, что наибольшие значения соответствуют продолжительности обработки 4,5 мин, а микротвердость и предел выносливости достигает максимальных значений после продолжительности обработки 3 мин.

Такое несоответствие можно объяснить тем, что рентгеновский метод дает характеристики сжимающих напряжений на поверхности, оказывающих влияние на сопротивление усталости и не всегда коррелирующих с другими механическими свойствами. Поэтому результаты, получаемые механическими и рентгеновскими методами, не всегда совпадают.

Выводы

1. Наилучшие значения микротвердости и предела выносливости получены при дробеструйной обработке в течение 3 мин.
2. Наибольшие значения макронапряжений зафиксированы после дробеструйной обработки в течение 4,5 мин.
3. Несовпадение результатов замера макронапряжений, с одной стороны, и микротвердости и предела выносливости, с другой стороны, могут быть объяснены тем, что характеристики, полученные рентгеновскими методами, не всегда коррелируют с другими механическими свойствами.

Литература

1. Тененбаум М.М. Основные виды разрушения деталей угольных машин / М.М. Тененбаум. – М.: Углетехиздат, 1996. – 90 с.
2. Анализ условий работы и выбор материала для днищ скребковых конвейеров / А.С. Ковальчук, Д.Б. Глушкова, В.П. Тарабанова, и др. // МиТОМ. – 2009. – №12. – С. 18–21.
3. Повышение усталостной прочности деталей скребковых конвейеров / Г.Н. Толмачова, Д.Б. Глушкова, В.П. Тарабанова, Е.А. Нестеренко // Вестник ХНАДУ: сб. научн. тр. – 2010. – Вып. 51. – С. 35–39.

Рецензент: В.И. Мощенок, профессор, к.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 11 августа 2011 г.