

УДК 669.141

**ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ  
СКРЕБКОВОГО КОНВЕЙЕРА**

**Д. Б. Глушкова, В. П. Тарабанова, Е. А. Нестеренко**

*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет*

**Введение.** Горношахтное оборудование эксплуатируется в тяжелых условиях, в результате чего предъявляются жесткие требования к его деталям. Важную роль в увеличении эффективности разработки тонких пластов играют скребковые конвейеры.

Днище рештаков скребковых конвейеров в местах контакта со звеньями тяговой цепи подвергаются интенсивному износу и усталостному разрушению. Поэтому повышение надежности и долговечности может быть достигнуто обеспечением служебных свойств материала, в том числе созданием остаточных напряжений.

Создание материала с заданными свойствами требует нахождения связи между служебными (в данном случае – усталостными) свойствами и параметрами технологии.

**Материал и методика исследований.** С целью получения информации о влиянии технологии упрочнения поверхности деталей на количество циклов нагружения были выполнены усталостные испытания на изгиб по ГОСТ 25.502–79 на стандартных образцах.

Материалом исследования была сталь 25ХГСП. Структура металла исследовалась с помощью оптического микроскопа.

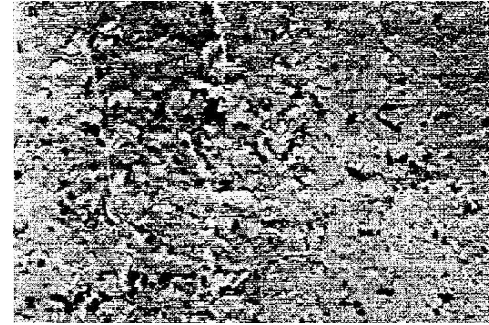
Для создания на поверхности полезных сжимающих напряжений проводили поверхностную пластическую деформацию с помощью обработки дробью.

Твердость определялась на приборе Роквелла с переводом значений с помощью таблиц в твердость по Бринеллю.

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Структура стали 25ХГСП представляет тростит и небольшое количество мелких карбидов, расположенных равномерно (рис.1). Такая структура формируется после охлаждения стали из аустенитного состояния на воздухе.

Получение троститной структуры способствует повышению ударной вязкости по сравнению со структурой бейнита или отпущенного мартенсита, что, в свою очередь, затрудняет распространение магистральной трещины практически в любом направлении.

Ударная вязкость есть структурно-чувствительной характеристикой и в первую очередь реагирует на структурное состояние стали. В том случае, когда создается бейнитная структура при распространении магистральной трещины вдоль игл бейнита, структура слабо противодействует развитию магистральной трещины. Таким образом, именно троститная структура является оптимальным вариантом в условиях работы днища рештака скребкового конвейера.



x 1000

Рис. 1. Микроструктура стали 25ХГСП.

При этом характеристики прочности сохраняются на достаточно высоком уровне. Твердость находилась в пределах 390...400 НВ.

Для проведения поверхностной пластической деформации применялась стальная литая дробь. Чтобы избежать деформирования дроби в момент удара, твердость ее должна быть выше твердости обрабатываемого материала. Однако при значительном повышении твердости дроби увеличивается ее хрупкость, что приводит к раскалыванию дроби, повреждению упрочняемой поверхности и снижает эффективность процесса. Стальная дробь проходила закалку при температуре 860...900 °С с последующим низкотемпературным отпуском при 180...220 °С. Скорость полета дроби 1...100 м/с.

Поверхность образцов до обработки дробью представлена на рисунке 2.

При обработке дробью шероховатость поверхности несколько повышается. Очаг деформирования представляет собой круглый отпечаток диаметром  $d$ , глубиной  $h$ . Если пространство под отпечатком представить в виде столбиков, то степень и направление пластического деформирования этих столбиков изменяются от центра к периферии отпечатка.



Рис. 2. Поверхность образцов до дробеструйной обработки.

Дробеструйное упрочнение способствует тому, что поверхностный слой металла сцепляется в зоне контакта с поверхностью дроби, в результате чего пластическое деформирование самой поверхности затруднено. Поверхностные слои деформируются более интенсивно, чем сама поверхность.

При дробеструйной обработке удары дроби следуют один за другим с большой частотой. Первоначальные удары очищают поверхность не только от окалины и окисной пленки, но и от инородных молекулярных частиц.

На рисунке 3 представлена поверхность образца после дробеструйной обработки.

В проводимом эксперименте параметром, который варьировался, была продолжительность обработки: по первому режиму она составляла 1,5 мин, по второму – 3 мин, по третьему – 4,5 мин. Как уже было сказано, днища рештаков в процессе эксплуатации подвергаются циклическим нагрузкам. Разрушение материала в таких условиях наступает не сразу, а после многократной смены нагрузки, причем число циклов, при котором происходит разрушение, будет тем меньше, чем выше максимальное напряжение цикла.

Число циклов, которое выдерживает образец перед разрушением, определяет циклическую долговечность.

Испытания на усталостную прочность при изгибе проводилась на машине, которая показана на рисунке 4.



Рис. 3. Поверхность образца после дробеструйной обработки.

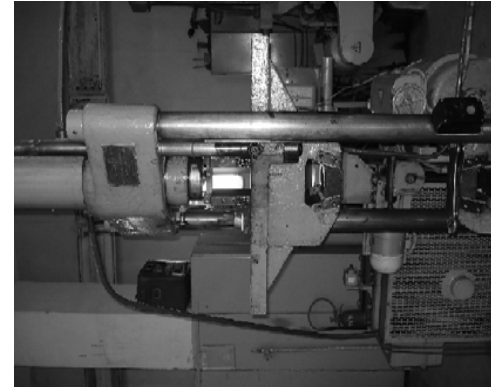


Рис. 4. Установка для проведения усталостных испытаний.

В таблице приведены результаты сравнительных испытаний образцов на усталость.

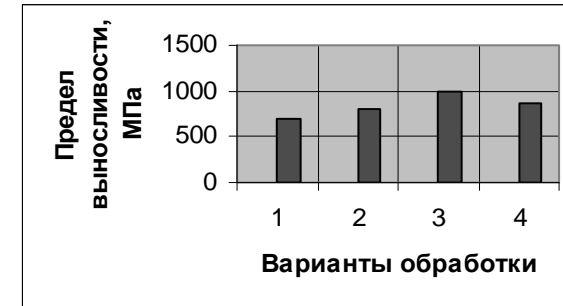
Таблица

Результаты сравнительных испытаний образцов на усталость

Вариант	№ образца	Значение напряжений, $\sigma_{\max}$ , МПа	Количество циклов нагружения	Результаты испытаний
до дробеструйной обработки	1	1400	1245330	разрушился
	2	800	2145420	разрушился
	3	<b>700</b>	3000000	испытания выдержал
после дробеструйной обработки по первому режиму	4	1500	80750	разрушился
	5	1225	220270	разрушился
	6	<b>800</b>	3000000	испытания выдержал
после дробеструйной обработки по второму режиму	7	1500	160290	разрушился
	8	1225	164400	разрушился
	9	<b>1000</b>	3000000	испытания выдержал
после дробеструйной обработки по третьему режиму	10	1500	98640	разрушился
	11	1225	234270	разрушился
	12	1000	374010	разрушился
	13	900	457210	разрушился
	14	<b>850</b>	3000000	испытания выдержал

Частота испытаний для всех вариантов составляла 685 циклов в минуту (11,4 Гц). Выделенные значения напряжений являются пределами ограниченной выносливости для соответствующих вариантов.

На основе результатов эксперимента построены гистограммы значений предела выносливости для разных режимов дробеструйной обработки (рис.5).



- 1 – исходное состояние;
- 2 – обработка по первому режиму;
- 3 – обработка по второму режиму;
- 4 – обработка по третьему режиму.

Рис. 5. Гистограммы значений предела выносливости для режимов обработки.

Таким образом, наибольшие значения предела выносливости соответствуют второму режиму. Заниженные значения предела выносливости по первому и третьему режимам можно объяснить тем, что создаются в этих случаях большие остаточные напряжения, которые накладываются на напряжения при испытаниях, что приводит к уменьшению предела выносливости.

#### ВЫВОДЫ

1. Полученные результаты могут быть использованы для прогнозирования усталостного поведения обработанных материалов и оценки их работоспособности.
2. Подтверждена результативность и высокая перспективность применения дробеструйной обработки для повышения усталостной прочности.
3. Наилучшие показатели получены при продолжительности дробеструйной обработки в течение 3 мин.
4. Предложенная структура стали 25ХГСП оказывает активное противодействие зарождению и росту усталостной трещины.
5. Поскольку усталостная прочность есть одним из основных показателей, обеспечивающих долговечность, то следует вывод, что

предложенный вариант дробеструйной обработки способствует повышению долговечности.

#### **Литература**

1. Бойцов А. Г., Машков В. Н. и др. Упрочнение поверхностей деталей комбинированными способами. – М. : Машиностроение, 2001. – 143 с.
2. Ковальчук А.С., Глушкова Д. Б., Тарабанова В. П., Нестеренко Е. А., Лахматов С. В. Анализ условий работы и выбор материала для днищ скребковых конвейеров // МиТОМ, 2009. – № 12.