

Николаенко А. П.

Дегтярева Ю. Ю.

Восточноукраїнський  
національний  
університет  
імені Володимира Даля

УДК 621.08.45

## ВЛИЯНИЕ ВИБРАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ НА МИКРОТВЕРДОСТЬ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ

*У статті проведений аналіз впливу якості поверхні на експлуатаційні властивості виробу та представлені результати експериментальних досліджень по впливу вібраційної обробки в U-образних контейнерах на мікротвердість поверхневого шару деталей.*

*In clause the analysis of influence of a roughness of a surface on operational properties of a product is lead and results of experimental researches on influence of vibrating processing in U-shaped containers on a roughness of a superficial layer of details are presented.*

Одной из важнейших задач современного машиностроения является обеспечение качества и надежности выпускаемых изделий. Для обеспечения надежности изделия помимо оснащения процессов по его созданию современным оборудованием, инструментом, приспособлениями, системами контроля следует разрабатывать, как считают многие технологи [1, 2], директивные технологии с выделением процессов, требующих специальных режимов и приемов обработки, а также проводить исследования и устранять отрицательное наследственное влияние технологии путем выбора рациональных методов и режимов обработки, поиска новых методов обработки и в том числе применением упрочняющей обработки. Улучшение показателей качества поверхностного слоя деталей при упрочнении приводит к значительному повышению эксплуатационных характеристик деталей [3, 4, 5, 6].

Одним из методов упрочняющей обработки, влияющей на качество поверхностного слоя является вибрационная обработка, которая выгодно отличается от других методов экономическими показателями.

Упрочняющая виброобработка улучшает эксплуатационные свойства деталей, повышая износостойкость и усталостную прочность за счет повышения микротвердости и создания сжимающих напряжений в поверхностном слое. Достижимый уровень свойств материала деформированных деталей связан с изменением макро- и микроструктуры.

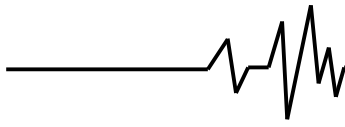
В литературе широко представлены экспериментальные данные влияния ВиО на

качество поверхностного слоя деталей, полученные разными исследователями. Однако, их недостатком является то, что они приводятся для разных материалов деталей, рабочих сред, технологических жидкостей, типоразмеров станков, видов обработки (грубая очистка, шлифование, полирование или упрочнение), что обуславливает сложность анализа и сопоставления этих данных [3, 4, 6].

В НИЛ ОСА ВНУ им. В. Даля проводились исследования с целью оценки влияния вибрационной обработки на микротвердость поверхностного слоя изделий. При этом для подтверждения возможности получения поверхностного слоя с высокой микротвердостью использовался микроструктурный метод исследования.

В качестве имитаторов деталей использовались образцы, изготовленные из листового проката с последующей разрезкой на пластины с размерами (10×30×50) мм из материалов: сталь 3, сталь 20 и сталь 45 (рис.1). Первая группа образцов подвергалась традиционному шлифованию, вторая - обрабатывалась на станке ВМИ 1003 в течение 40 минут в среде, состоящей из боя шарошлифовальных кругов АН-2 ТУ 2-036-159-80, а затем в течение 20 минут на станке ВМИ 1003, в среде состоящей из стальных закаленных полированных шаров диаметром 5мм.

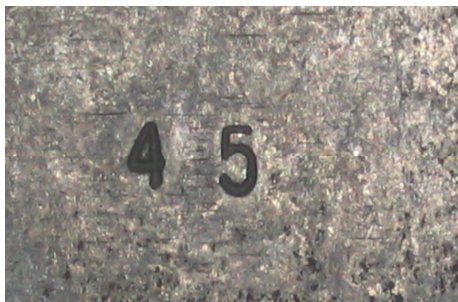
Качество поверхности образцов до обработки, после традиционного шлифования, виброшлифования (в АН-2) и виброполирования (в закаленных стальных шариках) приведено на рис. 1 – 4.



**Рис. 1. Образец до обработки**



**Рис. 2. Образец после традиционного шлифования**



**Рис.3. Образец после вибрационного шлифования**



**Рис. 4. Образец после вибрационного шлифования и полирования**

На поверхности образцов в состоянии поставки явно видны следы коррозии,

загрязнений, а также локальные дефекты в виде пор, мелких царапин.

После традиционного шлифования поверхность образцов (рис.2) покрыта равномерными следами от шлифовального инструмента в виде круговых рисок или борозд с высотой неровностей рельефа  $R_a$  свыше 6,3 до 25 мкм, по краю кромок сохранились заусенцы.

Существенные изменения на поверхности деталей наблюдаются после вибрационного шлифования, обработанная поверхность гладкая матовая без следов обработки с высотой неровностей рельефа  $R_a$  более 0,32 мкм до 6 мкм, отсутствуют заусенцы по контуру, направленные следы от инструмента не наблюдаются (рис. 3).

Обработанные детали (после операции виброполирования) имеют поверхность с зеркальным блеском и четким отражением предметов без следов обработки предыдущей операции, а также без царапин, прижогов, шагреновых участков и других дефектов (рис. 4).

После обработки осуществлялся анализ состояния поверхности образцов, целью которого было:

- определение формы и размера кристаллических зерен, из которых состоит металл или сплав;

- установление изменения внутреннего строения, происходящие в исследуемом материале под влиянием различного рода воздействий при обработке давлением;

- выявление неметаллических включений (сульфидов, оксидов и т.д.);

- выявление микропороков металла - микротрещин, раковин, пор и т.д.

- Микроструктурный метод исследования металлов и сплавов состоял из следующих этапов:

- приготовление микрошлифов;

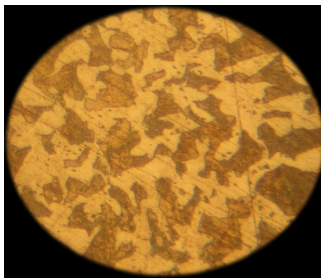
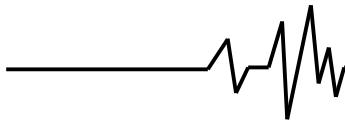
- травление микрошлифов;

- исследование структуры и пороков металлов и сплавов под микроскопом.

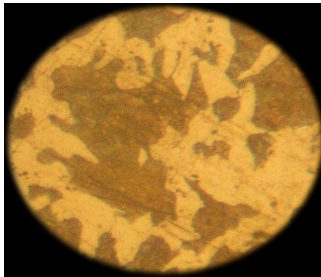
Данный анализ проводился при помощи металлографического микроскопа МИМ-8М и МИМ – 7.

Полученные структуры образцов до и после обработки приведены соответственно на рис. 5.

Как видно из рисунка, структура стали существенно не изменилась, осталась равномерной по всей поверхности образца. Однако произошли явные изменения в структуре приграничного слоя. На рис. 6 показаны приграничные слои образцов до и после обработки.

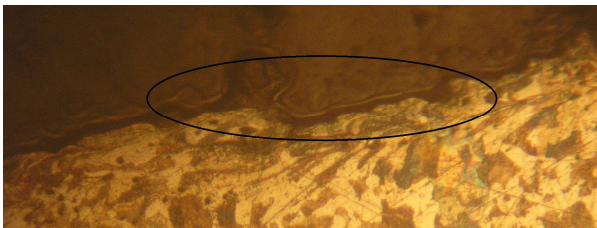


а

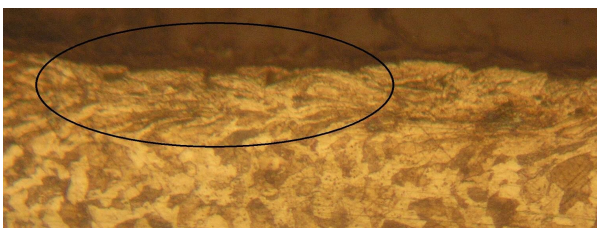


б

**Рис. 5. Структура металла: а) до обработки; б, в) после ВиО (×100)**



**Рис. 6. Приграничный слой детали до обработки (×100)**



**Рис. 7. Приграничный слой детали после ВиО (×100)**

Из фотографий видно, что образцы после обработки имеют четко очерченный равномерный приграничный слой с уплотненной структурой зерен. Т.е. ВиО создает упрочнение поверхностного слоя (наклеп), величина которого составляет 0,03-0,05 мм, что в 10 раз меньше величины, предложенной другими авторами [3, 4, 6]. Однако следует учесть, что вибрационная

обработка проводилась на станке ВМИ-1003 с объемом контейнера 15 л, с амплитудой 1,0 мм, т.е. на мягких режимах.

Чтобы оценить величину упрочненного слоя после ВиО были проведены исследования по определению микротвердости материала того же образца. Оценку микротвердости проводили на приборе ПМТ – 3 путем вдавливания алмазной пирамиды в ферритную составляющую поверхности образца (рис. 2), под нагрузкой 50 гр. Замеры проводились от центра образца к краю, по радиусу. Значения микротвердости изменялась от 927 – 929 МПа в центре до 1034 – 1066 МПа у края образцов

Приближаясь к границе образца, была получена твердость на 8-15% выше, чем в центре, что говорит о стабильном наклепе в поверхностном слое металла.

В результате экспериментальных исследований выявлено, что даже на "мягких" режимах происходит упрочнение поверхностного слоя. Для достижения стабильного результата необходимо произвести выбор соответствующих режимов операции ППД и наиболее рациональной конструкции вибрационного станка (в том числе расположения его основного узла - вибровозбудителя).

#### **Литература**

1. Богуслаев В.А., Цыпак В.И., Яценко В.К. Основы технологии машиностроения. Учебное пособие для студентов машиностроительных специальностей высших учебных заведений. – Запорожье: изд-во ОАО «Мотор Сич». – 2003. – 336 с.
2. Технологическое обеспечение эксплуатационных характеристик деталей ГТД. Лопатки компрессора вентилятора. Часть I. Монография/ Богуслаев В.А., Муравченко Ф.И., Жеманюк П.Д. и др. – Запорожье: изд-во ООО «Мотор Сич», 2003. – 396с.
3. Обработка деталей свободными абразивами в вибрирующих резервуарах / И.Н. Карташов, М.Е. Шаинский, В.А. Власов, Б.П. Румянцев и др. – К.: Высшая школа, 1975. – 179с.
4. Бабичев А.П. Вибрационная обработка деталей. – М.: Машиностроение, 1974. – 136 с.
5. Демкин Н.Б., Рыжов Э.В. Качество поверхности и контакт деталей машин. – М.: Машиностроение, 1981.
6. Копылов Ю.Р. Виброударное упрочнение: Монография. – Воронеж: Воронежский институт МВД России, 1999.