

УДК 621.73.06-52

Анализ исходной шероховатости рабочей поверхности инструмента при упрочнении ванадием с использованием метода электроискрового легирования / Коваленко О. А., Боровик П. В. // Вестник НТУ «ХПИ». Серия: Новые решения в современных технологиях – Харьков: НТУ «ХПИ». -2012. -№.46(952). - -С. 212-217. – Бібліограф.: 9 назв.

В результаті обробки експериментальних даних по визначенню якості поверхневих шарів сталі У8А, зміцненої електроіскровим легуванням, отримані залежності механічних властивостей зміцненої поверхні, глибини шару від початкової шорсткості поверхні до нанесення покриття. При проведенні моделювання напружено – деформованого стану робочих кромок розділових штампів методом кінцевих елементів отримані залежності напруг, які виникають на поверхні ріжучих кромок розділових штампів при різній початковій шорсткості.

Ключові слова: шорсткість поверхні, напружено – деформований стан, мікротвердість, модуль нормальної пружності, зміцнення електроіскровим легуванням, глибина шару.

As a result of experimental data processing for determination the quality of superficial layers for steel grade У8А hardened by the electric spark alloying, there were obtained the relations of mechanical properties of the hardened surface, depths of layer depending on the initial roughness of surface up to over coating. When modeling the stress-strain state of working edges of dividing stamps using the method of finite elements the stress relation curves are obtained which appear on the surface of cutting edges of dividing stamps at different initial roughness.

Keywords: roughness of surface, tensely-deformed state, microhardness, module of normal resiliency, work-hardening electric spark alloying, depth of layer.

УДК 621.9.048

В. Я. МИЦЫК, канд. техн. наук, доц., СНУ им. В. Даля, Луганск

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ВИБРАЦИОННОЙ ОТДЕЛОЧНО-ЗАЧИСТНОЙ И УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ В «U»-ОБРАЗНОМ РЕЗЕРВУАРЕ

Приведен классификационный перечень промышленно используемых разновидностей отделочно-зачистной и упрочняющей обработки. Определено направление интенсификации процесса виброобработки. Дано описание экспериментальных исследований динамики процесса в колеблющемся «U»-образном резервуаре, необходимых для проектирования новых технологий и оборудования.

Ключевые слова: классификационный перечень; виброобработка; «U»-образный резервуар; гранулированная среда; датчик-деталь; динамика процесса.

Вывод. Современные высокопроизводительные процессы формообразования позволяют приблизить форму и размеры заготовки к форме и размерам детали. Поэтому в настоящее время существенно снижается объем лезвийной обработки и возрастает роль отделочных процессов. В связи с этим, разработка новых технологий для финишной обработки является одной из актуальных задач машиностроения и приборостроения.

Поставленная задача имеет непосредственное отношение к технологии отделочно-зачистной обработки, в которой доля ручного труда наиболее высокая. Выполнение отделочно-зачистных операций с обеспечением высоких характеристик шероховатости поверхности, удаление заусенцев и скругление острых кромок на деталях, связано с определенными технологическими трудностями. При ручной обработке наблюдается низкая производительность и нестабильное качество. В случае механической обработки значительно усложняется конструкция используемого инструмента, а также кинематика процесса, что негативно влияет на себестоимость и экономическую целесообразность обработки. В современном металлообрабатывающем производстве широко применяются известные и вновь разработанные разновидности отделочно-зачистной и упрочняющей обработки гранулированной рабочей средой (табл. 1) [1].

© В. Я. Мицык, 2012

Таблица 1 – Классификационный перечень промышленных разновидностей отделочно-зачистной и упрочняющей обработки

<i>Разновидности отделочно-зачистной и упрочняющей обработки гранулированной рабочей средой</i>	
Вибрационная обработка	Вибромагнитноабразивная
	Вибромеханотермическая
	Виброударноимпульсная
	Виброшпиндельная
	Виброультразвуковая
	Виброэлектрохимическая
Импеллерная обработка	
Турбуляционная обработка	
Пневмоструйная обработка	
Гидроструйная обработка	
Галтовка во вращающихся барабанах	
Обработка в псевдосжиженном слое	

Из приведенного перечня на основании универсальности и широких технологических возможностей, выделен способ виброобработки, который реализуется на вибростанках с «U»-образным резервуаром. Однако, несмотря на широкое промышленное внедрение, такой способ не всегда отвечает требованиям современного производства. Он имеет ряд технологических недостатков, связанных с отсутствием во всех зонах резервуара равномерности удаления заусенцев, острых кромок и других дефектов сложнопрофильных поверхностей деталей, имеющих ниши, карманы, малые радиусы сопряжения, глухие и сквозные отверстия различного диаметра [2]. Формообразование таких элементов конструкции произведено операциями точения, сверления и фрезерования. В данном случае заусенцы имеют толщину до 0,25 мм и образованы действием нормальной составляющей силы резания лезвийным инструментом, а также проявлением эффекта Пуассона [3].

Интенсификация процесса виброобработки, связанная с устранением указанного выше недостатка, была поставлена целью исследований динамики процесса, проведенных в НИЛ «ОСА» ВНУ им. В. Даля. В общем случае процесс виброобработки характеризуется таким явлением, как динамическое воздействие рабочей среды в виде множества соударений ее гранул с поверхностью обрабатываемой детали. Интенсивность операций виброобработки оценивается удельным съемом металла. Также известно, что съем металла происходит за счет относительного перемещения и взаимного давления гранул рабочей среды и деталей [4].

Таким образом, углубленное исследование механизма виброобработки, необходимое для усовершенствования процесса, а также проектирования новых технологий и оборудования, неразрывно связано с рассмотрением динамического взаимодействия участников процесса, в частности экспериментального определения усилия взаимодействия гранул среды и деталей в колеблющемся резервуаре, а также выявления характера их соударения и последующего установления наиболее эффективных зон обработки в «U»-образном резервуаре вибростанка.

Экспериментальные исследования имели некоторые механические ограничения, касающиеся режимных параметров и условий обработки, что дало возможность в полной мере оценить физические ситуации процесса, обеспечивающие необходимый технологический результат при выполнении наиболее распространенных операций виброобработки, таких как виброшлифование и виброполирование. Принятые ограничения были сле-

дующие: амплитуда A колебания резервуара назначалась 0,8; 2,0; 3,0 мм; частота ω колебаний – 30; 35; 40 Гц; коэффициент K_A эллипсности траектории движения резервуара – 1,5; рабочая среда – бой отходов шарошлифовальных кругов АН-2 ТУ 2-036-0221899-007-97 с грануляцией 8... 15; 15... 25; 30... 40 мм; степень заполнения резервуара – $0,8V$ (V – геометрический объем резервуара); вес датчика-детали – 100; 200; 300 г.

Установлено, что на величину усилия взаимодействия гранул рабочей среды с обрабатываемыми деталями, которые имитируются датчиком-деталью и образцами, оказывают влияния такие факторы, как режимы колебаний, размеры и вес гранул рабочей среды, а также жесткость подводимого к датчику-детали кабеля. Рассмотрим влияние каждого из перечисленных факторов.

Влияние жесткости подводящего кабеля определялось по изменению скорости циркуляции рабочей среды, в которую помещался датчик-деталь. Измерение скорости и фиксирование результатов производилось после каждого наблюдаемого в поперечном сечении «U»-образного резервуара замкнутого цикла вращения датчика-детали и равного с ним по весу обрабатываемого образца (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты экспериментальной проверки времени циркуляции датчика-детали и образца

Вес, г	$A = 0,8$ мм; $\omega = 30$ Гц				$A = 3,0$ мм; $\omega = 40$ Гц			
	номер цикла вращения							
	1	3	7	10	1	3	7	10
<u>100</u>	<u>18,0</u>	<u>18,7</u>	<u>20,7</u>	<u>32,1</u>	<u>3,5</u>	<u>3,6</u>	<u>4,1</u>	<u>5,6</u>
100	18,0	17,9	18,0	17,8	3,6	3,5	3,5	3,6
<u>200</u>	<u>21,0</u>	<u>21,4</u>	<u>29,6</u>	<u>30,3</u>	<u>4,2</u>	<u>4,3</u>	<u>4,7</u>	<u>6,1</u>
200	21,1	21,1	21,0	21,0	4,2	4,3	4,3	4,3
<u>300</u>	<u>23,8</u>	<u>24,8</u>	<u>28,1</u>	<u>29,0</u>	<u>4,4</u>	<u>4,4</u>	<u>4,9</u>	<u>5,3</u>
300	24,0	24,0	24,1	24,0	4,3	4,4	4,3	4,3

Примечание: над чертой указано время движения датчика-детали, под чертой время движения обрабатываемого образца

Выявлено, что соединительный кабель оказывает влияние на движение датчика-детали по прохождению не менее трех циклов движения рабочей среды в резервуаре вибростанка.

Осциллографические исследования показали зависимость силы удара от положения датчика-детали относительно плоскости колебания резервуара. При исследованиях датчик-деталь различным образом ориентировался во внутреннем объеме резервуара (рис. 1). Эксперименты показали, что для одинаковых режимов обработки значение силы ударов различны и находятся в зависимости от положения чувствительного элемента датчика-детали по отношению к потоку циркулирующей рабочей среды. Например, при $A = 2,0$ мм и $\omega = 35$ Гц; средняя величина силы удара составила в первом положении чувствительного элемента датчика-детали – 2,4 Н, во втором положении – 0,8 Н, в третьем положении – 1,2 Н, в четвертом – 2,3 Н. Различие значения величины силы ударов объясняется тем, что во втором положении направление плоскости чувствительного элемента датчика-детали совпадает с направлением движения гранул рабочей среды, а в третьем положении эти направления противоположны.

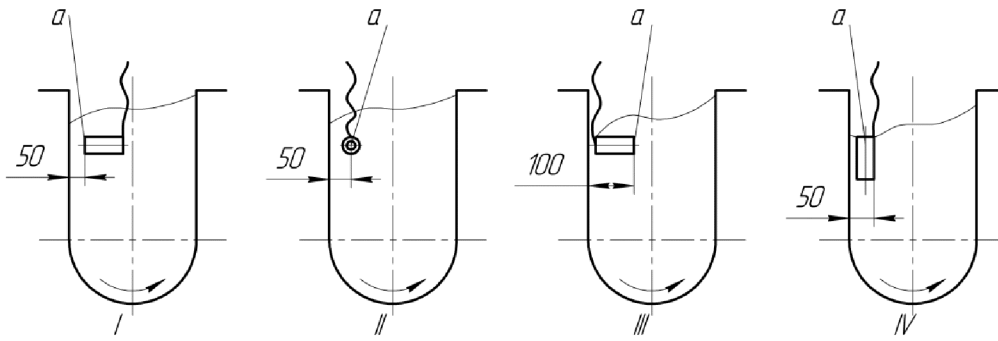


Рис. 1 – Схема расположения датчика-детали в резервуаре вибростанка:
a – чувствительный элемент; 1, 2, 3, 4, – положения датчика-детали

Режимы колебания резервуара оказывают влияние на силу удара гранулы о поверхность детали, что иллюстрируется графическими зависимостями (рис. 2) При увеличении амплитуды и частоты колебаний наблюдается не пропорциональный рост силы прямого удара, что объясняется увеличением демпфирования рабочей среды, оказывающим существенное влияние при амплитудах колебаний резервуара, превышающих 3,0 мм [5].

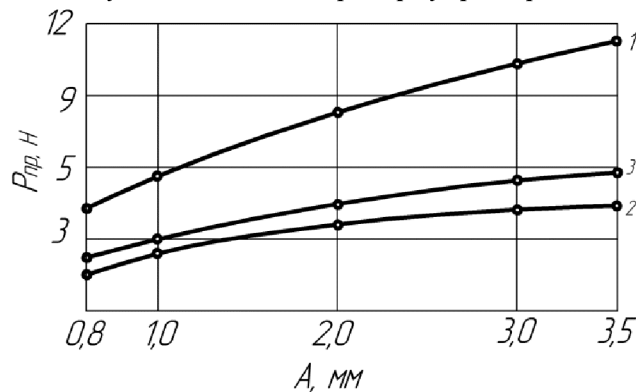


Рис. 2 – Зависимость силы прямого удара от амплитуды колебания резервуара:
 1, 2, 3 – положения датчика-детали; $\omega = 40$ Гц; размер гранул среды – 15...25 мм

Подобные зависимости получены при соударении, имеющем характер косого удара (рис. 3). Графические зависимости показывают незначительное возрастание силы удара при повышении режимов обработки. Одновременно выявлено, что число прямых ударов не велико и составляет, всего лишь, один удар на 70...120 косых ударов.

Для определения влияния веса гранул рабочей среды и деталей на величину взаимодействия при косом ударе были использованы абразивные гранулы с зернистостью 3 и размером гранул 8...15, 15...25, 30...40 мм. Средневероятный вес гранул соответствовал 1,78, 10,1 и 19,6 г. Результаты экспериментов показаны графическими зависимостями (рис. 5).

Результаты опытов показывают, что увеличение веса гранул вызывает возрастание силы, как прямого, так и косого удара. Можно отметить, что величина прямого удара колеблется в пределах от 7 до 12 Н. При таких сильных ударах гранул среды по обрабатываемой поверхности детали на ней возникают глубокие вмятины, забоины и другие дефекты, существенно понижающие качество обрабатываемой поверхности.

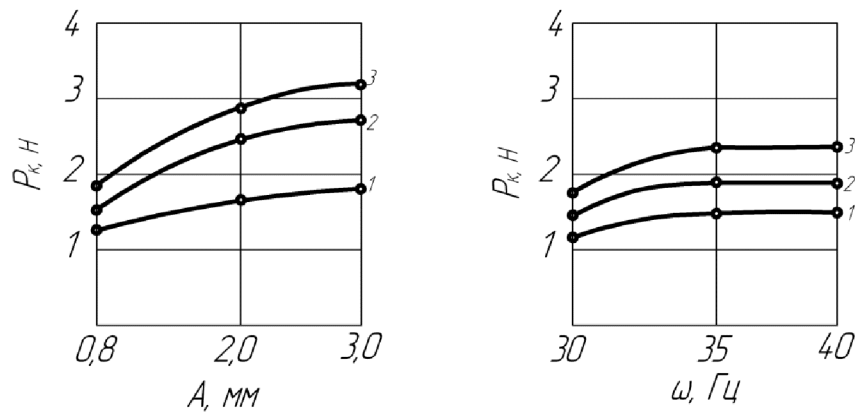


Рис. 3 – Зависимость силы косо́го удара от амплитуды и частоты колебаний резервуара: 1, 2, 3 – положения датчика-детали; $A = 2,0$ мм; $\omega = 30$ Гц; размер гранул среды – 15...25 мм

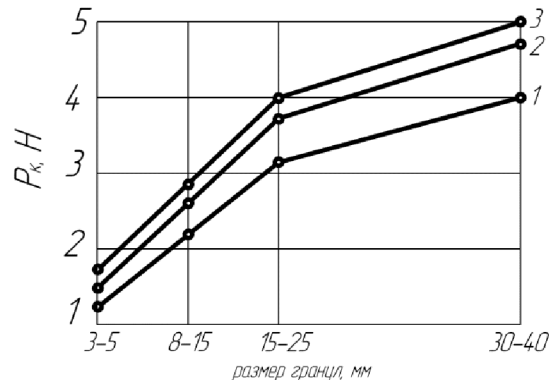


Рис. 5 – Зависимость силы косо́го удара от размера гранул рабочей среды при: $A = 3,0$ мм; $\omega = 30$ Гц; вес детали-датчика: 1 – 100 г; 2 – 200 г; 3 – 300 г

Вывол. Основные затраты энергии при виброобработке приходятся на работу пластической деформации. Однако, при больших значениях коэффициента трения, то есть высокой режущей способности абразивного материала применяемых гранул, работа сил трения соизмерима с работой пластической деформации. Отсюда следует, что съем металла при виброобработке осуществляется, как за счет процесса микрорезания, так и за счет усталостного разрушения материала детали пластическим деформированием [6]. Доля участия этих процессов в съеме металла зависит от свойств материала детали, а также режущих свойств гранул рабочей среды и параметров ударного процесса. Ориентировочно соотношение процессов микрорезания и упругопластического деформирования составляет 30...35 и 70...65 %.

Список литературы: 1. *Бабичев А.П.* Основы вибрационной технологии / А.П. Бабичев, И.А. Бабичев. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2008. – 694 с. 2. *Baron Yu.M. Babichev A.P., Baboshkin A.F., Kremen Z.I. Repnikova E.A.* New tendencies in finishing technologies // Proc. of 2nd Asia-Pacific Forum on PSFDT, July 2002, Konkuk Univ. – Seoul (Korea). – P. 54-72. 3. *Мицьук А.В., Федорович В.А., Фадеев В.А.* Эффективность новых разновидностей способа вибрационной обработки деталей / А.В. Мицьук, В.А. Федорович, В.А. Фадеев // Сучасні технології в машинобудуванні. – Харьков: НТУ «ХПІ». – 2012. – Вып. 7. – С. 143-148. 4. Обработка деталей свободными абразивами в вибрирующих резервуарах / И.Н. Карташов, М.Е. Шаинский, В.А. Власов, Б.П. Румянцев, П.С. Банатов, Е.С. Кислица – К.: Высшая школа, 1975. – 188 с. 5. *Мицьук В.Я.* Развитие научных основ проектирования технологии и оборудования отделочно-зачистной и упрочняющей виброобработки / В.Я. Мицьук // Вібрації в техніці та технологіях. – 2010. – №2 (58). – С. 141-151. 6. *Babichev A.P.* Quality of Deburring and Surface Finishing (DSF) in Russia // «Advances in Abrasive Technology VIII» Key Engineering Materials. – Switzerland: TTP, 2005. – Vol. 291-292 – P. 315-318. 7. *Мицьук В.Я.* Общий подход к процессам микрорезания и упругопластического деформирования при обработке свободны-

ми рабочими средами в вибрирующем резервуаре / В.Я. Мищук // Вісник СНУ ім. В. Даля – Луганськ СНУ ім. В. Даля. – 2007. – № 7(113). – Ч. 1. – С. 181-197.

Поступила до редколегії 23.10.2012

УДК 621.9.048

Исследование динамики вибрационной отделочно-зачистной и упрочняющей обработки в «U»-образном резервуаре / Мищук В. Я. // Вісник НТУ «ХПИ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях – Харків НТУ «ХПИ». – 2012. – № 46(952). – С. 217-222. - Бібліогр.: 7 назв.

Наведено класифікаційний перелік промислово використовуваних різновидів оздоблювально-зачищувальної та зміцнюючої обробки. Визначено напрям інтенсифікації процесу віброобробки. Надано опис експериментальних досліджень динаміки процесу в «U»-подібному резервуарі необхідних для проектування нових технологій та обладнання.

Ключові слова: класифікаційний перелік; віброобробка; «U»-подібний резервуар; гранульоване середовище; датчик-деталь; динаміка процесу.

The classification list of used industrial kinds of grinding-finishing and strengthening treatment is given. The direction of intensification of vibration treatment process is determined. The description of experimental investigations of dynamics of the process in oscillating "U"-shaped reservoir which are necessary for designing the new technologies and equipment, is given.

Keywords: classification list, vibration treatment, "U"-shaped reservoir, granulated medium, sensor-detail, dynamics of the process.

УДК 620.179.16

М. Е. ПОЗНЯКОВА, аспірант, НТУ «ХПИ»

Г. М. СУЧКОВ, докт. техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»

ПОВЫШЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ИММЕРСИОННОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ ЗАГОТОВОК ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ОСЕЙ

В статье рассмотрен процесс взаимодействия ультразвукового поля с металлом заготовки железнодорожной оси, который формирует ответную реакцию, содержащую данные о наличии в изделии внутренних дефектов и о их характеристиках. Приведены результаты исследования по обнаружению моделей дефектов в виде плоскостных отражателей в заготовке для ж.д. оси. Ил.: 7.

Ключевые слова: ультразвуковой контроль, иммерсионный метод, заготовка, железнодорожная ось, пьезоэлектрический преобразователь.

Введение. Железнодорожные перевозки в Украине занимают около 70% в общем объеме транспортных услуг. При этом качество подвижного состава играет основную роль в безопасности перевозок грузов и пассажиров. Одним из важных элементов вагонов и локомотивов является железнодорожная ось. Наличие в осях внутренних и поверхностных дефектов может приводить к авариям, рис.1, результатом которых являются существенные материальные потери, достигающие миллионов гривен. Как правило, оси изготавливают путем прокатки или иным видом обработки давлением. При этом дефекты могут быть как в исходной заготовке, так и возникать при нарушениях технологии обработки металла заготовки давлением.

Содержание работы. К железнодорожным осям предъявляются высокие требования в отношении их качества и, в первую очередь, к наличию внутренних и поверхностных дефектов, а также к структуре металла оси. Общие требования к железнодорожным осям различных мировых производителей приведены в нормативно-технической документации: ДСТУ 31334, EN13261, M101, BN91827 и др. Контролю подлежат как вновь производимые оси, так и оси бывшие в эксплуатации.

Очевидно, что обнаружение внутренних дефектов осей целесообразно производить на ранней стадии производства, т.е. в заготовках.

© М. Е. Познякова, Г. М. Сучков 2012