

УДК 621.9.048

## ПРИМЕНЕНИЕ ВИБРАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ПОД ПОКРЫТИЯ

Николаенко А.П., Шумакова Т.А. Романченко А.В., Таванюк Т.Я.

## APPLICATION OF VIBRATION TREATMENT FOR PREPARING SURFACES OF DETAILS FOR COVERING

Nikolaenko A.P., Shumakova T.A., Romanchenko A.V., Tavanyuk T.Y.

*В работе проведен анализ возможности применения вибрационной обработки в технологическом процессе нанесения покрытий деталей на операциях подготовки поверхностей. Проведены экспериментальные исследования влияния влияния вибрационной обработки на качество покрытия, при которых оценивалось прочностью сцепления покрытия с поверхностями образцов, обработанных шлифованием и виброшлифованием.*

**Ключевые слова:** *вибрационная обработка, подготовка поверхностей под покрытия, технологический процесс, качество поверхностного слоя*

**Ведение.** Большую роль в повышении качества, надежности, долговечности изделий принадлежит покрытиям, назначение которых в первую очередь защита металлов и сплавов от коррозии. Важной группой предварительных операций, влияющих на качество покрытия, является подготовка поверхностей под покрытия. Целью подготовки является очистка поверхности путем удаления с нее загрязнений, жировых, масляных и окисных пленок, частичное снятие заусенцев. На рис. 1 (а) представлен стандартный технологический процесс нанесения покрытия.

**Постановка проблемы.** Для подготовки поверхностей деталей под покрытия применяют в основном химический и электрохимический методы. Сущность химического метода заключается в химическом травлении при погружении детали в химически активные жидкостные среды. При электрохимическом методе происходит травление при погружении деталей в электролит и прохождении через него постоянного электролитического тока.

В качестве переходов между основными операциями необходимо также производить мойку, обезжиривание, в некоторых случаях осветление и пассивирование поверхностей. В качестве обезжиривающих средств используются химико-

механические (венская известь, жженный доломит и др.), органические растворители (бензин, керосин, дихлорэтан, трихлорэтан, четыреххлористый углерод и др.) и химически активные среды (щелочные растворы, гидролизующиеся солевые растворы и др.) [1, 2]. Для травления поверхностей деталей используют азотную, уксусную, серную кислоты концентрации 500...750 г/л. Для осветления деталей используют соляную кислоту, формалин, аммиак. Недостатками химических методов подготовки поверхностей под покрытия являются:

- низкая точность обработки, из-за значительной толщины снимаемого с поверхности детали металла (до 20 мкм);
- неравномерность стравливания материала с поверхности;
- растравление поверхностного слоя заготовок;
- потеря контроля над процессом получения заданной шероховатости;
- загрязнение окружающей среды;
- быстрый выход из строя оборудования.

В то же время одним из способов подготовки поверхностей под любые покрытия: лакокрасочное, гальваническое, химическое, вакуумное напыление, химико-термическое осаждение и прочие, как уже неоднократно указывалось ранее, является вибрационная обработка, при которой существует возможность как совмещения механической и химической обработки, так и предварительной механической обработки поверхности.

Механическая виброобработка предусматривает создание развитого микрорельефа с множеством закрытых не связанных между собой резервуаров, что обеспечивает лучшее сцепление покрытий, а следовательно исключает традиционные дефекты покрытия, возникающие вследствие некачественной подготовки, такие как отслаивание, шелушение, низкая адгезия, что подтверждается проведенными экспериментальными исследованиями [3, 4, 5, 6-8].

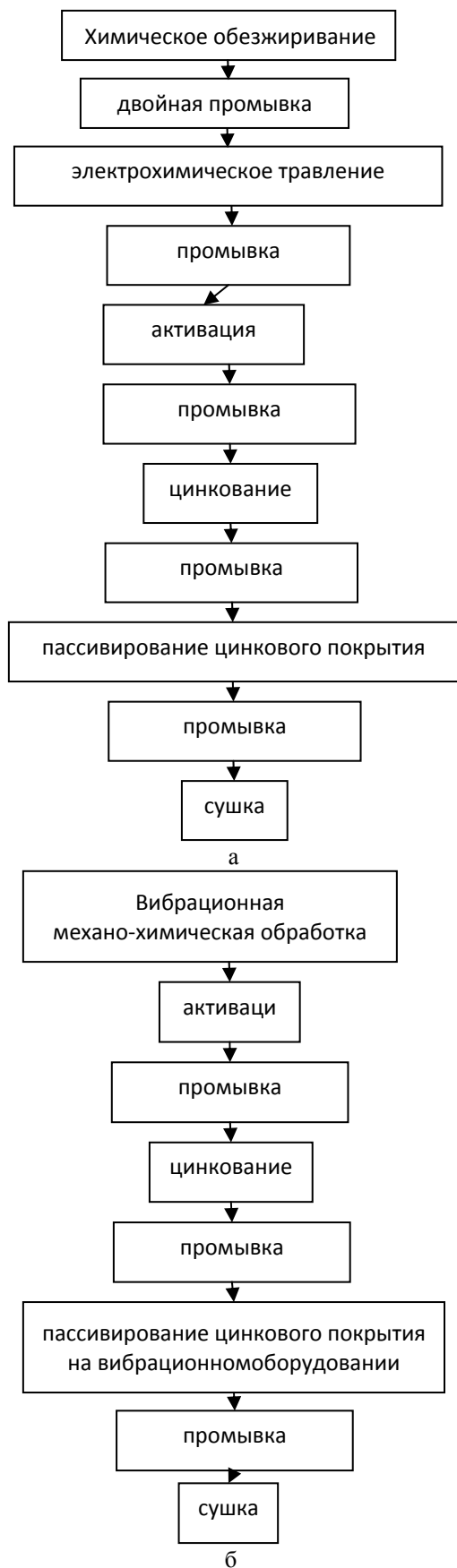


Рис. 1. Технологический процесс нанесения цинкового покрытия:  
а – типовой; б – с применением вибрационной обработки

Механическое воздействие гранул рабочей среды приводит к разрушению окисных и сольватных пленок и повышает потенциальную энергию металла до уровня порога охватывания. Взаимная активация механического и химического процесса позволяет сократить число подготовительных операций до 1-2, объединяя отделочно-зачистную обработку (удаление заусенцев, скругление острых кромок, шлифование и др.) с химическими процессами (травление, обезжиривание, активация и др.) в одну стадию. количества подготовительных операций, путем внедрения вибрационной механохимической обработки (рис. 1, б).

**Анализ исследований и публикаций.** Применение вибрационной обработки позволит осуществлять операции химического обезжиривания, травления и промывки за одну технологическую операцию, на одном вибрационном станке только с использованием различных рабочих растворов и последовательной их заменой (в три перехода). При данной схеме полностью сохраняется положительное влияние ВиО на поверхностный слой деталей, а именно происходит устранение направленных следов инструмента после лезвийной обработки, стабилизация остаточных напряжений и последующее повышение сцепляемости поверхности с наносимым покрытием в результате созданного микрорельефа, а также происходит сокращение вспомогательного времени при передаче изделия с одной операции на другую и требуемой площади для размещения оборудования.

В качестве обезжиривающих средств, при вибрационной обработке также используют раствор кальцинированной соды, а в качестве травильных растворов – например, азотную и серную кислоты, в меньшей концентрации (30 г/л). Вибрационные станки, применяемые в НИЛ «ОСА»ВНУ им. В. Даля, снабжены постоянной подачей проточной воды, для осуществления промывки, дозаторами для точной подачи необходимых технологических растворов и средствами для быстрого их удаления – слива отработанного раствора в отстойник, находящийся под контейнером. В связи с использованием химически-активных растворов облицовка контейнера вибрационного станка выполняется из резины ТМКЩ и в этом случае влияние агрессивной среды не сказывается на металлических составляющих контейнера.

При ВиО с применением химически активных рабочих сред обрабатываемые детали находятся под комплексным химическим и механическим воздействием абразивных гранул и раствора. Химическое растворение материала деталей в процессе вибрационной обработки происходит следующим образом. Сначала, происходит растворение жировых пленок, пыли, загрязнений и др. Затем, на кромках, вершинах, заусенцах и других

местах соударения детали и гранул рабочей среды жидкость проникает по трещинам, расслоениям в глубь дефектного слоя и происходит растравливание металла, облегчающее механический съём ликвидов и окисных пленок. Затем производится промывка деталей и последующее нанесение покрытия. Благодаря взаимодействию химически активных компонентов рабочего раствора с поверхностью деталей возможно на вибрационном станке производить пассивирование, фосфатирование деталей, то есть образование на их поверхности защитной пленки.

Соединение химического и механического воздействия способствует усиленному влиянию химических растворов на качество поверхности, что позволяет использовать более экологически безопасные средства обработки, либо снизить их концентрацию благодаря чему исчезает необходимость в дорогостоящей утилизации и снижается вредное воздействия на окружающую среду.

Внедрение вибрационной обработки в процесс подготовки деталей под покрытия позволяет добиться следующих целей:

- очистка поверхности от ликвидов, окислы, ржавчины, заусенцев;
- получение заданной шероховатости и геометрических характеристик обрабатываемой поверхности;
- создание маслостойкого микрорельефа с лучшей сцепляемостью поверхности деталей с покрытием;
- обеспечение положительных экологических показателей;
- создание защитного слоя путем пассивирования или фосфатирования поверхностей изделий.

#### **Цель исследования.**

Анализ возможности введения операций вибрационной обработки в технологический процесс подготовки поверхности под гальванические покрытия.

Задачи исследования. Исследование влияния вибрационной обработки, в виде подготовительной операции, на качество покрытия, прочность сцепления покрытия с поверхностью детали.

**Результаты исследования.** Влияние вибрационной обработки на качество покрытия оценивалось прочностью сцепления покрытия с поверхностями образцов, обработанных шлифованием и виброшлифованием. Для этого группа образцов из сталей 20, 40Х и У8 в количестве 10 образцов для каждой марки стали обрабатывалась шлифованием, а 10 образцов подвергалась виброшлифованию на станке УВИ-25 с расположением вибровозбудителя под углом 45° в среде боя шарошлифовальных кругов АН-2 в течение 60 минут и затем вибрационному полированию на станке ВМИ-1003 в среде стальных шариков в течение 30 минут.

На поверхность образцов наносилось гальваническое цинковое покрытие с последующим пассивированием (рис. 2). Толщина покрытия составляла 6 мкм. В состав пассивирующего покрытия входят серная и азотная кислоты, оксид хрома. Толщину покрытия измеряли толщиномером. Для оценки прочности сцепления цинкового покрытия использовались методы контроля по ГОСТ 9.302-88, в соответствии с которым применяли методы нанесения сетки царапин и нагрева.



Рис. 2. Общий вид образцов, покрытых цинком

Суть метода нанесения сетки царапин заключается в следующем. На поверхность контролируемого покрытия острием индентора с углом при вершине 30° из сплава ВК6, твердость которого выше твердости покрытия, наносили три параллельных риски с расстоянием между ними от 2 до 3 мм, а также перпендикулярно к ним также три параллельных риски. Риски наносили в одном направлении, глубиной до основного металла. При качественной подготовке поверхности под покрытие отслаивания между линиями и в сетке квадратов должно отсутствовать.

После нанесения сетки царапин на поверхности образца, подготовленной шлифованием, наблюдалось шелушение и отслаивание покрытия по краям царапин (рис. 3, а). На поверхности образцов после вибрационной обработки отслаивания не наблюдалось (рис. 3, б).

При проведении контроля методом нагрева образец с покрытием нагревают в соответствии с ГОСТ 9.302-88, до температуры 190°C, выдерживают при данной температуре в течение 1 ч и затем охлаждают на воздухе. После охлаждения на поверхности не должно быть вздутий или отслаиваний покрытия (рис. 4).

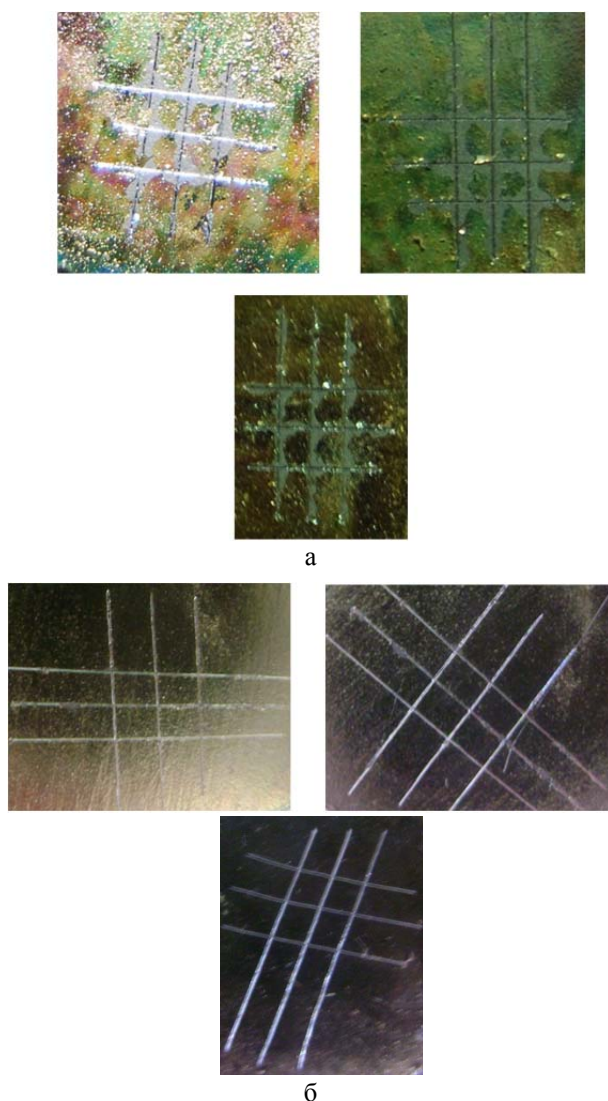


Рис. 3. Вид поверхности образцов, с нанесенной сеткой царапин, подготовленных к нанесению покрытия шлифованием (а) и виброобработкой (б)

Как показали исследования, подготовка поверхности к нанесению покрытия вибрационной обработкой обеспечивает более высокую прочность сцепления покрытия с основным материалом по сравнению с подготовкой поверхности шлифованием. Это объясняется тем, что микрорельеф после виброобработки характеризуется множеством изолированных впадин, что позволяет материалу покрытия проникать в структуру основного металла детали (образца), обеспечивая тем самым лучшую прочность сцепления покрытия, которая является одним из основных показателей качества покрытий.

Введение в технологический процесс вибрационной обработки является перспективным и способствует повышению не только технологических характеристик изделий, но и экономических – снижение себестоимости и повышение конкурентоспособности изделий.

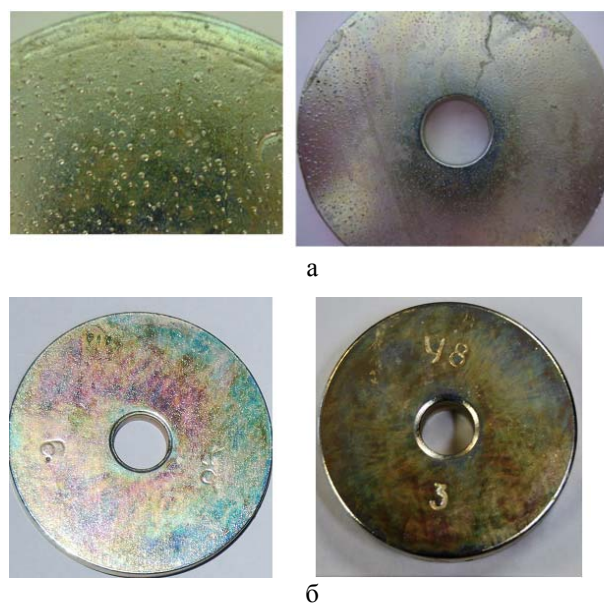


Рис. 4. Вид поверхности образцов после нагрева, подготовленных к нанесению покрытия шлифованием (а) и вибрационной обработкой (б)

#### Л и т е р а т у р а

1. Кулаков Ю. М. Отделочно-зачистная обработка деталей / Ю.М. Кулаков, В.А. Хрульков. – М: Машиностроение, 1979. – 216 с.
2. Отделочно-абразивные методы обработки: справ. пособие / Л.М. Кожуро, А.А. Панов, Э.Б. Пономарева, П.С. Чистосердов / Под общ. ред. П.С. Чистосердова. – Минск.: Высшая школа, 1983. – 287 с.
3. Применение вибрационных технологий на операциях отделочно-зачистной обработки деталей (очистка, мойка, удаление облоя и заусенцев, обработка кромок) / А.П. Бабичев, П.Д. Мотренко, Л.К. Гиллеспи и др.; под ред. А.П. Бабичева. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2010. – 289 с.
4. Бабичев А.П. Физико-технологические основы методов обработки. / А.П. Бабичев. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. – 410 с.
5. Николаенко А.П. Формирование поверхности изделия при вибрационной обработке / А.П. Николаенко // Вібрації в техніці та технологіях Вид-во ВНАУ, м. Вінниця. – 2010. – №2 (58). – С. 167 – 184.
6. Соколов В.І., Кроль О.С., Єпіфанова О.В. Гідравліка. – Северодонецьк: СХУ ім. В. Даля. – 2017. – 160 с.
7. Кроль О.С., Шумакова Т.О., Соколов В.І. Проектування зуборізних інструментів за допомогою системи КОМПАС. – Луганськ: СХУ ім. В. Даля. – 2013. - 142 с.
8. Кроль О.С., Шевченко С.В., Соколов В.І. Проектування металорізальних верстатів у середовищі АРМ WinMachine. – Луганськ: СХУ ім. В. Даля. – 2011. - 388 с.

#### References

1. Kulakov, Yu.M., Khrulkov, V.A. (1979), Otdelochno-zachistnaia obrabotka detalei [Finishing and cleaning of parts], Mashinostroenie, Moskva, Russia.
2. Kozhuro L. M., Panov, A. A., Ponomareva, Je. B., Chistoserdov, P. S. (1983), Otdelochno-abrazivnyemetodyobrabotki: sprav. posobie [Finishing-

- abrasive processing methods], Vysshajashkola, Minsk, Belarus.
3. Babichev, A. P. (2010), *Primenenie vibracionnyh tehnologij na operacijah otdelochno-zachistnoj obrabotki detalей (ochistka, mojka, udalenie obloja i zausencev, obrabotka kromok)* [Use of vibration technology on finishing and stripping operations (cleaning, deflashing and deburring, edge processing)], DGTU, Rostov-on-Don, Russia.
  4. Babichev, A. P. (2006), *Fiziko-tehnologicheskie osnovy metodov obrabotki* [Physical and technological basis of processing methods], Feniks, Rostov-on-Don, Russia.
  5. Nikolaenko A.P. (2010) *Formirovanie poverhnosti izdelij pri vibracionnoj obrabotke* [Formation of the surface of the product during vibration processing], *Vibracii v tehnicheskijah VNAU, Vinnitsa.*
  6. Sokolov V., Krol O., Yepifanova O. *Hydraulics*. V. Dahl EUNU, Severodonetsk, 2017.
  7. Krol O., Shumakova T., Sokolov V. *Design metal cutting instruments by dint of system of KOMPAS*. V. Dahl EUNU, Lugansk, 2013.
  8. Krol O., Shevchenko S.V., Sokolov V. *Design machine tools in environment APM WinMachine*. V. Dahl EUNU, Lugansk, 2011.

**Ніколаєнко А.П., Шумакова Т.О., Романченко О.В., Таванюк Т.Я. Використання вібраційної обробки при підготовці поверхні деталей під покриття.**

*В роботі проведено аналіз можливостей використання вібраційної обробки в технологічному процесі нанесення покриттів деталей на операціях підготовки поверхневого шару. Проведені експериментальні дослідження впливу вібраційної обробки на якість покриття, при яких оцінювалась міцність зчеплення покриття з поверхнями зразків, що були оброблені шліфуванням та віброшліфуванням.*

**Ключові слова:** вібраційна обробка, підготовка поверхні під покриття, технологічний процес, якість поверхневого шару.

**Nikolaenko A.P., Shumakova T.A., Romanchenko A.V., Tavanyuk T.Y. Application of vibrating treatment for preparing surfaces of details for covering.**

*The analysis of the possibility of application of vibration treatment in the technological process of coating the surface of parts on preparation operations has been done in the article. Experimental studies of the influence of vibration treatment on the quality of the coating, under which it was evaluated by the adhesion strength of the coating to the surfaces of samples treated with grinding and vibro-grinding, were held.*

**Key words:** vibration treatment, preparation of surfaces for coatings, technological process, quality of the surface layer.

**Ніколаєнко Ганна Павлівна** – к.т.н., доц., доцент кафедри машинобудування та прикладної механіки, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля (м. Северодонецьк). [apnikolaenko@gmail.com](mailto:apnikolaenko@gmail.com)

**Шумакова Тетяна Олександрівна** – к.т.н., доц., доцент кафедри машинобудування та прикладної механіки, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля (м. Северодонецьк). [shumakovatania@gmail.com](mailto:shumakovatania@gmail.com)

**Романченко Олексій Володимирович** – к.т.н., доц., доцент кафедри машинобудування та прикладної механіки, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля (м. Северодонецьк). [alexvromanchenko@gmail.ru](mailto:alexvromanchenko@gmail.ru)

**Таванюк Тетяна Яківна** – к.т.н., доц., доцент кафедри машинобудування та прикладної механіки, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля (м. Северодонецьк). [ttavanyuk@gmail.com](mailto:ttavanyuk@gmail.com)

*Рецензент:* д.т.н., проф. **Соколов В.І.**

Стаття подана 10.10.2017