

УДК 621.9.048

## ПРИМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ, ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ПРОЦЕССЕ ВИБРАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

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

### APPLICATION OF CHEMICAL, ELECTROCHEMICAL AND ELECTROPHYSICAL METHODS IN PROCESS OF VIBRATION TREATMENT OF DETAILS.

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

*В работе проведен анализ химических, электрохимических и электрофизических методов интенсификации процесса вибрационной обработки деталей. Рассмотрены функциональные и конструктивные особенности станков с применением данных методов. Указаны достоинства и недостатки представленных станков. На основе проведенных исследований установлены основные факторы, оказывающие влияние на создание новых и модернизацию известных вибрационных станков при применении химических, электрохимических и электрофизических методов.*

**Ключевые слова:** *вибрационная обработка, химический метод, электрохимический метод, электрофизический метод, технологический комплекс.*

**Введение.** Современные тенденции развития машиностроения требуют постоянного повышения качественных показателей выпускаемых деталей и изделий. Одновременно, при постановке задачи по улучшению качества производителя также требует сохранить, а в ряде случаев, увеличить количество выпускаемой продукции, не изменяя временных показателей. В таких условиях необходимо усовершенствование процесса изготовления детали или изделия на всех этапах производства. Особые требования предъявляются к качеству поверхности деталей, а следовательно, и к финишным операциям.

**Постановка проблемы.** Среди методов, осуществляющих отделочные операции, вибрационный метод обработки является одним из самых высокопроизводительных [1-4]. Сущность процесса вибрационной обработки состоит в том, что в «U»-образный резервуар (контейнер) помещают рабочую среду, обрабатываемые детали и другие интенсифицирующие добавки. Далее резервуару с помощью внешнего источника энергии сообщают колебательные движения. В результате относительного перемещения и в заимного давления гранул среды и обрабатываемых деталей происходят

процессы микрорезания и упругопластического деформирования, что обеспечивает удаление дефектного слоя металла, а также уменьшение шероховатости поверхности деталей [5, 6].

Процесс вибрационной обработки является безразмерным, не изменяющим форму и размеры обрабатываемых деталей. Отсутствие жесткой связи деталей и рабочей среды, и равномерная обработка всей поверхности, скоторой контактирует рабочая среда, обеспечивают обработку различных деталей простой и сложной формы [6].

Неотъемлемой частью процесса вибрационной обработки является применение химических растворов. Воздействие химически-активных растворов способствует интенсификации указанных операций и приданию виброобработке дополнительных возможностей [7].

Кроме химических методов повышения эффективности вибрационной обработки применяются электрохимические и электрофизические методы обработки. Очевидно, что современные вибрационные станки должны обладать возможностью применения таких методов, следовательно, необходимо сформулировать требования, которые должны учитываться на этапе создания нового оборудования, а также позволять производить модернизацию имеющихся станков.

**Анализ исследований и публикаций.** Вибрационная обработка является сложным многофакторным процессом. Существует множество работ по определению факторов, оказывающих наибольшее влияние на процесс вибрационной обработки.

По мнению [8] производительность ВиО увеличивается с ростом амплитуды, поэтому следует выбирать наибольшие амплитуды колебаний для повышения интенсивности съема металла.

Авторами работы [9] выделены следующие факторы: амплитуда, частота, форма траектории, характеристика абразивного материала, объем загрузки, характер движения загрузки, характеристики наполнителя, образование отходов.

В работах [10, 11] были определены семь обобщающих факторов, которые влияют на получение технологического эффекта вибрационной обработки:

1) исходное состояние заготовки и конечная цель обработки (метод получения, материал, физико-механические свойства заготовки, состояние поверхностного слоя, форма и размеры детали);

2) режимы движения (характер колебаний контейнера, траектории его движения, амплитуда и частота колебаний);

3) конструктивные особенности контейнера (форма, объем контейнера, наличие приспособлений);

4) рабочие среды (абразивные гранулы с определенными характеристиками, наличие жидких растворов);

5) химическая, электрохимическая, электрофизическая интенсификация процесса вибрационной обработки;

6) конструктивные особенности вибрационного станка;

7) механизация и автоматизация вспомогательных операций, таких как загрузка, выгрузка, отделение обрабатываемых деталей и абразивных гранул.

На данный момент, указанная выше классификация, по мнению авторов работы, учитывает все факторы оказывающие влияние на производительность вибрационной обработки.

Из анализа литературных источников, становится очевидным, что вопросы повышения производительности вибрационной обработки путем применения химических, электрохимических, электрофизических методов требуют более глубокого исследования.

#### Цель исследования.

Анализ применения химических, электрохимических, электрофизических методов с целью увеличения производительности процесса вибрационной обработки.

Задачи исследования. Исследование функциональных и конструктивных особенностей вибрационных станков при применении химических электрохимических и электрофизических методов. Определение оптимальных параметров и формулировка требований к синтезу таких станков.

**Результаты исследования.** Как указывалось ранее, применение химически активных растворов является неотъемлемой частью процесса вибрационной обработки деталей. Учитывая высокую эффективность самой вибрационной обработки, некоторые авторы предлагали повысить производительность процесса, усиливая эффект от химически активных растворов, с этой целью было

создано виброэлектрохимическое оборудование. Примером такого оборудования может служить станок, предложенный в работе [8] показанный на рисунке 1.

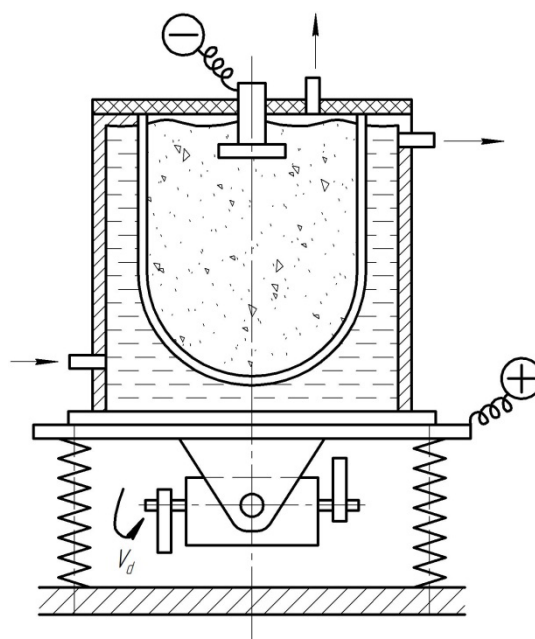


Рис. 1. Станок для виброэлектрохимической обработки

Оборудование работало следующим образом:

в контейнер вибрационного станка заливался электролит, загружались детали и рабочая среда. Контейнер закрывался крышкой из электроизоляционного материала, в центре которого закреплялся электрод. Он изготавливался из токопроводящих, стойких против щелочей и кислот материалов – он являлся вторым электродом. Электроды подключались к источнику постоянного тока. Одновременно с химико-механической вибрационной обработкой протекало и анодное растворение металла детали, причем интенсивнее растворялись гребешки (выступы).

Теми же авторами [8] предложен еще один способ интенсификации процесса виброэлектрохимической обработки. Схема станка для виброэлектрохимической обработки с жестким закреплением детали представлена на рисунке 2. При такой схеме обработки деталь жестко закреплялась и занимала строго определенное положение. А катализатором химической реакции также выступал электрический ток.

Как известно, усилить воздействие химически активных растворов и повысить эффективность и производительность процесса в целом позволяет повышение температуры.

Для достижения такого эффекта исследователями в работе [12] предлагался способ вибротермической обработки, который применялся не только на этапе упрочняющих операции, но и для снятия остаточных напряжений, а также нанесения некоторых видов пленок.

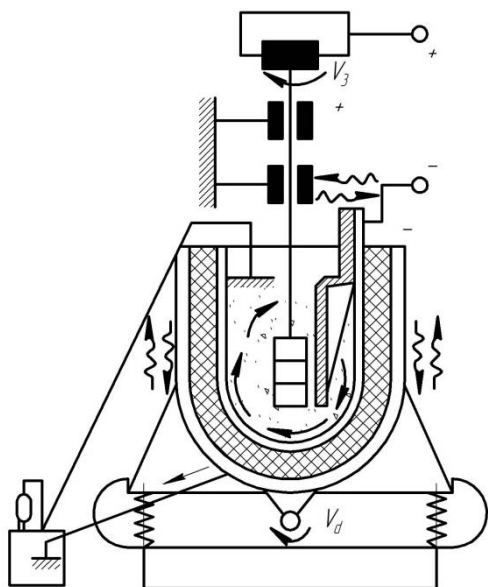


Рис. 2. Станок для виброэлектрохимической обработки с жестким закреплением детали

Суть данного способа заключается в нагреве рабочей среды в процессе обработки. На рисунке 3 представлена конструкция предложенного вибротермического станка.

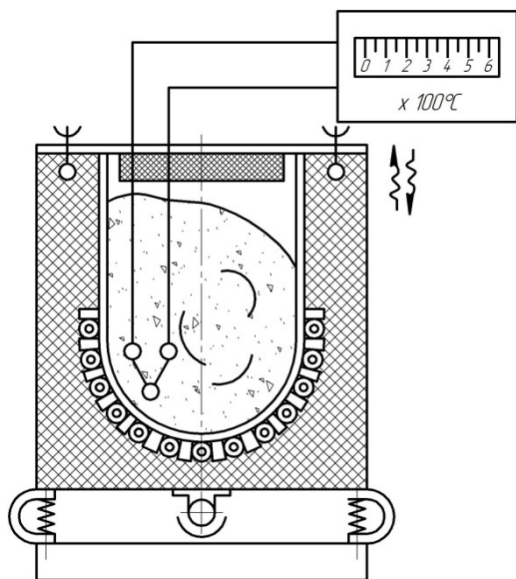


Рис. 3. Вибротермический станок

Расположенные на нижней части контейнера трубчатые электронагреватели разделяются теплоотводящими ребрами. Между кожухом и контейнером, а также во вставной части крышки находится теплоизолятор (жаростойкая ткань или гранулированная минеральная вата, облицованная снаружи металлическим листом). Крышка закрепляется с помощью откидных болтов. Для регулирования теплового режима используется термомпара с потенциометром.

Другая конструкция станка предложена авторами в работе [13] и представленная на рисунке 4 разрабатывалась для отделочно-упрочняющей обработки, снятия остаточных напряжений и подготовки поверхности детали под покрытие.

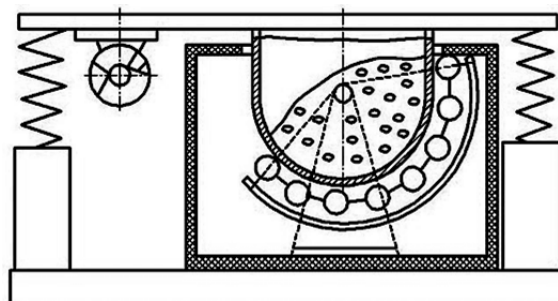


Рис. 4. Вибротермический станок

В этом станке с целью экономии энергозатрат нагревательные элементы жестко связаны в единый блок, который шарнирно соединен с дополнительно введенным в устройство и жестко закрепленным на основании кронштейном, который позволяет производить поворот нагревательного блока относительно вертикальной оси контейнера на 5-30°C.

Однако, как и виброэлектрохимические станки, вибротермические также не получили широкого распространения, что объясняется сложностью их конструкции и повышенными энергозатратами, которые необходимы для обеспечения их работы.

Вибрационная обработка происходит на относительно низких частотах, именно поэтому исследователи производят попытку дополнить процесс колебаниями более высокой частоты. В частности, некоторые ученые в работе [14] предлагают интенсификацию процесса вибрационной обработки путем создания в рабочей среде ультразвуковых волн. Разработанная технологическая схема комбинированной виброультразвуковой обработки представлена на рисунке 5. Предлагаемая схема интенсификации процесса вибрационной обработки с использованием комплексного акустического поля представлена в виде компоновки вибрационного станка и ультразвукового преобразователя. Рабочей камере прямоугольной формы, установленной на упругих пружинах и имеющей возможность колебаться в различных направлениях, сообщается вибрация от инерционного вибратора в виде вращающегося вала с несбалансированными грузами с частотой до 50 Гц и амплитудой от 0,5 до 6-8 мм. Работа преобразователя обеспечивается сообщением электрических импульсов, передаваемых при помощи системы ультразвуковым генератором.

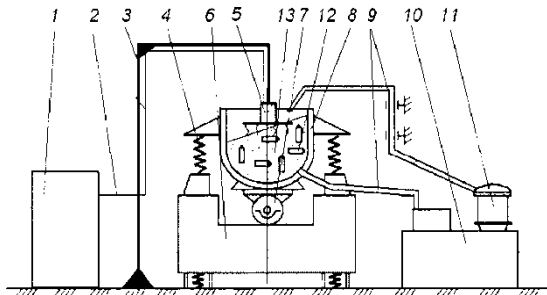


Рис. 5. Технологическая схема комбинированной виброультразвуковой обработки:

- 1 – ультразвуковой генератор; 2 – система подвода питания; 3 – стойка; 4 – пружина;  
5 – ультразвуковой преобразователь; 6 – основание;  
7 – вибровозбудитель; 8 – рабочий контейнер;  
9 – система подачи и слива технологической жидкости;  
10 – бак отстойник; 11 – помпа;  
12 – обрабатываемые детали; 13 – рабочая среда

Разработчики также предлагают несколько вариантов установки ультразвукового преобразователя относительно рабочей камеры вибрационного станка. На рисунке 6 представлены варианты конструкций рабочих контейнеров с различными схемами расположения ультразвукового преобразователя.

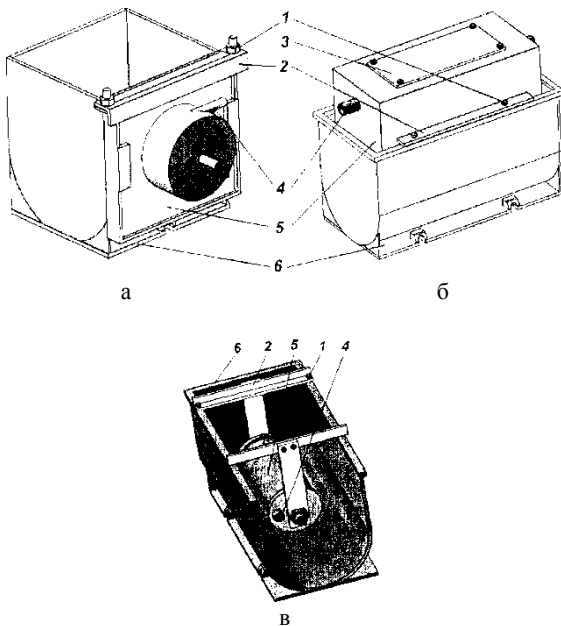


Рис. 6. Конструкций рабочих контейнеров с различными схемами расположения ультразвукового преобразователя:

- а – в стенке рабочего контейнера; б – над рабочим контейнером; в – у дна рабочего контейнера:  
1 – резьбовые соединения; 2 – крепление;  
3 – смотровой люк;  
4 – штуцер для подачи охлаждающей жидкости;  
5 – ультразвуковой преобразователь;  
6 – рабочий контейнер

Исследователями установлено, что каждая из представленных схем позволяет реализовать дополнительные возможности комбинированного метода. Так, при «встраивании» источника

ультразвуковых колебаний в стенке рабочего контейнера, как показано на рисунке 6 а, под различными углами создается возможность суммирования механических и ультразвуковых волн, оказывающие воздействие на массу загрузки, в результате чего значительно увеличивается циркуляция рабочей среды и создается возможность производить обработку по более «мягким» режимам.

При фиксации преобразователя над контейнером на уровне циркуляции рабочей среды, как показано на рисунке 6 б, обеспечивается ее поджатие на определенную величину, что приводит к увеличению сил соударения частиц между собой и обрабатываемыми деталями в зоне низкого давления и как следствие повышению интенсивности обработки. Преимуществом рассматриваемой схемы является ее высокая универсальность, так как сохраняется неизменность конструкции и геометрии рабочего контейнера, что позволяет использовать приспособления с целью установки преобразователя по торцу рабочего контейнера либо обособлено для обработки партии деталей, после чего его демонтировать.

Расположение преобразователя на расстоянии 5-6 слоев от дна рабочего контейнера, как показано на рисунке 6 в, обеспечивает возрастание колебаний в его центре, которые при базовой схеме вибрационной обработки весьма малы за счет потери энергии при прохождении многослойной рабочей среды. Повышение интенсивности обработки обеспечивается за счет создаваемого пространства, в котором находится определенный объем рабочей среды, частицы которой получают колебания с одной стороны от стенки рабочего контейнера, а с другой от ультразвукового преобразователя. При движении обрабатываемых деталей под действием циркуляции в данном пространстве силы соударения и количество ударов с частицами рабочей среды значительно возрастают [14, 16-18].

Следует отметить, что исследователи стремятся интенсифицировать процесс вибрационной обработки без повышения нагрузок на основные узлы вибрационного станка (подшипниковые узлы, контейнер и т.д.) и именно применение дополнительных ультразвуковых колебаний позволяет осуществить поставленную задачу.

Отдельного внимания заслуживает метод, основанный на применение магнитных колебаний с целью интенсификации процесса вибрационной обработки. Целью применения данного метода, как правило, является противодействие слипанию деталей в процессе обработки, однако применение магнитных колебаний у различных авторов имело своё назначение.

Например, в оборудовании, представленном на рисунке 7, магнитные колебания направлены именно на детали, которые обладают ферромагнитными свойствами. Сущность такой обработки состоит в том, что на обрабатываемую среду и заготовки, помещенные в рабочий контейнер вибрационного станка, воздействует постоянное магнитное поле,

направленное перпендикулярно плоскости циркуляционного движения рабочей среды. Рабочая среда перемещается под действием вибрации, а обрабатываемые ферромагнитные детали ориентируются вдоль магнитных силовых линий. Магнитные силовые линии проходят через рабочий контейнер в направлении от одного полюса к другому. Заготовки не соударяются при обработке благодаря их взаимному отталкиванию.

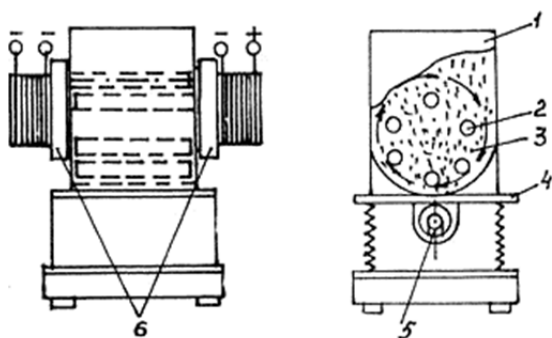


Рис. 7. Вибромагнитный станок:

1 – рабочий контейнер; 2 – заготовка; 3 – рабочая среда; 4 – платформа; 5 – вибровозбудитель; 6 – электромагниты

Заготовки, помещенные в межполюсное пространство электромагнита, занимают устойчивое положение. При числе заготовок не более шести, силы взаимного отталкивания вынуждают их располагаться по кругу. При большем числе заготовки равномерно заполняют объем межполюсного пространства, стремясь расположиться на одинаковом расстоянии друг от друга. Кроме того, подъем электромагнита вызывает перемещение вместе с ним заготовок, что облегчает их отделение от рабочей среды [2].

Следует отметить, что описанная выше конструкция достаточно оригинальна, однако ее основным недостатком является требование к деталям – они должны обладать ферромагнитными свойствами, а это означает малую номенклатуру деталей, подлежащих обработке данным методом.

В работе [15] был предложен способ вибрационной обработки деталей из немагнитных материалов с повышением относительной скорости детали и абразивных рабочих тел и соответственно увеличением силового импульса в зоне контакта гранул и деталей. Для достижения поставленной задачи был разработан станок, представленный на рисунке 8. В отмеченном станке, реализован способ вибрационной обработки, при котором детали обрабатываются в вибрирующем контейнере, в котором создается магнитное поле, направляемое по очереди в противоположные направления. Магнитное поле существенно влияет на рабочую среду, которая состоит из абразивных рабочих тел двух типов, которые имеют и не имеют ферромагнитные свойства. Благодаря влиянию магнитного поля на ферромагнитные гранулы,

обеспечиваются дополнительные импульсы, которые способствуют интенсификации процесса обработки.

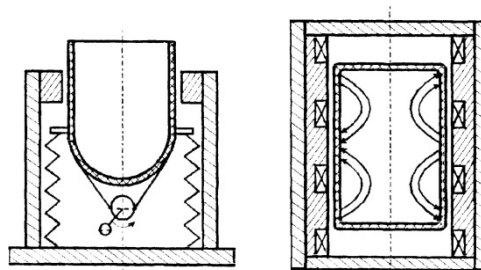


Рис. 8. Вибрационный станок для обработки немагнитных материалов

Известно, что дополнительные колебания, сообщаемые как детали, так и рабочей среде, носят позитивный характер, однако на наш взгляд, более рационально сообщать колебания, создаваемые электромагнитами, рабочей среде, при такой схеме обработки меньше ограничений в первую очередь по направлению таких колебаний.

К общим достоинствам метода следует отнести легкость регулировки как частоты, так и колебаний, создаваемых электромагнитами. К недостаткам метода, как и к большинству комбинированных методов вибрационной обработки, можно отнести усложнение конструкции.

Подводя итоги проведенного исследования необходимо отметить, что применение классических технологий вибрационной обработки практически не встречается в реальном производстве. Для достижения максимальных показателей качества применяются комбинированные методы обработки.

**Выводы.** Проведенные исследования позволили сформулировать требования к синтезу новых технологических комплексов вибрационной обработки деталей. На этапе создания технологических комплексов вибрационной обработки необходимо учитывать возможность применения химических, электрохимических и электрофизических методов. Технологические комплексы должны обладать характеристиками, удовлетворяющими всем нормам безопасности при использовании данных методов, меры электрической безопасности должны быть усилены. Необходимо обеспечить износостойкость рабочего органа – контейнера, как основного узла подверженного воздействию агрессивной химической среды и электрических импульсов. Применение химических, электрохимических и электрофизических методов позволяет значительно повысить производительность процесса вибрационной обработки деталей, не зависимо от их геометрических параметров, однако следует учитывать характеристики материала обрабатываемых деталей, его реакцию на применение данных методов.

## Л и т е р а т у р а

1. Объемная вибрационная обработка / И.Е. Бурштейн, В.В. Балицкий, А.Ф. Духовский, М.Я. Дубова, Л.Ш. Гительман, А.М. Стессель, А.Н. Тощий / Под ред. И.Е. Бурштейна. – М.: ЭНИМС, 1977. – 108 с.
2. Бабичев А.П. Физико-технологические основы методов обработки. / А.П. Бабичев. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. – 410 с.
3. Гончаревич И.Ф. Теория вибрационной техники и технологии / И.Ф. Гончаревич, К.В. Фролов. – М.: Наука, 1981. – 320 с.
4. Шаинский М.Е. Исследование декоративного шлифования и полирования стальных деталей в вибрирующих резервуарах: дис. канд. техн. наук: 05.02.08 / Шаинский Михаил Ефимович. – Львов, 1967. – 171 с.
5. Бабичев А.П. Основы вибрационной технологии / А.П. Бабичев, И.А. Бабичев. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2008. – 694 с.
6. Обработка деталей свободными абразивами в вибрирующих резервуарах: моногр. / И.Н. Карташов, М.Е. Шаинский, В.А. Власов и др. – К.: Вища школа, 1975. – 188 с.
7. 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. Гиллесси и др.; под ред. А.П. Бабичева. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2010. – 289 с.
8. Бабичев А.П. Вибрационная обработка деталей. - М.: Машиностроение, 1974. - 136 с.
9. Санков Н.Н., Зибенберг А.Н. Механизация и автоматизация абразивной обработки отливок. - М.: Машиностроение, 1972. - 208 с.
10. Венцкевич Г.Ж. Влияние некоторых параметров абразивного наполнителя на эффективность процесса шлифования в вибрирующих резервуарах: дис. канд. техн. наук. – Одесса, 1986. – 175 с.
11. Мицьк В.Я. Интенсификация обработки деталей в вибрирующих резервуарах встречно движущимися потоками рабочей среды: дис. канд. техн. наук. – Ворошиловград, 1986. – 246 с.
12. А.с. 484973 СССР, МКИ В 24 В 31/06. Способ обработки деталей / П.Д. Денисов, В.И. Кармалюк, Н.Ф. Брайлян, В.М. Кунин – № 2028309/25-8; заявл 28.05.74; опубл. 25.09.75, Бюл. № 35. – 2 с.
13. А.с. 1085783 СССР, МКИ В 24 В 31/06. Устройство для вибрационной обработки деталей / В.С. Сердюк, Е.В. Матюхин, Ю.П. Анкудимов – № 3515683/25-08; заявл 26.11.82; опубл. 15.04.84, Бюл. № 14. – 3 с.
14. Тмаркин М.А. Интенсификация ударно-волновых явлений вибрационной обработки в результате наложения ультра-звукового воздействия [Текст] / М.А. Тмаркин, И.Л. Вяликов, В.С. Минаков // Механика ударно-волновых процессов в технологических системах. Сборник научных трудов международной технической конференции. – 2012. – С. 16-21.
15. Ясуник С.Н. Повышение эффективности процесса обработки деталей в вибрирующих контейнерах: дис. канд. тех. наук: 05.03.01 / Ясуник Светлана Николаевна. – Луганск, 2003. – 215 с.
16. Кроть О.С., Шумакова Т.О., Соколов В.И. Проекування зуборізних інструментів за допомогою системи КОМПАС. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля. – 2013. - 142 с.
17. Кроть О.С., Шевченко С.В., Соколов В.И. Проекування металорізальних верстатів у середовищі АРМ WinMachine. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля. – 2011. - 388 с.
18. Соколов В.И., Кроть О.С., Єпіфанова О.В. Гідравліка. – Северодонецк: СНУ ім. В. Даля. – 2017. – 160 с.

## R e f e r e n c e s

1. Burshtejn, I. E., Balickij, V. V., Duhovskij, A. F., Dubova, M. Ja., Gitel'man, L. Sh., Stessel', A. M., Tockij, A. N. (1977), Objemnajavibracionnajaobrabotka [Volume vibration treatment], JeNIMS, Moscow, Russia.
2. Babichev, A. P. (2006), Fiziko-tehnologicheskiesosnovymetodovobrabotki [Physical and technological basis of processing methods], Feniks, Rostov-on-Don, Russia.
3. Goncharevich, I. F., Frolov, K. V. (1981), Teorijavibracionnojtehnikiitehnologii [Theory of Vibration technic and technologies], Nauka, Moscow, Russia.
4. Shainskij, M. E. (1967), Issledovaniedekorativnogoshlifovanijajapolirovanijastal'nyhdetalejvvibrirujushhihrezervuarah: dis. ...kand. tehn. nauk: 05.02.08 [Research of decorative grinding and polishing of steel parts in vibrating containers], Lviv, Ukraine.
5. Babichev, A.P. andBabichev, I.A. (1999), Osnovyvibracionnojtehnologii [Fundamentals of vibration technology], Rostov-on-Don, Russia.
6. Kartashov, I. N., Shainskij, M. E. andVlasov, V. A. (1975), Obrabotkadetalejsvobodnymiabrazivamivvibrirujushhihrezervuarah [Freeabrasivestreatmentofdetailsinvibratingcontainers], Vysshaja shkola, Kiev, Ukraine.
7. Babichev, A. P. (2010), Primenenievibracionnyhtehnologijinaoperacijahotdelochno-zachistnojobrabotkidetalej (ochistka, mojka, udalenieoblojaizausencev, obrabotkakromok) [Use of vibration technology on finishing and stripping operations (cleaning, deflashing and deburring, edge treatment)], DGTU, Rostov-on-Don, Russia.
8. Babichev, A. P. (1974), Vibracionnajaobrabotkadetalej [Vibration treatment of details], Mashinostroenie, Moscow, Russia.
9. Sankov, N. N., Zibenberg, A. N. (1972), Mehanizacijaiavtomatizacijaabrazivnojobrabotkiotlivok [Mechanization and automation of abrasive treatment of castings], Mashinostroenie, Moscow, Russia.
10. Venckevich, G. Zh. (1986), Vlijanienekotoryhparametrovabrazivnogonapolniteljanajefektivnost' processashlifovanijavvibrirujushhihrezervuarah: dis...kand. tehn. nauk [Influence of some parameters of grinding process in vibrating tanks], Odessa, Ukraine.
11. Micyk, V. Ja. (1986), Intensifikacijaobrabotkidetalejvvibrirujushhihrezervuarahvstrechnodvizhushhimisjapotokami rabochejsredy: Dis...kand. tehn. nauk [Intensification of detail treatment processing in vibrating tank counter-moving flows of working medium], Voroshilovgrad, Ukraine.
12. Denisov, P. D., Karmaljuk, V. I., Brajljan N. F., Kunin, V.M. "Method of details treatment", A.s. 484973 SSSR, zajavl. 28.05.74; opubl. 25.09.75, Bjul. № 35.

13. Serdjuk, V. S., Matjuhin, E. V., Ankudimov, Ju. P. "Device for vibration treatment of details. ", A.s. 1085783 SSSR, zajavl. 26.11.82; opubl. 15.04.84, Bjul. № 14.
14. Tamarkin, M. A., Vjalikov, I. L., Minakov, V. S. (2012), "Intensification of shock-wave phenomena of vibration treatment as a result of superposition of ultra-sound effect", *Mehanika udarnovo-volnovykh processov v tehnologicheskikh sistemah*. Sbornik nauchnykh trudov mezhdunarodnoy tehnicheskoy konferencii [Mechanics of shock-wave processes in technological systems. Collection of scientific papers of the international technical conference], pp. 16-21.
15. Jasunik, S. N. (2003), *Povyshenie effektivnosti processa obrabotki detalей v vibrirujushhih kontejnerah: dis. ... kand. teh. nauk: 05.03.01* [Increasing of the treatment efficiency of details in vibrating containers], Lugansk, Ukraine.
16. Krol O., Shumakova T., Sokolov V. Design metal cutting instruments by dint of system of KOMPAS. V. Dahl EUNU, Lugansk, 2013.
17. Krol O., Shevchenko S.V., Sokolov V. Design machine tools in environment APM WinMachine. V. Dahl EUNU, Lugansk, 2011.
18. Sokolov V., Krol O., Yepifanova O. Hydraulics. V. Dahl EUNU, Severodonetsk, 2017.

**Романченко О.В., Ніколаєнко А.П., Таванюк Т.Я., Шумакова Т.О. Огляд пристроїв для допоміжних операцій вібраційної обробки.**

*В роботі проведено аналіз хімічних, електрохімічних та електрофізичних методів інтенсифікації процесу вібраційної обробки деталей. Розглянуто функціональні і конструктивні особливості верстатів з застосуванням даних методів. Вказані переваги і недоліки представлених верстатів. На основі проведених досліджень встановлено основні фактори, що впливають на створення нових і модернізацію відомих вібраційних верстатів при застосуванні хімічних, електрохімічних та електрофізичних методів.*

**Ключові слова:** вібраційна обробка, хімічний метод, електрохімічний метод, електрофізичний метод, технологічний комплекс.

**Romanchenko A.V., Nikolaenko A.P., Tavanyuk T.Y., Shumakova T.A. Application of chemical, electrochemical and electrophysical methods in process of vibration treatment of details.**

*The analysis of chemical, electrochemical and electrophysical methods as intensification of process of vibration treatment of details has been done in the article. Functional and structural features of machine tools with application of these methods have been considered. The advantages and disadvantages of presented machines are indicated. Based on researches, the main factors influencing on the creation of new and modernization of known vibrating machine tools with application of chemical, electrochemical and electrophysical methods have been established.*

**Key words:** vibration treatment, chemical method, electrochemical method, electrophysical method, technological complex.

**Романченко Олександр 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)

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

**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)

**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)

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

Стаття подана 15.10.2017