

УДК 621.923.74

© Бурлакова Г.Ю.*

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ ЗА СЧЕТ СНИЖЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ И ЭФФЕКТА СЛИПАНИЯ

Отделочно-зачистная обработка поверхностей деталей, целью которой является очистка деталей, снятие заусенцев, скругление острых кромок, подготовка поверхностей под покрытия – их шлифование и полирование, применяется во всех отраслях промышленности, особенно широко – в машиностроении и приборостроении. Анализ производства деталей машин различных отраслей машиностроения показал, что различным видам отделочной обработки подвергаются 85-95% выпускаемых деталей, при этом трудоемкость этих операций составляет 10-20% общей трудоемкости изготовления деталей. На сегодняшний день одним из путей развития машиностроения является изготовление деталей машин высокого качества, долговечность и надежность которых в значительной степени зависят от точности их изготовления, оптимальных физико-механических свойств поверхностных слоев сопрягаемых поверхностей. Это, в свою очередь, требует усовершенствования методов отделочной обработки, особенно на финишных операциях, расширения технологических возможностей, внедрения на их основе новых технологических процессов. Среди производительных методов, осуществляющих отделочные (а также зачистные) операции, имеет место вибрационный метод обработки, который характеризуется обеспечением высокого качества обработанных поверхностей и широкой универсальностью вибрационного станка. Однако при вибрационной обработке мелких плоских деталей наблюдается неравномерная обработка их поверхностей из-за слипания в пакеты и налипания на стенки вибрирующего контейнера. Все это требует изыскания новых технологических возможностей вибрационной обработки, характеризующихся более высокой интенсивностью и производительностью, высокими качественными показателями, создания новых методов, способствующих ликвидации налипания деталей на стенки контейнера и слипания их между собой в процессе обработки. В связи с этим в работе решается актуальная научно-техническая задача разработки и внедрения эффективного технологического процесса виброабразивной обработки мелких плоских деталей на основе научно обоснованного выбора методов, способствующих расширению возможностей вибрационной обработки путем изменения формы контейнера и функций рабочей среды, обеспечивающих процесс обработки и разделение слипшихся деталей. В статье показано экспериментальное подтверждение тому, что при увеличении кинематической вязкости рабочей среды толщина пленки на обрабатываемой поверхности увеличивается, что приводит к снижению шероховатости и уменьшению силы сдвига плоских образцов относительно друг друга.

Ключевые слова: *слипание деталей, U-образные контейнеры, рабочая среда, вязкость раствора, метод Стокса, динамическая вязкость раствора, триэтанолламин.*

Бурлакова Г.Ю. *Підвищення якості обробки деталей автомобілів за рахунок зниження коефіцієнта тертя та ефекту злипання. Оздоблювальна-зачистна обробка поверхонь деталей, метою якої є очищення деталей, зняття задирок, закруглення гострих кромок, підготовка поверхонь під покриття - їх шліфування та полірування, застосовується у всіх галузях промисловості, особливо широко - в машинобудуванні та приладобудуванні. Аналіз виробництва деталей машин різних галузей машинобудування показав, що різним видам оздоблювальної обробки підда-*

* канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь, galochkag@yandex.ru

ють 85-95% випущених деталей, при цьому трудомісткість цих операцій становить 10-20% загальної трудомісткості виготовлення деталей. На сьогоднішній день одним зі шляхів розвитку машинобудування є виготовлення деталей машин високої якості, довговічність і надійність яких в значній мірі залежать від точності їх виготовлення, оптимальних фізико-механічних властивостей поверхневих шарів сполучених поверхонь. Це, в свою чергу, вимагає удосконалення методів оздоблювальної обробки, особливо на фінішних операціях, розширення технологічних можливостей, впровадження на їх основі нових технологічних процесів. Серед продуктивних методів, що здійснюють оздоблювальні (а також зачисні) операції, має місце вібраційний метод обробки, який характеризується забезпеченням високої якості оброблених поверхонь і широкою універсальністю вібраційного верстата. Однак при вібраційній обробці дрібних плоских деталей спостерігається нерівномірна обробка поверхонь через злипання в пакети і налипання на стінки віброуючого контейнеру. Все це вимагає вишукування нових технологічних можливостей вібраційної обробки, що характеризуються більш високою інтенсивністю і продуктивністю, високими якісними показниками, створення нових методів, що сприяють ліквідації налипання деталей на стінки контейнера і злипання їх між собою в процесі обробки. У зв'язку з цим у роботі вирішується актуальна науково-технічне завдання розробки і впровадження ефективного технологічного процесу віброабразивної обробки дрібних плоских деталей на основі науково обгрунтованого вибору методів, які сприяють розширенню можливостей вібраційної обробки шляхом зміни форми контейнера і функцій робочого середовища, що забезпечують процес обробки і поділ злипаних деталей. У статті показано експериментальне підтвердження того, що при збільшенні кінематичної в'язкості робочого середовища товщина плівки на оброблюваній поверхні збільшується, що приводить до зниження шорсткості і зменшення сили зсуву плоских зразків один відносно одного.

Ключові слова: злипання деталей, U- образні контейнери, робоче середовище, в'язкість розчину, метод Стокса, динамічна в'язкість розчину, триетаноламін.

G. Yu. Burlakova. Upgrading of treatment of car parts at the expense of is due to the decline of coefficient of friction and clinging effect. Finishing-grinding surface treatment of parts, the purpose of which is to clean parts, debus, rounding sharp edges, preparation of surfaces for coating their grinding and polishing, is used in all industries, especially in mechanical engineering and instrument making. Analysis of the production of machine parts of various branches of engineering have shown that various types of finishing processing is subjected to 85-95% of parts produced, the complexity of these operations is 10-20% of the overall complexity of manufacturing. Today, one of the ways engineering is a manufacturer of machine parts high quality, durability and reliability which largely depend on the accuracy of their production, the optimal physical and mechanical properties of surface layers of the mating surfaces. This, in turn, requires improved methods of finishing, especially in the finishing operations, expansion of production capabilities, introducing them to new technological processes. Among the productive methods of performing finishing (and grinding) operations, there is a vibration processing method, which is characterized by providing high quality machined surfaces and wide versatility of the vibration machine. However, when vibration processing small flat parts, there is uneven treatment of their surfaces from sticking together in the package and buildup on the walls of the vibrating container. All this requires exploration of new technological opportunities of the vibration treatment, characterized by higher intensity and performance, high quality, new methods, contributing to the elimination of build-up detail on the sides of the container and sticking them together in the process. In this regard, we have focused on actual scientific and technical problem of developing and implementing an effective process vibro- abrasive processing small flat parts on the basis of evidence-based selection methods, empowering vibration processing by changing the shape of the container and functions of the working environment, which provides the processing and separation of the sticky details. The paper shows experimental evidence that increasing

the kinematic viscosity of the working environment, the thickness of the film on the treated surface is increased, which reduces roughness and reducing the shear strength of flat samples relative to each other.

Keywords: *clinging of details, U- vivid containers, working environment, viscosity of solution, method of Stokes, dynamic viscosity of solution, triethanolamine.*

Постановка проблеми. Актуальною науково-технічною задачею применительно к виб-рационной обработке является обработка мелких деталей автомобильной промышленности для повышения качества обрабатываемой поверхности.

Анализ последних исследований и публикаций. О важности решения данной проблемы свидетельствуют многочисленные публикации И.Н. Пшеничного, И.В. Волкова, Г.Л. Мелконова, Е.В. Нечая, А.В. Романченко, Г.Ю. Бурлаковой [1-3]. Так авторы работы как М.Е. Шаинский, Н.В. Фальченко, В.А. Власов [4] отмечают, что в зоне, где рабочая среда поднимается вверх и возникают условия для слипания плоских деталей. В настоящее время разработаны приспособления по разрушению этой зоны. Так авторами [4] предложено устройство в виде неравнобокой угловой балки, которая за счет вибрации и каскадного эффекта разбивает пакеты слипшихся деталей. Эта проблема решается в работе М.О. Калмыкова, Л.М. Лубенской, А.В. Мицык, С.М. Ясуник [5] за счет принудительного движения рабочей среды при использовании ряда штырей, размещенных в центральной части резервуара. Авторы Носко П.Л., Калмыков М.О., Николаенко А.П., Лубенская Л.М. [6] связывают причину слипания деталей в U-образных контейнерах с различной скоростью движения восходящего и нисходящего потока рабочей среды при ее циркуляционном движении. Так в работе [6] установлено, что скорость движения фарфоровых шаров при подъеме составляет 2,5 м/мин, а скорость нисходящего потока – 3,5 м/мин. Это различие приводит к налипанию деталей на стенки контейнера. Решению этой проблемы посвящены работы С.П. Маслова, А.В. Кружкова, Л.П. Коршунова, В.С. Евстишенкова, П.Д. Денисова, В.К. Кузьма, В.И. Кармалюка, Л.К. Юрова, Н.И. Тимохина, В.Д. Белозерова, Г.И. Давыдова, Г.Ю. Бурлаковой, В.Г. Кожемякина, А.П. Николаенко [7-10]. Авторами этих работ предлагается футеровка стенок контейнера различной формы: округлой [7], криволинейной с переменным сечением [8], в виде валиков с принудительным вращением в различных направлениях [9]. Авторы этих работ предлагают использовать резину в качестве материала для устройств и стенок резервуара. Однако, как показали исследования [10], коэффициент трения при контакте металлов с мокрой резиной увеличивается.

Целью статьи является усовершенствование технологического процесса вибрационной обработки поверхности мелких плоских деталей за счет разработки химического состава раствора, снижающего коэффициент трения и эффект слипания и обеспечивающего повышение качества обработки поверхности. Для достижения поставленной цели необходимо было исследовать влияние количественного и качественного состава рабочей среды на ее кинематическую вязкость и изучить влияние кинематической вязкости на шероховатость обрабатываемой поверхности.

Изложение основного материала. Для экспериментов использовались образцы из стали 40Х с исходной шероховатостью $R_a = 0,37-0,4$ мкм и из латуни Л69 с шероховатостью $R_a = 0,58-0,63$ мкм и твердостью $HB = 97-103$ и химически активные растворы с различной динамической вязкостью.

Определение динамической вязкости карбоксиметилцеллюлозы проводилось по методу Стокса. Расчет выполнялся на основе экспериментальных значений скорости падения стального шарика в рабочих жидкостях, вязкость которых рассчитывалась на основе выражения:

$$\eta = \frac{2qr^2t(\rho_{ш} - \rho_{ж})}{9l \left(1 + 2,4 \frac{r}{R}\right)},$$

где $г$ – радиус шарика, м; t – время падения шарика, с; $\rho_{ш}$ и $\rho_{ж}$ – плотности соответственно шарика и жидкости, $кг/м^3$; расстояние, R – м; радиус трубки, м.

Определение вязкости раствора триэтаноламина и олеиновой кислоты проводили по методу Хепплера при использовании шарикового вискозиметра ВМ-3. Значения вязкости определяли по средним результатам измерения времени падения шарика из выражения:

$$\eta = \tau_{ш} \rho_{ш} k,$$

где t – время падения шарика, с; $\rho_{ш}$ – плотность шарика, кг/м^3 ; k – константа прибора.

Сила сдвига слипшихся плоских поверхностей будет зависеть от площади их соприкосновения, сил трения, обусловленных шероховатостью поверхности, а также сил трения между активными и инертными межмолекулярными слоями различной толщины. Поэтому выбор компонентов рабочей среды осуществлялся с учетом их химического строения и динамической вязкости.

Результаты измерений динамической вязкости карбоксиметилцеллюлозы в зависимости от ее содержания в растворе приведены на рис. 1.

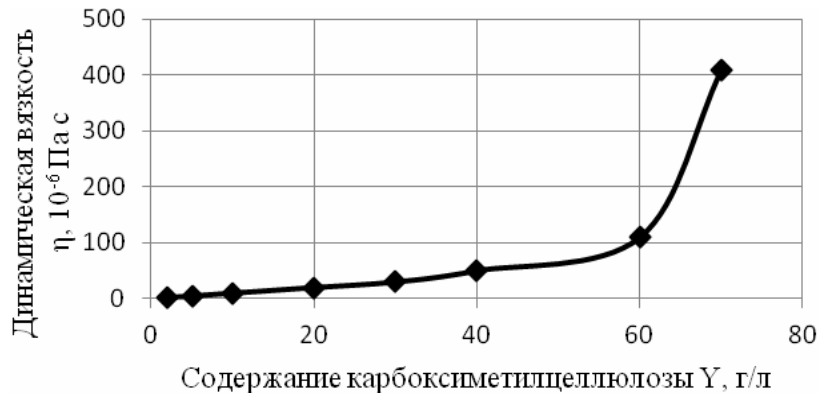


Рис. 1 – Зависимость изменения динамической вязкости карбоксиметилцеллюлозы от ее содержания в водном растворе

Содержание в водном растворе карбоксиметилцеллюлозы до 30 г/л незначительно влияет на динамическую вязкость. С ростом содержания карбоксиметилцеллюлозы от 40 до 70 г/л наблюдается увеличение в 10 раз величины динамической вязкости раствора. Известно, что многие растворы, используемые на операциях полирования, в своем составе содержат триэтаноламин, поэтому представляет интерес исследование вязкости растворов на основе триэтанолamina. Результаты определения динамической вязкости растворов на основе триэтанолamina с различным содержанием соды приведены на рис. 2 и рис. 3.

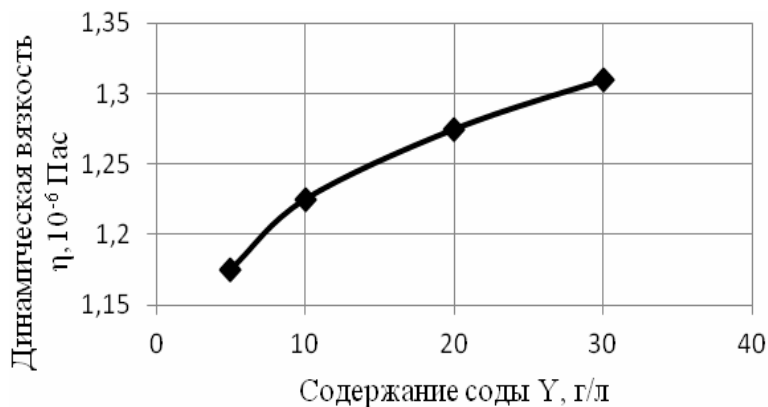


Рис. 2 – Зависимость изменения динамической вязкости 5% раствора триэтанолamina от содержания соды

Результаты измерений динамической вязкости олеиновой кислоты приведены на рис. 4. С целью проверки результатов лабораторных исследований проведены исследования по обработке образцов на промышленной установке. Вибрационная обработка проводилась в среде металлических и стеклянных шариков диаметром 3 и 5 мм соответственно.

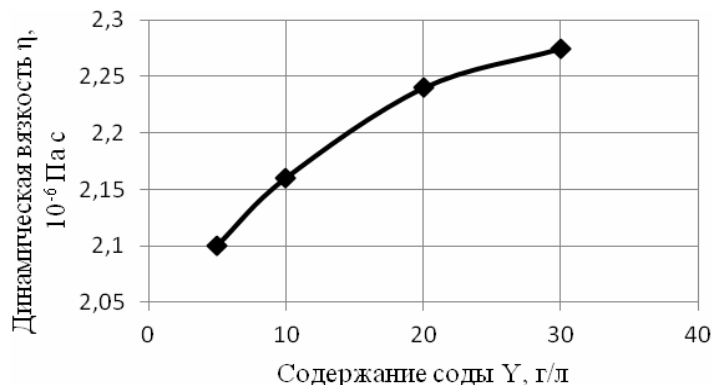


Рис. 3 – Зависимость изменения динамической вязкости 20% раствора триэтанол-амина от содержания соды

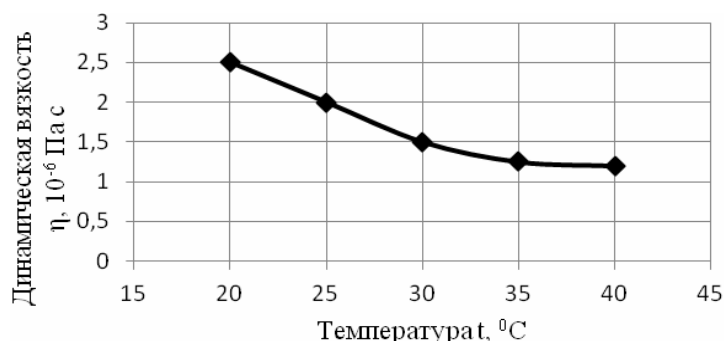


Рис. 4 – Зависимость изменения динамической вязкости олеиновой кислоты от температуры

Обработка осуществлялась на вибрационном станке с U- образной формой резервуара и емкостью 25 л на режимах, приведенных в таблице, соотношение объема жидкого наполнителя и шариков в резервуаре равно 1:10. Результаты представлены в таблице.

Таблица

Результаты вибрационной обработки стали 40X и латуни Л96 в химически активных растворах

Марка материала	Амплитуда, мм	Диаметр шариков, мм	Время обработки, мин	Состав рабочей среды	Качество обработанной поверхности
Сталь 40X	3	3 стальные	60	№1. Сода- 30г/л Триэтаноламин - 30мл/л	2/3образцов слиплось
		3 стальные		№2. Сода- 30г/л Карбоксиметилцеллюлоза – 70 г/л Олеиновая кислота- 30 мл/л	1/3 образцов слиплось
		3 стальные		№3. Сода- 30г/л Олеиновая кислота- 30 мл/л Хозяйственное мыло-400г/л Карбоксиметилцеллюлоза - 70 г/л	1/4 образцов слиплось
		3		№4. Сода- 30г/л Олеиновая кислота- 30 мл/л Хозяйственное мыло-400г/л Карбоксиметилцеллюлоза - 70 г/л Тетрафторэтилен (порошок)- 500г/л Додеканол- 30 мл/л	Слипание плоских образцов по углам

Продолжение таблицы

Латунь Л96	2	3	10	№4. Сода- 30г/л Олеиновая кислота- 30 мл/л Хозяйственное мыло-400г/л Карбоксиметилцеллюлоза - 70 г/л Тетрафторэтилен (порошок)- 500г/л Додеканол- 30 мл/л	1/5 образцов слиплось по краям
------------	---	---	----	---	--------------------------------

Результаты измерений шероховатости поверхности после обработки образцов в рабочих средах с различной динамической вязкостью приведены на рис. 5. Следовательно, введение карбоксиметилцеллюлозы в состав рабочей среды снижает слипание плоских деталей и рекомендуется для их обработки.

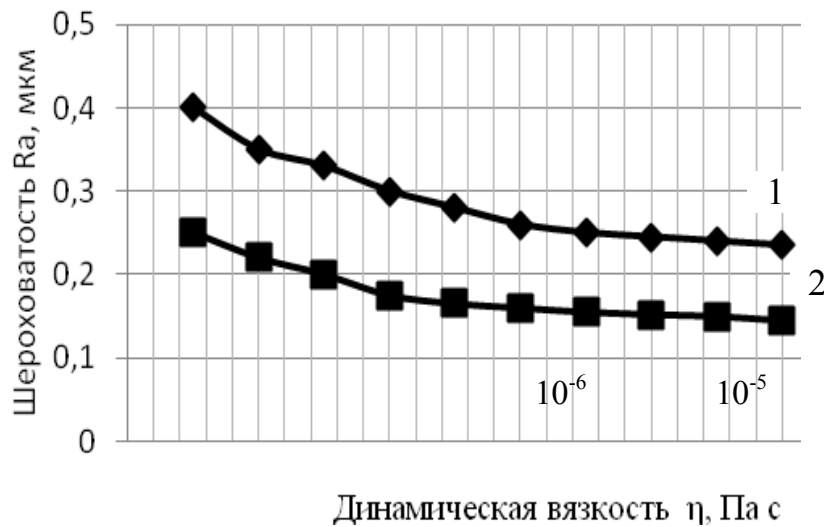


Рис. 5 – Влияние динамической вязкости исследуемых растворов на шероховатость поверхности: 1 – шероховатость латунного образца; 2 – шероховатость стального образца

Выводы

1. Установлено, что увеличение содержания соды и карбоксиметилцеллюлозы в составе рабочей среды приводит к увеличению динамической вязкости. Выявлена температурная зависимость динамической вязкости олеиновой кислоты.
2. Установлено, что с увеличением динамической вязкости рабочей среды происходит уменьшение силы сдвига плоских образцов друг относительно друга, устраняется эффект слипания и обеспечивается повышение качества обработки поверхности.
3. Доказано, что с увеличением динамической вязкости рабочей среды происходит уменьшение шероховатости поверхности образцов из стали 40X и латуни Л96.

Список использованных источников:

1. Бурлакова Г.Ю. Вибрационная обработка деталей, склонных к слипанию / Г.Ю. Бурлакова, Г.Л. Мелконов // Вібрації в техніці та технологіях. – 2010. – №2 (58). – С. 34-48.
2. Пшеничный И.Н. Результаты обработки мелких и плоских деталей в U-образных контейнерах вибрационных станков / И.Н. Пшеничный, И.В. Волков, Г.Л. Мелконов // Галузеве машинобудування, будівництво: зб. наук. праць Полтавського національного технічного ун-ту ім. Ю. Кондратюка. – 2009. – Вип. 3(35), Т.1. – С.186-189.
3. Мелконов Г.Л. Расширение технологических возможностей вибрационной обработки деталей «внавал» / Г.Л. Мелконов, Е.В. Нечай, А.В. Романченко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Харьков, 2008. – №4/1 (34). – С. 15-18.
4. Шаинский М.Е. Устройство для разрушения слипшихся в пакеты деталей при виброобра-

- ботке / М.Е. Шаинский, Н.В. Фальченко, В.А. Власов // Труды Всесоюзно-технического семинара «Вибрационная обработка деталей». – Ворошиловград, 1978. – С.167-170.
5. Пат. 59627А Україна, МПК В 24 В 31/06. Пристрій для вібраційної обробки деталей в U-подібному контейнері / М.О. Калмиков, Л.М. Лубенська, А.В. Міцик, С.М. Ясунік. – №2002108341; заявл. 02.10.02; опубл. 15.09.03, Бюл. №8. – 3 с.
 6. Застосування вібраційної обробки для підвищення якості виробів / П.Л. Носко, М.О. Калмиков, А.П. Ніколаєнко, Л.М. Лубенська. – Луганськ : Ноулідж, 2009. – 292 с.
 7. А. с. 1006181 СССР, МПК В 24 В 31/06. Рабочая камера для вибрационной обработки / С.П. Маслов, А.В. Кружков, Л.П. Коршунов, В.С. Евстишенков. – №3299237; заявл. 11.06.81, опубл. 23.03.83; Бюл. №11. – 3 с.
 8. А. с. 948635 СССР, МПК В 24 В 31/06. Футеровка рабочей камеры вибромашины / П.Д. Денисов, В.К. Кузьма, В.И. Кармалюк, Л.К. Юрова. – №3219493; заявл. 18.12.80; опубл. 07.08.82; Бюл. №29. – 2 с.
 9. А. с. 764952 СССР МКИ В 24 В 31/06. Футеровка / Н.И. Тимохин, В.Д. Белозеров, Г.И. Давыдова. – №2417805; заявл. 16.11.76; опубл. 23.09.80, Бюл. №35. – 2 с.
 10. Бурлакова Г.Ю. Исследование слипаемости мелких плоских деталей / Г.Ю. Бурлакова, В.Г. Кожемякин, А.П. Николаенко // Вібрації в техніці та технологіях. – 2010. – №3 (598). – С. 8-16.

Bibliography:

1. Burlakova G.U. Vibration machining parts, tend to stick together / G.U. Burlakova, G.L. Melkumov // *Vibraye in technique and technologies*. – 2010. – №. 2 (58). – P. 34-48. (Rus.)
2. Pshenichny I.N. The results of processing small and flat parts in the U-about-different containers vibration machines / I.N. Pshenichny, I.V. Volkov, G.L. Melkumov // *Galuseve mashinobuduvannya, budivnictvo : the collection of works laucnh Poltavskogo national technical University the name of Y. Kondratyuk*. – 2009. – Issue 3(35), Vol. 1. – P. 186-189. (Rus.)
3. Melkonov G.L. Expanding the technological capabilities of the vibration machining «pie» / G.L. Melkonov, E.V. Nechay, A.V. Romanchenko // *East European journal of advanced technologies*. – Kharkov, 2008. – №4/1 (34). – P. 15-18. (Rus.)
4. Shainsky O.N. the Device for the destruction of stuck in packages of parts in the vibration treatment / O.N. Shainsky, N.V. Falchenko, V.A. Vlasov // *Proceedings of vsesojuz-but-technical seminar «Vibration machining of parts»*. – Voroshilovgrad, 1978. – P. 167-170. (Rus.)
5. Pat. 59627 Ukraine, IPC B 24 B 31/06. Device for vibration to processing parts in a U-shaped container / N.A. Kalmykov, L.N. Lubensky, A.V. Micik, S.M. Yasunic. – №. 2002108341; filed 02.10.02; published 15.09.03, Bull. №8. – 3 p. (Ukr.)
6. Application of vibration treatment to improve the quality of products / P.L. Nosco, M.A. Kalmykov, A.P. Nikolaenko, L.M. Lubensky. – Luhansk : «Noulidj», 2009. – 292 p. (Ukr.)
7. Inventor's certificate 1006181 USSR, IPC B 24 B 31/06. The working chamber for vibration processing / S.P. Maslov, A.V. Krujkov, L.P. Korshunov, V.S. Evstishenkov. – №3299237; filed 11.06.81, published 23.03.83; Bull. №11. – 3 p. (Rus.)
8. Inventor's certificate 948635 USSR, IPC B 24 B 31/06. The lining of the working chamber vibration machine / P.D. Denisov, V.K. Kuzma, V.I. Karmaljuk, L.K. Yurova. – №3219493; filed 18.12.80; published 07.08.82; Bull. №29. – 2 p. (Rus.)
9. Inventor's certificate 764952 USSR IPC B 24 B 31/06. Lining / N.I. Timokhin, V.D. Belozеров, G.I. Davydova. – № 2417805; filed 16.11.76; published 23.09.80, Bull. №35. – 2 p. (Rus.)
10. Burlakova G.Yu. Study slidenote small flat details / G.Yu. Burlakova, V.G. Kozhemyakin, A.P. Nikolaenko // *Vibraye in technique and technologies*. – 2010. – №3 (598). – P. 8-16. (Rus.)

Рецензент: С.С. Самогугин
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 20.10.2014