

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОЕЧНОЙ МАШИНЫ С АВТОМАТИЧЕСКИМ ЦИКЛОМ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ СОЖ И СТРУЖКИ ПОСЛЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЛИННОМЕРНЫХ ДЕТАЛЕЙ*

Х.М. РАХИМЯНОВ, доктор техн. наук, профессор
Б.А. КРАСИЛЬНИКОВ, канд. техн. наук, профессор
И.А. ЛЕОНТЬЕВ, зав. лабораторией
(НГТУ, г. Новосибирск)
М.И. НИКИТЕНКО, советник директора
(ООО «УЗГЦ», г. Новоуральск)

Поступила 5 июля 2013 года
Рецензирование 30 августа 2013 года
Принята к печати 5 сентября 2013 года

Леонтьев И.А. – 630073, г. Новосибирск, пр. К.Маркса, 20,
Новосибирский государственный технический университет,
e-mail: igoral@ngs.ru

Проведены исследования процесса удаления остатков СОЖ и стружки из продольных длинномерных отверстий и с поверхностей изделия при различных разрывах во времени между окончанием механической обработки детали и началом удаления остатков СОЖ. Исследованы возможности применения выпускаемого промышленного оборудования для осуществления удаления остатков СОЖ и стружки с поверхностей изделия «КОЛЛЕКТОР» в автоматическом режиме. Разработана и изготовлена машина для межоперационного удаления остатков СОЖ и стружки с наружных поверхностей и внутренних каналов изделия «КОЛЛЕКТОР». Разработана и применена на машине микропроцессорная система управления, которая позволяет проводить в автоматическом цикле удаление остатков СОЖ и стружки после механической обработки мойкой изделия с последующей сушкой поверхностей изделия горячим воздухом при возможности изменять количество проходов мойки и сушки.

Ключевые слова: коллектор, удаление стружки, удаление СОЖ с поверхностей изделия, мойка, моющий раствор, сушка поверхностей.

Введение

В современном машиностроении нашли широкое применение длинномерные корпусные детали. Одним из представителей таких деталей является изделие «КОЛЛЕКТОР», изготавливаемый на Уральском заводе газовых центрифуг.

Коллектор представляет собой выполненную из алюминиевого сплава АК-6 ГОСТ 4784-74 протяженную, длиной 2015 мм, деталь с тремя продольными круглыми каналами А. На поверхности Б выполнены отверстия В и проточки Г. Масса кол-

лектора 48 кг. Поперечное сечение коллектора представлено на рис. 1.

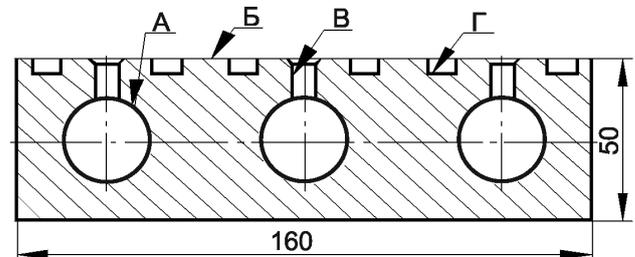


Рис. 1. Сечение коллектора

* Работа проведена при финансовой поддержке проекта, выполняемого в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ в 2013 г. в части проведения научно-исследовательских работ. Регистрационный номер: 7.759.2011.

В процессе механической обработки материалов широко используются смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ). Механическая обработка коллектора производится с применением СОЖ на основе (4...6)% раствора масла CATROL Suntilo R*HAS [1]. После механической обработки детали на поверхностях остается СОЖ и стружка, которые необходимо удалять. После высыхания СОЖ на поверхностях коллектора образуется масляная пленка CATROL, обладающая хорошей адгезией с поверхностью и хорошо удерживающая остатки стружки.

На Уральском заводе газовых центрифуг мойка изделий «КОЛЛЕКТОР» от остатков СОЖ производится растворителем трихлорэтилен (перхлорэтилен) в герметичной камере установки компании FIRMATIC [2]. Остатки стружки удаляются вручную мойкой в ванне с помощью щеток и ершей горячим (50...60 °С) моющим раствором на основе технического порошкообразного моющего средства «Выбор-1М» [3] по ТУ 9144-02-0121858111-2004. Мойка растворителем продолжается 4 ч 40 мин при загрузке в камеру 12 изделий «КОЛЛЕКТОР» – более 23 мин на изделие, не учитывая время загрузки-выгрузки. Ручная мойка от остатков стружки характеризуется высокой температурой в рабочей зоне и необходимостью оператору работать с тяжелой деталью – поворачивать, поднимать, наклонять. Таким образом, существующий техпроцесс имеет следующие недостатки:

- 1) высокую температуру в рабочей зоне;
- 2) токсичность применяемых для мойки материалов. Применяемый растворитель трихлорэтилен (перхлорэтилен) [2, 6], обладает высокой растворяющей способностью и совместим с большинством металлов, в частности, алюминием. Применение растворителя для удаления СОЖ позволяет ускорить процесс удаления СОЖ в 2...3 раза, но растворители при разложении образуют токсичные вещества – фосген, окисел углерода, что обуславливает применение для обработки деталей герметических камер;
- 3) ручной режим мойки при удалении стружки;
- 4) отсутствие механизации и автоматизации процесса.

Существующие промышленные установки для струйной мойки узлов, деталей, агрегатов, в том числе и с подогревом воды [4, 5], имеют камеры с размерами не более 1500 мм и не пригодны для обработки данного изделия.

Для удаления остатков СОЖ могут быть применены машины для мойки с использованием ультразвука в растворителях KWL класса АIII [6], которые оказывают менее вредное влияние на окружающую среду и не относятся к категориям, регулируемым нормативом VOC/13/99 по эмиссии вредных веществ. Спо-

соб ультразвуковой очистки [7, 8] с использованием воды или растворителя позволяет ускорить процесс удаления остатков СОЖ и стружки с поверхностей.

Наиболее сложным в процессе удаления остатков СОЖ и стружки является обработка внутренних каналов А (рис. 1) коллектора, имеющих большую длину. Для обработки протяженных отверстий детали могут быть использованы установки для внутренней и наружной мойки труб [9]. Также можно применить мойки высокого давления с реактивным моющим соплом, например фирмы KERSHER [10].

Автоматизация процессов качественной мойки – актуальная проблема, особенно когда в деталях имеются внутренние полости. Целью данной работы является разработка машины для удаления остатков СОЖ и стружки из продольных каналов и наружных поверхностей изделия с автоматическим циклом обработки.

1. Экспериментальные исследования

Проведенные эксперименты по удалению СОЖ, в том числе пленки CATROL с поверхностей изделия, показали, что образующаяся после высыхания СОЖ пленка (через 14...16 ч после обработки) обладает хорошей адгезией к поверхности изделия и удаляется только горячей (50...55 °С) водой через 17...20 мин. Удаление СОЖ с изделия не позднее 1,5...2 ч после обработки производится потоком холодной водопроводной воды менее чем за 2 мин. После 4,5...5 ч после обработки поток простой водопроводной воды удаляет СОЖ за 10...12 мин. Нагрев воды до 55...60 °С ускоряет процесс удаления остатков СОЖ до 2 мин.

Удаление остатков стружки с поверхностей изделия происходит струей воды (моющего раствора) при давлении более 1,5 бар, что объясняется «прилипанием» стружки к поверхности, на которой имеются остатки СОЖ.

2. Результаты и обсуждение

Для автоматизации процесса мойки детали и удаления остатков стружки после механической обработки была спроектирована и изготовлена машина моечная для межоперационного обезжиривания и удаления СОЖ и стружки после механической обработки изделий с наружного контура и продольных каналов изделия «КОЛЛЕКТОР» с последующей сушкой промытых поверхностей. Общий вид машины моечной представлен на рис. 2.

Машина моечная имеет зону загрузки А, зону мойки Б, насос В подачи моющего раствора с фильтром Г на входе и двигателем Д, теплообменник Е

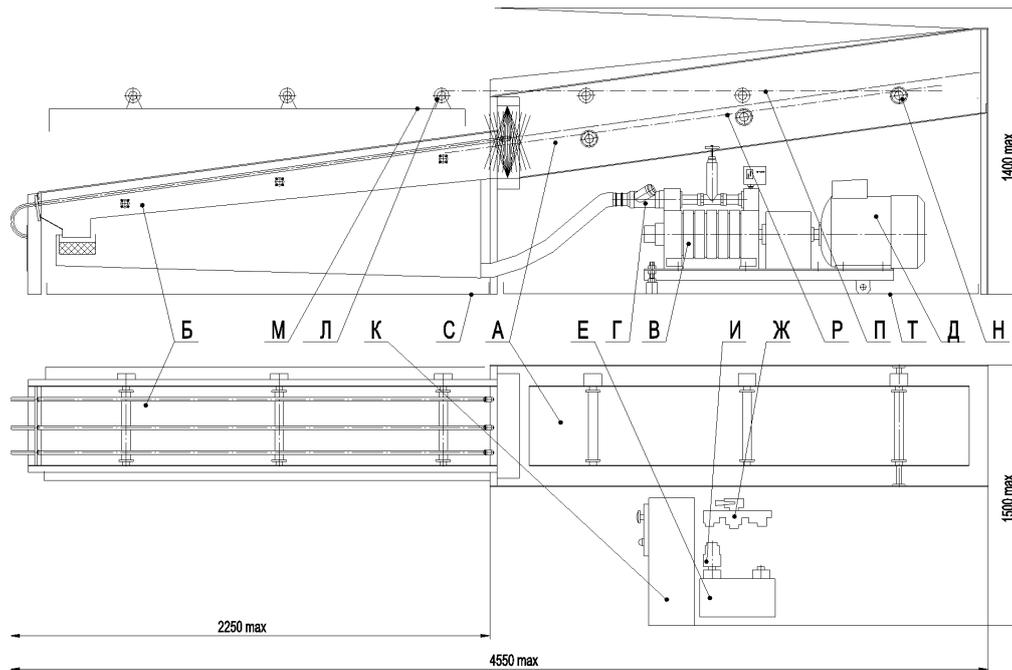


Рис. 2. Машина моечная

с контурами раздачи моющего раствора Ж и воздуха И, электрооборудование, расположенное в шкафу К. Изделие «КОЛЛЕКТОР» закатывается с роликов Л транспортной тележки М на ролики Н рольганга зоны загрузки, который устанавливается в горизонтальное положение П. При мойке рольганг зоны загрузки устанавливается под наклоном Р, который способствует сливу моющего раствора с поверхностей изделия. Машина моечная имеет поддоны С и Т для сбора пролившегося моющего раствора.

Зона загрузки. Зона загрузки (рис. 3) машины моечной предназначена для загрузки в машину моечную изделия «КОЛЛЕКТОР» с транспортной тележки и выгрузки промытого изделия из машины моечной на транспортную тележку. Загрузка изделия в зону загрузки машины моечной и выгрузка изделия из зоны загрузки производится оператором путем закатывания.

В зоне загрузки расположен загрузочный рольганг 1 с опорными роликами 2, имеющими привода 3. Рольганг имеет форсунки 4 для мойки-сушки роликов рольганга. Рольганг расположен в коробе 5 для предотвращения разбрызгивания моющего раствора за пределы машины моечной. Загрузочный рольганг может поворачиваться на оси 6 и находиться в двух положениях:

А – положение загрузки-выгрузки изделия «КОЛЛЕКТОР» – ролики загрузочного рольганга расположены горизонтально в одной плоскости с роликами транспортной цеховой тележки (Л на рис. 2);

Б – положение мойки – ролики загрузочного рольганга расположены наклонно в одной плоскости с опорными роликами зоны мойки (1 на рис. 4).

Изменение положения загрузочного рольганга осуществляется механизмом подъема 7. При подъеме рольганга в горизонтальное положение раскрывается крышка 8 машины моечной, механически связанная с рольгангом. При опускании рольганга в положение мойки крышка закрывается, препятствуя разбрызгиванию моющего раствора. Все механизмы и узлы зоны загрузки смонтированы на раме 8 машины моечной.

Зона мойки. Зона мойки (рис. 4) предназначена для мойки наружных поверхностей и внутренних продольных каналов изделия «КОЛЛЕКТОР» с последующей сушкой промытых поверхностей.

В зоне мойки установлены опорные ролики 1 с приводами 2, штанги 3 мойки продольных каналов коллекторов и блок форсунок 4. Опорные ролики рольганга зоны загрузки и опорные ролики зоны мойки имеют синхронизированные приводы вращения. Все механизмы и узлы зоны мойки смонтированы на раме 5 машины моечной. Зона мойки имеет бак для моющего раствора 6 с фильтром 7. Фильтр бака предназначен для очистки моющего раствора от механических примесей. В баке расположены ТЭНы нагрева моющего раствора 8, датчики уровня 9 и температуры 10 моющего раствора. Моющим раствором служит горячий (50...60 °С) раствор на основе технического порошкообразного моющего средства «Выбор-1М» по ТУ 9144-02-0121858111-2004, подаваемый насосом в форсунки под давлением 6...7 бар.

Работа машины моечной. После загрузки изделия на горизонтально расположенный рольганг зоны загрузки оператором запускается процесс авто-

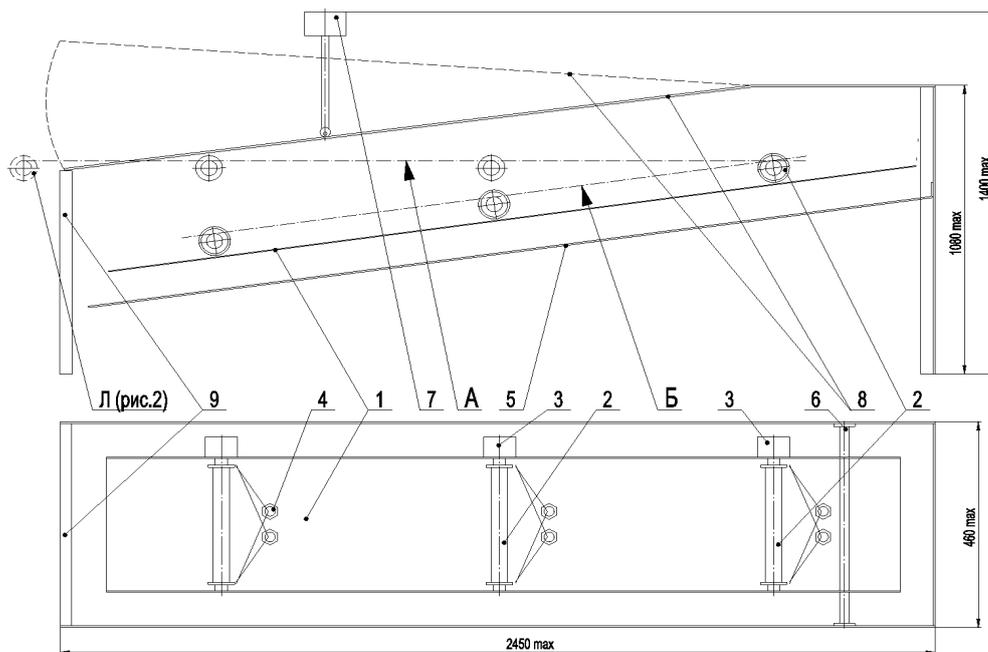


Рис. 3. Зона загрузки

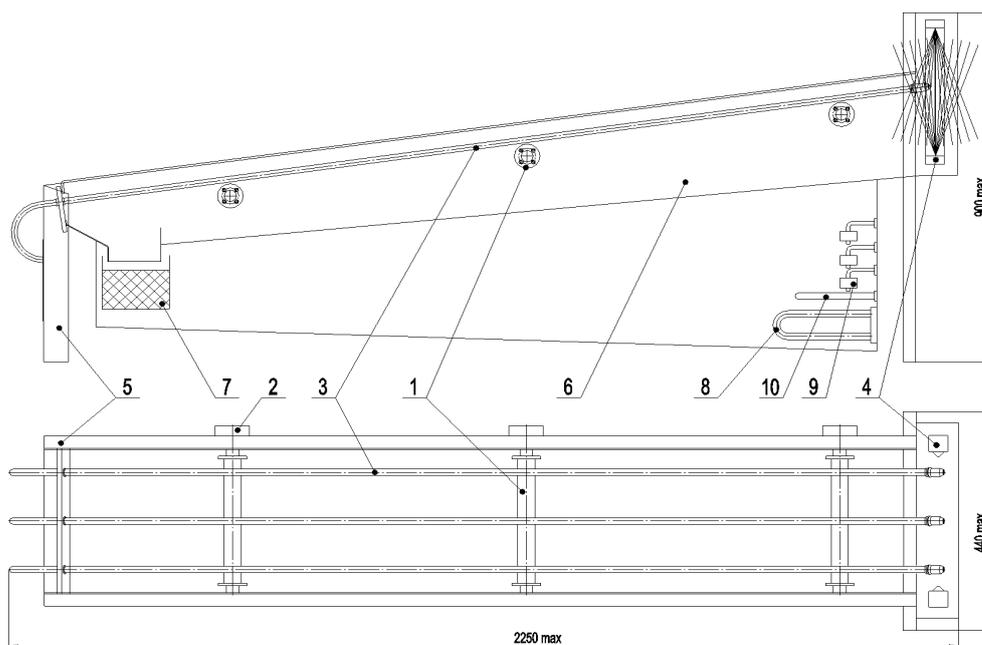


Рис. 4. Зона мойки

матической мойки-сушки изделия (под управлением микропроцессорной системы управления):

- опускается рольганг зоны загрузки с деталью в положение мойки;

- включаются двигатели приводов опорных роликов для подачи изделия на ролики зоны мойки – изделие проходит через блок форсунок, в который подается моющий раствор для обработки наружного контура. Одновременно изделие «наезжает» продольными каналами на штанги мойки каналов и произ-

водится обработка моющим раствором продольных каналов изделия;

- реверсируются двигатели приводов опорных роликов для возврата изделия на ролики зоны загрузки – продолжается мойка наружного контура и продольных каналов;

- выключается подача моющего раствора в форсунки и включается подача воздуха в форсунки;

- включаются двигатели приводов опорных роликов для подачи изделия на ролики зоны мойки –

изделие проходит через блок форсунок, в который подается воздух для сушки наружного контура. Одновременно изделие «наезжает» продольными каналами на штанги мойки каналов и производится сушка воздухом продольных каналов изделия;

– реверсируются двигатели приводов опорных роликов для возврата изделия на ролики зоны загрузки – продолжается сушка наружного контура и продольных каналов;

– после мойки-сушки изделия открывается крышка и поднимается рольганг в горизонтальное положение, и изделие выкатывается из машины моечной на цеховую транспортную тележку.

Микропроцессорная система управления позволяет оператору задавать количество двойных ходов (вниз-вверх) мойки и сушки от нуля до девяти.

Выводы

1. Удаление остатков СОЖ и стружки из продольных каналов и с наружных поверхностей изделия «КОЛЛЕКТОР» на изготовленной машине при трех двойных ходах мойки и восьми двойных ходах сушки происходит за 11 минут. При этом на поверхностях коллектора не остается стружки и видимых следов CASTROLа.

2. Обработка изделия проводится в закрытом объеме машины, что препятствует контакту оператора с горячим моющим раствором.

3. Машина работает с автоматическим циклом мойки-сушки изделия при минимальном обслуживании машины оператором.

Список литературы

1. *Жидкость* смазочно-охлаждающая Castrol Suntilo R-4. – Режим доступа: <http://www.bpks.ru/catalog/smazочно-ohlazhdayuschaya neste cutting 100/E014000000T00032/?show=description>

2. Машины для мойки в растворителе Fiblimatic серий SF и Logica. – Режим доступа: http://www.firbimatic-spa.ru/ru/range_sf.html

3. ТУ 9144-02-0121858111-2004. «Техническое порошкообразное моющее средство Выбор-1М». – Пермь, 2005. – 16 с.

4. *Установка L-210* для мойки узлов, деталей, агрегатов стационарная, вращающаяся, струйная. Италия. – Режим доступа: http://engtech1.ru/index.php/podomniki?category_id=56&flypage=flypage.tpl&page=shop.product_details&product_id=304

5. *Установка SME LT 100-120* для мойки деталей и агрегатов под давлением и подогревом воды. Италия. – Режим доступа: <http://www.avtomir-vologda.ru/avtoservis.html?catid=31&sobi2Id=47&sobi2Task=sobi2Details>

6. *Машины* для мойки в растворителе деталей от СОЖ, масел, нефтепродуктов и других загрязнений с использованием ультразвука. – Режим доступа: http://www.firbimatic-spa.ru/ru/range_fdk_sfk.html

7. *Абрамов О.В., Хорбенко И.Г., Швецла Ш.* Ультразвуковая обработка материалов. – М.: Машиностроение, 1984. – 280 с.

8. *Агранат Б.А., Дубровин М.Н., Хавский Н.Н., Эскин Г.И.* Основы физики и техники ультразвука. – М.: Машиностроение, 1987. – 352 с.

9. *Оборудование* для автоматической мойки труб. – Режим доступа: <http://www.golberg.ru/oborudovanie-dlya-avtomaticheskoy-mojki-trub/>

10. *Мойки* высокого давления Керхер. – Режим доступа: http://www.karcher.ru/ru/Polezne_publykacyy/Mojka_vsokym_davlenyem.htm

Obrabotka metallov

N 3 (60), July–September 2013, Pages 74-79

Design of washing machine with automatic cycle to remove the coolant and swarf after machining of long workpieces

¹Kh. M. Rakhimyanov, ¹B.A. Krasilnikov, ¹I. A. Leontyev, ²M. I. Nikitenko

¹Novosibirsk State Technical University, Prospekt K. Marksa, 20, Novosibirsk, 630073, Russia

²LLC Ural Gaseous Centrifuge Plant, Dzerzhinskogo st., 2, Novouralsk, 624130, Russia

E-mail: igoral@ngs.ru

Abstract

The research of residual coolant-cutting fluid and cutting chip removing process from the longitudinal elongated holes and from the product surfaces at different time gap between the end of machining and the start of removal of residual coolant is carried out. The possibilities of the use of commercially available equipment for the removal of residual coolant-cutting fluid



and cutting chip from the surface of the product "collector" in automatic mode is investigated. The machine for interoperation removing of residual coolant-cutting fluid and cutting chip from exterior and interior product "collector" channels is designed and manufactured. The microprocessor control system, which allows to remove residual coolant-cutting fluid and cutting chip after machining at the automatic cycle, by washing, followed by drying the product surfaces with hot air at the possibility of changing the number of passes, is developed and applied.

Keywords: chip removal, removal of coolant from the surface of the product, product surfaces drying.

References

1. Zhidkost' smazочно-ohlazhdajushhaja Castrol Suintilo R-4 (The cutting fluid Castrol Suintilo R-4). Available at: http://www.bpks.ru/catalog/smazочно-ohlazhdajushhaja_neste_cutting_100/E0140000000T00032/?show=description (accessed 16 June 2013).
2. Mashiny dlja mojki v rastvoritele Fiblimatic serij SF i Logica (Machines for washing in a solvent Fiblimatic SF series and Logica). Available at: http://www.firbimatic-spa.ru/ru/range_sf.html (accessed 16 June 2013).
3. TU 9144-02-0121858111-2004. «Tehnicheskoe poroshkoobraznoe mojushhee sredstvo Vybor-1M» [Specifications "Technical powder cleaning agent Vybor-1M"]. Perm, 2005. 16 p.
4. Ustanovka L-210 dlja mojki uzlov, detalej, agregatov stacionarnaja, vrashhajushhajasja, strujnaja. Italija (Plant L-210 for cleaning components, parts, assemblies stationary, rotating, jet. Italy). Available at: http://engtech1.ru/index.php/podorniki?category_id=56&flypage=flypage.tpl&page=shop.product_details&product_id=304 (accessed 16 June 2013).
5. Ustanovka SME LT 100-120 dlja mojki detalej i agregatov pod davleniem i podogrevom vody. Italija (Plant SME LT 100-120 for cleaning parts and components under pressure and heating water. Italy). Available at: <http://www.avtomir-vologda.ru/avtoservis.html?catid=31&sobi2Id=47&sobi2Task=sobi2Details> (accessed 16 June 2013).
6. Mashiny dlja mojki v rastvoritele detalej ot SOZh, masel, nefteproduktov i drugih zagrjaznenij s ispol'zovaniem ul'trazvuka (Washing machines in the solvent parts of the coolant, oil, petroleum products and other contaminants from the use of ultrasound). Available at: http://www.firbimatic-spa.ru/ru/range_fdk_sfk.html (accessed 16 June 2013).
7. Abramov O.V., Horbenko I.G., Shveгла Sh. Ul'trazvukovaja obrabotka materialov (Ultrasonic processing of materials). Moscow, Mashinostroenie, 1984. 280 p.
8. Agranat B.A., Dubrovin M.N., Havskij N.N., Jeskin G.I. Osnovy fiziki i tehniki ul'trazvuka (Bases of physics and technics of ultrasound). Moscow, Mashinostroenie, 1987. 352 p.
9. Oborudovanie dlja avtomaticheskoy mojki trub (Equipment for automatic cleaning of pipes). Available at: <http://www.golberg.ru/oborudovanie-dlya-avtomaticheskoy-mojki-trub/> (accessed 16 June 2013).
10. Mojki vysokogo davlenija Karcher (Karcher Pressure Washers). Available at: http://www.karcher.ru/ru/Polezne_publicy/Mojka_vsokym_davleniem.htm (accessed 16 June 2013).