

**Bibliography:**

1. M.V. Margulies. The development of new harmonic engagement with intermediate rolling elements and its fabrication method / M.V. Margulies, A.D. Chepurnoi, A.S. Shaída // Messenger of Pryazovskyi state technical university. Series: Technical sciences. – 2007. – Issue 17. – P. 120–124. – Bibliography: p. 124. (Rus.)
2. M.V. Margulies. Power transmission mechanism with intermediate rolling elements/ M.V. Margulies, A.S. Shaída // Protection of metallurgical machine from breaks. – 2006. – Issue 9. – P. 97–100. – Bibliography: p. 100. (Rus.)
3. M.V. Margulies. The development of rational construction of power transmission mechanism with intermediate rolling elements / M.V. Margulies, A.S. Shaída // Protection of metallurgical machine from breaks. – 2008. – Issue 10. – P. 113–116. – Bibliography: p. 116. (Rus.)
4. R.M. Ignatishev. Sinusoidal ball reducer / R.M. Ignatishev. – Minsk : Higher school, 1983. – 107 p. (Rus.)
5. E. Belyaev. Mechanical transmissions with intermediate ball elements / A.E. Beljaev. – Tomsk : TPU, 1992. – 231 p. Bibliography: p. 225-231. (Rus.)
6. M.V. Margulies. The development of harmonic precessional drives with rolling elements // M.V. Margulies, Y.O. Gordienko // Messenger of Pryazovskyi state technical university. Series: Technical sciences. – 2013. – Issue 26. – P. 161-168. (Rus.)
7. M.P. Kovalev. Calculation of high-precision ball bearings / M.P. Kovalev, M.Z. Narodeckij. – Moscow : Engineering, 1975. – 279 p. Bibliography: p. 276-277. (Rus.)
8. B.M. Makushin. Deformation and stress state machine elements on contact areas / B.M. Makushin. – Moscow : Engineering, 1952. – 23 p. (Rus.)
9. B.S. Kowalski. Calculation of machine elements for local compression / B.S. Kowalski. – Kharkiv : КНКЕС, 1967. – 224 p. Bibliography: p. 215–219. (Rus.)
10. S.V. Pinegin. Local strength and rolling resistance / S.V. Pinegin.– Moscow : Engineering, 1969. – 224 p. Bibliography: p. 226–242. (Rus.)

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

Статья поступила 30.10.2013

УДК621.923.74

© Бурлаков В.И.\*

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМЫ РАБОЧЕГО КОНТЕЙНЕРА  
С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ**

*В статье показаны влияние зоны контейнера на скорость движения массы загрузки.  
**Ключевые слова:** контейнер, эффект налипания, зона вторичной циркуляции, стенка контейнера, съём металла, модель.*

***Бурлаков В.И. Моделювання форми робочого контейнера з метою оптимізації режимів обробки.** У статті показані вплив форми контейнера на швидкість руху маси завантаження.*

***Ключові слова:** контейнер, ефект налипання, зона вторинної циркуляції, стінка контейнера, знімання металу, моделювання.*

***V.I. Burlakov. Design of the shape working container with the purpose of optimization of the modes of treatment.** In the article the influence of the area of container on the rate of movement of mass of loading was shown.*

***Keywords:** container, sticking effect, area of the second circulation, wall of container, output of meta, model.*

\* канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

**Постановка проблеми.** Актуальною науково-технічною задачею применительно к вибрационной обработке является разработка различных моделей контейнеров, способствующих расширению ее возможностей за счет эффективной обработки мелких плоских деталей путем изменения функций рабочей среды, а именно функций как инструмента по обработке и приспособлений для разделения слипшихся деталей.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Слабоизученным вопросом является влияние химического раствора на поведение совокупности единичных гранул. Известно, что введение химического раствора способствует повышению производительности процесса, осветлению или блескообразованию обрабатываемой поверхности, если это необходимо, пассивированию, фосфатированию поверхности, но и возникновению слипания и налипания деталей. Данная проблема рассматривалась Шаинским М.Е., Берещенко А.А., Журавлевой Л.А., Бабичевым А.П., Ивановым В.В., Нечай Е.В.

**Цель статьи** – моделирование формы контейнера и ее влияние на скорость движения деталей, а значит исключения слипаемости деталей и абразива в зоне контакта деталь – гранула, гранула – гранула, деталь – деталь, а также соответственно деталь или гранула – стенка контейнера.

**Изложение основного материала.** Известно, что вибрационная обработка создает микрорельеф поверхности изделия с множеством несвязанных между собой впадин, которые являются гидроемкими резервуарами, в отличие от шлифования, при котором наблюдаются направленные следы от зерен в виде рисок, по которым нанесенное масло растекается по поверхности. На поверхности после вибрационной обработки имеются углубления, лунки, сопутствующие формированию развитого, гидроемкого микрорельефа поверхности.

Как известно, смачивание – это проявление взаимодействия молекул на трехфазной границе сосуществования твердой, жидкой и газообразной фаз, выражающееся в растекании жидкости на поверхности твердого тела. Форма, которую принимает поверхность капли жидкости на границе с твердым телом, зависит от природы жидкости и твердого тела. Явление полного растекания жидкости называется полным смачиванием. Если капля на поверхности принимает форму, близкую к шаровидной, то такое явление называется полным несмачиванием. Следовательно, по форме капли можно определять металлофильность, т.е. способность жидкости сцепляться с металлической поверхностью (смачивать ее).

При вибрационной обработке свободной гранулированной средой в U-образном контейнере необходимо использовать рабочий раствор, обладающий соответствующими свойствами, т.е. малым поверхностным натяжением, обеспечивающим смачивание поверхностей обрабатываемых деталей, так как это способствует равномерной обработке. Однако для ликвидации или снижения слипаемости деталей требуются противоположные свойства. Оптимума можно достичь, путем регулирования вязкости рабочего раствора, от которой зависит толщина пленки, образующаяся на поверхности обрабатываемых деталей. Одновременно вязкий слой увеличивает площадь зоны контакта, за счет чего расширяется действие приложенной силы на деформированную поверхность. Это позволит одновременно деформировать большее количество гребешков микронеровностей, снижая шероховатость поверхности, и в то же время снижать адгезийные свойства, и, соответственно, слипаемость деталей.

Для увеличения вязкости и химической активности рабочего раствора в него добавляют ПАВ. Такие растворы облегчают процесс пластической деформации за счет расклинивающего эффекта (эффект Ребиндера), и способствуют снижению слипаемости плоских изделий.

В среднем вибрационная обработка увеличивает удельную гидроемкость поверхности на 54,6%, что обеспечивается измененным микрорельефом. Это улучшает эксплуатационные свойства деталей после вибрационной обработки, однако осложняет сам процесс обработки в свободных абразивах ввиду возникающей склонности деталей к слипанию по мере их обработки.

Это объясняется тем, что влажный образец прилипает к соприкасающейся с ним поверхностью, и начинают превалировать силы адгезии, которые способствуют увеличению начального сопротивления сдвигу. Также силы трения в покое и силы трения в относительном движении увеличиваются с увеличением времени контактирования исследуемого образца с резиной или с металлической поверхностью.

Возникновение налипания в U-образных контейнерах связано с тем, что при подъеме ра-

бочей среды (восходящий поток) (рис. 1, а) в ее циркуляционном движении происходит уменьшение скорости и двигающиеся детали, накладываясь на влажную поверхность, налипают на нее (рис. 1, б) [1].

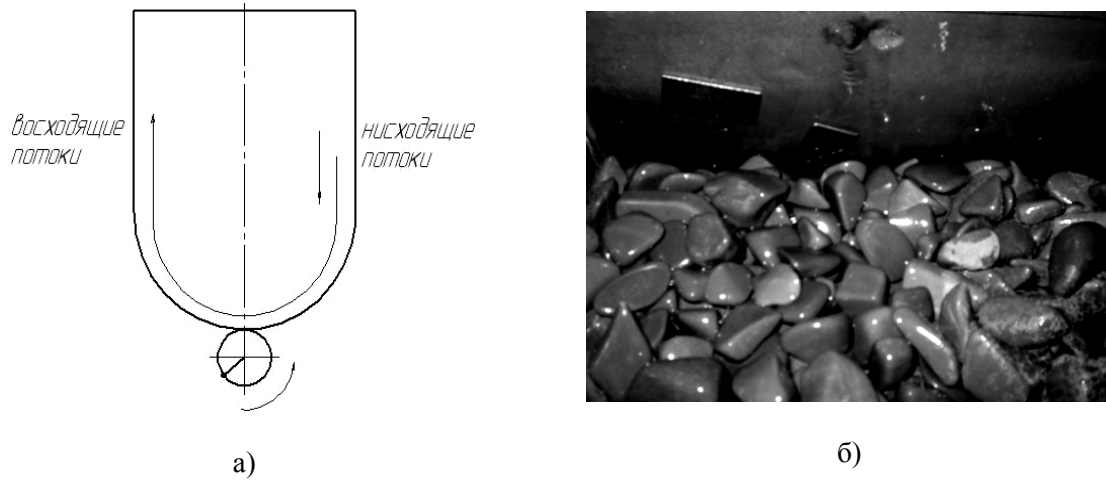


Рис. 1 – Движение массы загрузки в U-образном контейнере

При исследованиях была проведена киносъемка процесса движения гранул различных типов и деталей через прозрачную стенку контейнера с последующей ее раскадровкой. Одновременно проведена и оценка съема металла в приграничной зоне у стенок контейнера. Результаты показали (и подтвердили результаты, представленные в работе [2]), что наибольший съем происходит в зонах 1, 2, а минимальный в зонах 3, 4 (табл.). Последнее возникает из-за уменьшения сил взаимодействия «деталь – гранула» на подъеме и в зоне свободного движения.

Таблица

Результаты исследования зон контейнера (станок УВИ-25; A=2 мм; f=50 Гц)

Зона 1 – нисходящий поток		Зона 2 – донный поток		Зона 3 – восходящий поток		Зона 4 – поверхностный поток	
Скорость V <sub>1</sub> , м/мин	Съем Q <sub>1</sub> , г	Скорость V <sub>2</sub> , м/мин	Съем Q <sub>2</sub> , г	Скорость V <sub>3</sub> , м/мин	Съем Q <sub>3</sub> , г	Скорость V <sub>4</sub> , м/мин	Съем Q <sub>4</sub> , г
4,25	0,0945	3,9	0,0965	3,3	0,093	5,1	0,06

Для ликвидации эффекта налипания была предложена следующая форма контейнера: стенка контейнера со стороны восходящего потока должна иметь отрицательный угол наклона с увеличением длины его образующей, а стенка контейнера со стороны нисходящего потока с уменьшением длины образующей (см. рис. 2).

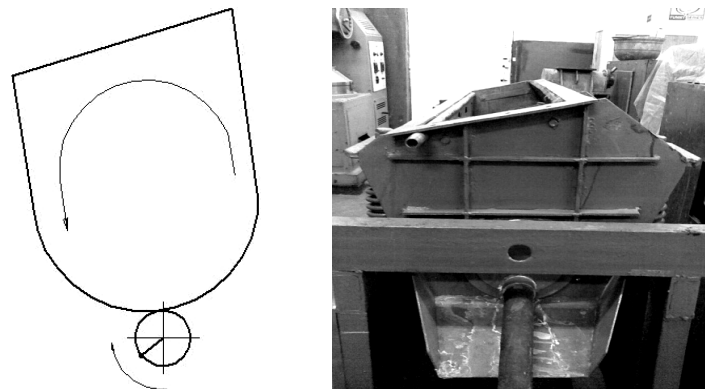


Рис. 2- Контейнер с формой, исключающей налипание деталей на его стенки

Использование контейнера такой формы исключает зону вторичной циркуляции, о которой неоднократно указывалось в работе [3] и уменьшает возможность деталей задерживаться на влажной стенке. Скорость циркуляции как показатель производительности процесса перераспределилась следующим образом:  $V_1=5,8$  м/мин;  $V_2=4,64$  м/мин;  $V_3=5,43$  м/мин;  $V_4=6,1$  м/мин.

Кроме налипания на стенки, как уже указывалось ранее, существует и проблема слипания в пакеты. Причем в отличие от первой проблемы, когда детали налипали на стенку в одной зоне, слипание осуществляется не в определенной зоне, а постепенно по мере движения деталей в среде при ее подъеме. Способствует этому как форма детали, наличие раствора (появление эффекта сцепления друг с другом), так и неравномерность перемещения деталей в контейнере (что способствует появлению зоны «комкообразования», где они и соединяются друг с другом). С целью решения этой задачи предлагается путем выбора формы контейнера, изменяя их движение, повысить взаимное давление гранул и обрабатываемых деталей в некоторых зонах, что вынудит последние в процессе взаимного движения разрывать возникающие друг с другом связи.

### Выводы

1. Установлено, что в контейнерах, имеющих наклонные торцевые стенки либо измененную геометрию дна и обечайки, имеются существенные различия в траекториях и скоростях движения рабочей среды (изменяющихся от 0 до 9 об/мин).
2. Установлено, что стенка контейнера со стороны восходящего потока должна иметь отрицательный угол наклона с увеличением длины его образующей, а стенка контейнера со стороны нисходящего потока с уменьшением длины образующей. Это устраняет налипание деталей на торцевые стенки контейнера и сьем металла оказывается выше на 30% по сравнению с традиционным.

### Список использованных источников:

1. Бурлакова Г.Ю. Расширение технологических возможностей универсального вибрационного оборудования / Г.Ю. Бурлакова, Л.М. Лубенская, А.В. Романченко // Галузеве машинобудування, будівництво: зб. наук. пр. Полтавського національного технічного ун-тету ім. Ю. Кондратюка. – Полтава, 2009. – Вып. 3(25). – С. 36-39.
2. Проволоцкий А.Е. Разработка интегрированных технологий финишной обработки / А.Е. Проволоцкий, С.Л. Негруб // Резание и инструмент в технологических системах. – Харьков, 2007. – Вып. 73. – С. 257-262.
3. Проволоцкий А.Е. Формирование развитых микрорельефов поверхностей / А.Е. Проволоцкий, С.П. Лапшин, С.Л. Негруб, В.М. Ласкин // Резание и инструмент в технологических системах. – Харьков, 2004. – Вып. 66. – С. 153-162.

### Bibliography:

1. Burlakova G.Yu. Expansion of technological possibilities of universal oscillation equipment / G.Yu. Burlakova, L.M. Lubenskaya, A.V. Romanchenko // Galuzeve mashinobuduvanny, budivnytstvo : Collection sciences of works. Poltavskogo national technical university im. U.Kondratyuka. - Poltava, 2009. – Iss. 3(25). – P. 36-39. (Rus.)
2. Provolotskiy A. E. Development of computer-integrated technologies of finish treatment / A. E. Provolotskiy, S.L. Negrub // Cutting and tool is in the technological systems. – Kharkov, 2007. – Iss. 73. – P. 257-262. (Rus.)
3. Provolockiy A.E. Forming of developed mikroreliefs of surfaces / A.E. Provolockiy, S.P. Lapshin, S.L. Negrub, V.M. Laskin // Cutting and instrument in the technological systems. – Kharkov, 2004. – Iss. 66.— P. 153-162. (Rus.)

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

Статья поступила 06.11.2013