

**ЖИДКОСТНЫЕ СТРУИ – ОСНОВА ПРОЦЕССА МОЙКИ**

*Гладушняк Александр Карпович д.т.н., профессор  
Всеволодов Александр Николаевич к.т.н., доцент  
Петровский Вячеслав Викторович инженер.  
Одесская национальная академия пищевых технологий  
Gladushnyak O.  
Vsevolodov O.  
Petrovskiy V.  
Odessa national academy of edible technologies*

***Анотация:** статье изложен вопрос о значении жидкостных струй в промышленных способах мойки тары и растительного сырья в пищевой промышленности. Рассмотрена общая технологическая схема мойки тары для упаковки и хранения пищевых продуктов. Приведен анализ способов механического воздействия на остатки загрязнений на таре, рассмотрены их недостатки и преимущества. Доказано, что энергия струи зависит от массы и скорости истекающей жидкости, а при определенном диаметре отверстия истечения – от коэффициента расхода  $\mu$  и давления жидкости  $P$  у насадка.*

***Ключевые слова:** жидкостные струи, компактный, раздробленный, распыленный, загрязнения, коэффициент расхода, давление, насадка.*

Основной технологической операцией при приготовлении пищевых продуктов короткого или длительного хранения при любом температурном режиме хранения является процесс мойки сырья, из которого изготавливают пищевые продукты, оборудования или аппаратов, которые используют при приготовлении пищевых продуктов и тары, в которую фасуется готовый продукт. Эту истину знают все от мала до велика.

Но основой процесса мойки при промышленных методах и при индивидуальных методах изготовления пищевых продуктов является струйная обработка.

Общая технологическая схема мойки тары для упаковки и хранения пищевых продуктов, консервированных в стеклянной таре, особенно оборотной, состоит из: 1 - предварительный подогрев до температуры 30...40°C в течение 1...2 минут, обычно рабочей средой является вода чистая либо с небольшим содержанием моющих средств, операция, предназначенная для сохранения стеклотары от термического боя, так как стекло бутылок выдерживает без боя температурный перепад 30°C, а консервной каленой стеклотары 40 С, сугубо процесс осуществляется либо погружением тары в жидкость, либо тара орошается струями жидкости, время процесса до 2 минут; 2 - отмочка, рабочая среда – моющий раствор температурой 60...70°C, время процесса 6...30 минут в зависимости от вида загрязнения и его адгезионной способности, методом погружения тары в моющий раствор, отмочка предназначена для химического взаимодействия состава загрязнения, с составными детергентами моющего раствора; 3 - струйная обработка наружной поверхности тары моющим раствором, время 1 минута, назначение – снятие этикеток; 4 - струйная обработка внутренней и наружной поверхности моющими растворами, время 4...6 минут, назначение – снятие загрязнений с поверхности тары; 5 - струйная обработка внутренней и наружной поверхности тары оборотной водой, время 4...6 минут, рабочая среда – оборотная вода с температурой 90...95°C, процесс предназначен для снятия с поверхности тары остатков детергентов моющего раствора; 6 - струйная обработка всех поверхностей тары чистой проточной водой температурой 40...70°C в течение 2...3 минут, назначение – снятие остатков составных детергентов моющего раствора; 7 - струйная обработка в течение 1 минуты паром, стерилизация используется не во всех конструкциях машин и не всегда.

Из перечисленных процессов мойки оборотной тары только процесс отмочки осуществляется без струйной обработки поверхностей тары.

Вся эта общая технологическая схема процесса мойки стеклянной тары относится только к оборотной таре, которая закупоривается по системе СКО и которая используется на малых предприятиях консервной, винодельческой, пивоваренной промышленности.

В настоящее время на крупных консервных предприятиях используется только новая стеклотара, закупориваемая системой винтового способа винтовыми крышками. Санитарная обработка новой тары заключается только ополаскиванием чистой проточной питьевой горячей водой способом струйной обработки.



В моечных машинах для растительного сырья процесс чистового ополаскивания чистой проточной питьевой водой также осуществляется гидравлическими струями.

Жестяная герметичная тара моется аналогично новой стеклянной.

Поэтому целесообразно ознакомиться с жидкостными струями более детально.

После процесса отмочки на поверхности оборотной тары или сырья остается часть загрязнений, которые можно удалить только механическим способом, используя для этого ерши, щетки, жидкостные струи с наполнителем, жидкостные струи без наполнителя, паровые струи, газовые струи, жидкостные с воздухом и т.д.

Каждый из перечисленных способов механического воздействия имеет свои преимущества и недостатки, например, щетки и ерши не нашли широкого распространения при мойке пищевой тары всех видов из-за низкой производительности и возможности попадания щетины или волоса в тару, которые после ополаскивания остаются внутри тары.

Кроме этого, щетки и ерши являются переносчиками микроорганизмов, а нередко и очагов бактериального обсеменения. При использовании щеток и ершей усложняется конструкция машины, так как ерш или щетка нуждаются в приводе для осуществления сложного движения (возвратно-поступательного и вращательного).

По эффективности этот способ является приемлемым, хотя необходимо проводить обильное ополаскивание.

Опыты по использованию для мойки только тары (сырья недопустимо) струй с упругими наполнителями (глина, песок, резиновые цилиндрики, хлорвиниловые кольца) показали, что количество упругого наполнителя не должно превышать 10...12% к объему моющего раствора. Диаметры отверстий истечения должны составлять не меньше трех диаметров частиц наполнителя.

Хорошие результаты этот способ дает при низких температурах моющего раствора. Твёрдые наполнители [4] (песок) нарушают целостность поверхностного слоя стеклотары с образованием микротрещин (матовый покров), что в дальнейшем при перепадах температур приводит к растрескиванию стеклотары. Применяется в тех случаях, когда тара особенно загрязнена пленками растительных масел и не подвергается значительным перепадам температур.

Хлорвинил при температуре 70...80°C теряет упругость и никакого влияния на процесс мойки не оказывает. Резина при низких температурах моющего раствора сокращает время отмочки вдвое при уменьшении энергозатрат на процесс мойки. Однако резина быстро изнашивается. При температуре моющего раствора 85...90°C эффективность применения любого наполнителя в моющем растворе резко падает.

Кроме этого, установка для мойки с упругим наполнителем очень сложна, а сам наполнитель может вызвать бактериальное обсеменение тары. В тех случаях, когда бактериальная обсемененность не является одним из показателей чистоты при мойке и процесс мойки необходимо вести при низких температурах, использование упругого наполнителя дает хорошие результаты.

Использование струй пара и горячего газа в процессе окончательного удаления загрязнения при мойке тары изучено мало, так как в современных моющих машинах этот процесс используется по существу окончательным процессом для удаления возможных остатков микрофлоры.

Использование гидравлических струй [2,3] без наполнителей для механического воздействия на загрязнения или для окончательного удаления загрязнений с поверхности тары (шприцевание), широко используется в современных машинах и установках.

Незаполненная гидравлическая струя состоит из трех структурных участков: компактного, раздробленного и распыленного (рис. 1).

Опытами установлено, что движение жидкостной струи на выходе из насадка и по траектории полета, является волнообразно-колебательным. Переход от одного участка струи к другому происходит плавно без ярко выраженных границ участков.

В пределах компактного участка струи сохраняется сплочённость потока, струя имеет цилиндрическую или близкую к ней форму. В пределах раздробленного участка струи нарушается сплошность потока, струя разрушается на части и расширяется. Распыленный участок состоит из отдельных рассеивающихся капель жидкости. Распад струи происходит под влиянием действующих на неё сил тяжести, сопротивления воздуха и внутренних сил, вызываемых турбулентностью потока и колебательно-волновым характером движения жидкостной струи. На определённой стадии распада в качестве дополнительных сил, способствующих распаду струи на капли, будут действовать силы поверхностного натяжения, которые помогают частицам распавшейся струи принять форму шара или геометрической фигуры с наименьшей боковой поверхностью.

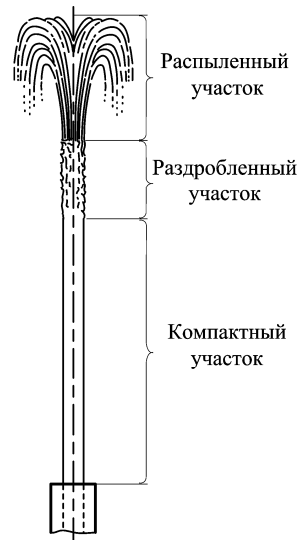


Рис. 1. Схема вертикальной жидкостной струи

К гидравлическим струям, применяемым для процесса мойки, в каждом конкретном случае предъявляют особые требования. В частности, для процесса мойки необходима струя, обладающая довольно большим запасом энергии (работы) на большом удалении от насадка. Такими свойствами обычно обладает струя жидкости с развитым компактным участком. Такие струи получаются при истечении жидкости из простых насадков, коноидальных, конических сходящихся, цилиндрических и просто из отверстий в тонкой стенке, хотя в последнем случае длина компактного участка струи значительно меньше, чем при истечении из насадка.

Ввиду того, что на предприятиях большой производительности в настоящее время используется только новая стеклотара, в моечных машинах для новой стеклотары целесообразно использовать раздробленные и распыленные участки струи, которые создают возможность охватывать большую площадь поверхности стеклотары, чем компактные участки струи, уменьшается расход питьевой воды. Длина отверстия насадка должна быть в пределах трех-четырёх диаметров истечения, т.е.  $L = (3...4)d$  [1,5,6]. При меньшей длине насадок работает в режиме отверстия в тонкой стенке, при большей – возникают дополнительные путевые сопротивления, уменьшающие энергию струи.

Устройство шприцевых сборок в моющих машинах очень простое и безотказное в работе, так как конструктивно они представляют собой коллектор с насадками.

В моечных машинах шприцевание осуществляется насадками различных видов, через которые осуществляется истечение моющего раствора, либо чистой питьевой воды в виде жидкостной струи в основном круглого сечения.

Целесообразно использовать насадки с плоскими струями. Плоская струя охватывает значительно большую отмываемую поверхность, чем круглая.

При истечении жидкости через насадок потенциальная энергия жидкости превращается в кинетическую. Струя жидкости, выходящая из насадка обладает определённым запасом кинетической энергии  $E$  (Вт):

$$E = \frac{mv^2}{2} \quad (1)$$

где  $m$  – масса истекающей жидкости, кг;  $v$  – скорость истечения жидкости из насадка, м/с.

$$v = \varphi \sqrt{\frac{2P}{\rho}} \quad (2)$$

где  $\varphi$  – скоростной коэффициент;  $\rho$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;  $P$  – давление жидкости у насадка, Па.

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \xi}} \quad (3)$$

где  $\alpha$  – коэффициент неравномерности распределения скорости по сечению потока (принимают  $\alpha = 1$ );  $\xi$  – коэффициент сопротивления насадка, местное сопротивление.

Действительный секундный расход жидкости з насадка,  $Q$  (м<sup>3</sup>/с):



$$Q = \mu \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{\frac{2P}{\rho}} \quad (4)$$

где  $\mu$  – коэффициент расхода;  $d$  – диаметр отверстия истечения, м.  
Секундная кинетическая энергия или мощность струи у насадка  $E_{сек}$  (Вт)

$$E_{сек} = \frac{m_{сек} v^2}{2} = \frac{Q \rho v^2}{2} = \frac{\pi \mu \varphi^2 d^2 \rho}{8} \cdot \left(\frac{2P}{\rho}\right)^{3/2} \quad (5)$$

Из зависимости 1 и 5 видно, что энергия струи зависит от массы и скорости истекающей жидкости, а при определенном диаметре отверстия истечения – от коэффициента  $\mu$  и давления жидкости у насадка  $P$ .

Для насадков длиной  $L = (3...4)d$ ,  $\mu = \varphi$ , а  $\varphi$  зависит от  $\zeta$ . В табл. 1 приведены гидравлические характеристики простых насадков.

Таблица 1

Гидравлические характеристики простых насадков

Вид насадка	Коэффициент расхода $\mu$	Скоростной коэффициент $\varphi$	Коэффициент сопротивления $\zeta$
Коноидальный (по форме струи)	0,98	0,98	0,04
Круглое отверстие в тонкой стенке	0,62	0,97	0,06
Цилиндрический	0,82	0,82	0,5
Конический сходящийся, конусность 14°30'	0,95	0,96	0,09
Конический расходящийся	0,48	0,48	3,3

Подставляя значение коэффициента расхода  $\mu$  и коэффициента скорости  $\varphi$  для простых насадков и отверстия в тонкой стенке в зависимость 5 (при прочих равных условиях) получим, что наибольшей энергией обладает струя, истекающая из коноидального насадка, затем идет последовательно конически сходящийся насадок, отверстие в тонкой стенке, цилиндрический и конический расходящийся насадки.

Коноидальные и конические сходящиеся насадки очень трудно изготавливать, поэтому обычно используют цилиндрические насадки. Однако анализ энергетических свойств моющих струй, истекающих из различных насадков, показывает, что если невозможно использовать коноидальный и конический сходящийся насадки, то целесообразно везде, где это возможно, использовать круглое отверстие в тонкой стенке, либо цилиндрический насадок, что мы имеем в настоящее время.

В общем случае величина коэффициента расхода  $\mu$  является переменной и зависит от режима течения и диаметра отверстия истечения.

#### Список літератури

1. Агроскин, И.И. Гидравлика [Текст] / И.И. Агроскин, Г.Т. Дмитриев, Ф.И. Пикалов; под ред. И.И. Агроскина. – [4-е изд.] – Л.; М.: Энергия, 1964. – 352 с.
2. ай Шы-И. Теория струй [Текст] / Бай Шы-И; [пер. с англ. И.Б. Иконникова]. – М.: Физматгиз, 1960. – 326 с.
3. Гладушняк А.К. О мойке консервной стеклотары / Гладушняк А.К. // «Известия вузов. Пищевая технология», 1962, №3, 71-73 с.
4. Жвалевский А.С. Моющий эффект струи жидкости с твердым наполнителем / Жвалевский А.С., Дыро П.Р. // «Сборник ЦИНТИ пищедрома. Пищевая промышленность (консервная, овощесушильная и пищекокцентратная)» 1961, №2, 37-38 с.
5. Чугаев, Р. Р. Гидравлика [Текст] / Р.Р. Чугаев. – Л.: Энергоиздат, 1982. – 671 с.
6. Штеренлихт, Д. В. Гидравлика [Текст] / Д.В. Штеренлихт. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 349 с.

#### References

1. Agroskyn, Y.Y. Gydravlyka [Tekst] / Y.Y. Agroskyn, G.T. Dmytryev, F.Y. Pykalov; pod red. Y.Y. Agroskyna. – [4-e yzd.] – L.; M.: Enerhyja, 1964. – 352 s.
2. Baj Shy-Y. Teoryja struj [Tekst] / Baj Shy-Y; [per. s angl. Y.B. Ykonnykova]. – M.: Fyzzmatgyz, 1960. – 326 s.
3. Gladushnjak A.K. O moyke konservnoj steklotary / Gladushnjak A.K. // «Yzvestyja vuzov. Pyshhevaia tehnologyja», 1962, №3, 71-73 s.
4. Zhvalevskij A.S. Mojushhyj effekt struy zhydkosty s tverdym napolnytelem / Zhvalevskij A.S., Dyro P.R. // «Sbornyk SYNTY pyshhe-proma. Pyshhevaia promyshlennost' (konservnaja, ovoshhesushyl'naja y pyshhekoncentratnaja)» 1961, №2, 37-38 s.
5. Chugaev, R. R. Gydravlyka [Tekst] / R.R. Chugaev. – L.: Energozdat, 1982. – 671 s.



б. Shterenlyht, D. V. Gydravlyka [Tekst] / D.V. Shterenlyht. – М.: Energoatomyzdat, 1991. – 349 s.

### РІДИННІ СТРУМЕНІ - ОСНОВА ПРОЦЕСУ МИТТЯ

**Анотація:** у статті викладено питання про значення рідинних струменів в індустріальних способах миття тари та рослинної сировини в харчовій промисловості. Розглянуто загальну технологічну схему миття тари для упаковки і зберігання харчових продуктів. Приведений аналіз способів механічного впливу на залишки забруднень на тарі, розглянуті їх недоліки та переваги. Доведено, що енергія струменя залежить від маси і швидкості рідини, що витікає, а при певному діаметрі отвору витікання - від коефіцієнта витрат  $\mu$  і тиску  $P$  рідини у насадці.

**Ключові слова:** рідинні струмені, компактний, роздроблений, розпилений, забруднення, коефіцієнт витрат, тиск, насадка.

### LIQUID STREAMS - THE BASE FOR WASHING PROCESS

**Summary:** this article outlines the question of the value of liquid streams in vegetable raw materials and their containers industrial washing in the food processing industries. The general technological scheme of washing of the container for foodstuff packing and storage is studied. The analysis of mechanical impact instruments on the remains of pollution in the container is displayed, with their shortcomings and advantages considered. It is proved that energy of a stream depends on the weight and speed of the expiring liquid, and with a certain diameter of an opening of the expiration – it depends on expense coefficient  $\mu$  and liquid  $P$  pressure at a nozzle.

**Keywords:** liquid streams, compact, shattered, sprayed, pollution, expense coefficient, pressure, a nozzle.