УДК 658.562

**Е.В.ГАТИЛОВА, А.Г. ИВАХНЕНКО**

# ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ТОЧНОСТЬ ДОЗИРОВАНИЯ ЖИДКОСТЕЙ АВТОМАТАМИ РОЗЛИВА

*Рассматривается точность дозирования жидкостей автоматами розлива, выявлены основные факторы, влияющие на точность дозирования жидкостей автоматами розлива.*
***Ключевые слова:*** *автомат розлива, точность, дозирование.*

**Введение.** Для розлива жидкостей современные предприятия, работающие в пищевой отрасли, используют разливочные автоматы, принцип действия которых основан на разных методах наполнения бутылок жидкостью. В зависимости от заданных технико-технологических условий проведения процесса розлива и от свойств разливаемой жидкости их можно разделить на три группы: барометрические, сверхбарометрические и вакуумные.

В первом случае истечение жидкости из дозатора или расходного бака происходит только в поле действия гравитационных сил (самотеком) при нормальном (атмосферном) давлении. В таких разливочных автоматах скорость наполнения тары определяется только гидростатическим давлением жидкости.

Сверхбарометрический розлив также характеризуется истечением жидкости из дозатора или из расходного бака только в поле действия гравитационных сил, но при избыточном давлении в дозаторе или расходном баке и в наполняемой таре, которая в этом случае должна быть герметизирована. Повышенное давление применяется при розливе газированных и пенящихся жидкостей, т.е. для напитков, содержащих $CO_2$. При нормальном давлении они начали бы пениться, и ни одна бутылка не наполнилась необходимым количеством изделия.

Розлив жидкости под вакуумом допускает использование двух вариантов: если разрежение (вакуум) создается только в таре, то истечение жидкости происходит под действием разности давлений в расходном баке (атмосферное) и в таре (разрежение); если разрежение создается и в таре, и в расходном баке, то истечение жидкости происходит в поле действия гравитационных сил (самотеком).

Независимо от условий розлива дозировать жидкость можно по объему или уровню.

Наполнение бутылок по уровню является наиболее распространенным видом розлива, при котором заполнение бутылки производится до определенного уровня, рассчитанного от горлышка бутылки, и определяется положением перекрываемого воздушного отверстия на сливной трубке разливочного автомата [1]. Качественный розлив изделия по уровню возможен только в том случае, если используемые при розливе стеклянные бутылки отличаются стабильностью по показателям полной вместимости и номинальной вместимости по уровню заполнения, а пластиковые бутылки выдержаны по размерам в пределах разрешенных допусков. Эти показатели, в свою очередь, зависят от толщины стенок бутылок, используемых при розливе. При достаточно стабильной высоте бутылок (на практике у большинства производителей высота бутылок одного вида и наименования обычно одинакова и колеблется в пределах 1 мм), толщина их стенок – величина менее стабильная (в партии встречаются бутылки как с более тонкими, так и с более толстыми стенками). В бутылках, где толщина стенок больше, полная вместимость меньше, а, следовательно, уровень заполнения этих бутылок изделием должен быть выше, чем в бутылках, у которых толщина стенок меньше, а полная вместимость больше.

Использование при розливе изделий по уровню тары с разной толщиной стенок, и, как следствие этого, нестабильной по показателям полной вместимости и номинальной вместимости

по уровню заполнения, приводит к невозможности выставить на автомате розлива оптимальный уровень налива изделия в бутылки, т.е. уровень, при котором наполненные изделием бутылки соответствуют требованиям, предъявляемым к ним нормативной документацией, а траты на розлив не превышены.

При розливе изделия по объему бутылки наполняются необходимым количеством изделия при помощи дозирующих аппаратов-мерников определенного объема. Введение объемной дозировки было вызвано тем, что бутылки вследствие их неточного изготовления имеют неодинаковую полную вместимость, и для них по этой причине тяжело выставить единый уровень налива изделия в бутылки [1]. Дозирование изделий по объему играет важную роль при осуществлении розлива жидкостей в тару, нестабильную по толщине стенок, а, следовательно, нестабильную по показателям полной вместимости и номинальной вместимости по уровню заполнения.

В настоящее время на современных предприятиях, работающих в продовольственной отрасли, предпочтение отдается розливу изделий по уровню, так как этот вид розлива позволяет получать продукцию более привлекательную для потребителя по сравнению с продукцией, разлитой по объему. Происходит это потому, что при розливе изделия по уровню для всех бутылок партии выставляется единый уровень налива изделия в бутылки, а при розливе изделия по объему бутылки одной партии наполняются необходимым количеством изделия без учета уровня налива в них, вследствие чего получается, что при розливе изделия по объему бутылки одной партии наполнены изделием на разном уровне, хотя во всех, на самом деле, налита норма изделия, и у потребителя создается впечатление, что в одних бутылках изделия налили столько, сколько указано на этикетке, а в других в целях экономии его налили меньше, чем положено.

Розлив жидкости как по объему, так и по уровню осуществляют разливочными автоматами различной конструкции. Современные автоматы розлива можно условно разделить на автоматы розлива линейного типа и автоматы розлива карусельного (ротационного) типа. Розлив на автомате линейного типа предусматривает подачу в автомат сразу нескольких единиц тары, выстроенных в ряд и их одновременное наполнение. Розлив на автомате карусельного типа отличается от линейного тем, что бутылки (банки) поступают в автомат розлива и наполняются последовательно. Ранее подавляющее большинство разливочных автоматов независимо от принципа их действия относилось к машинам ротационного типа (например, отечественные ВАР-6, Д9-ВАР-6, Т1-ВРА-6А, Д9-ВР2М-6; импортный разливочно-укупорочный моноблок RC-TK 32-8 итальянской фирмы «Melegari S.P.A.»). В настоящее время все большее распространение получают разливочные автоматы линейного типа (например, машина розлива ММЗ ООО «НПФ Мегамаш»).

Оборудование для розлива представлено различными конфигурациями автоматов:

– единичный автомат розлива (моноблок) как основное устройство всего оборудования линии розлива, в котором производится розлив и жидкости в тару, и ее укупорка;

– триблок, когда в автомате одновременно выполняется ополаскивание тары, розлив жидкости и укупорка;

– квадриблок, когда к триблоку подключается дополнительный автомат укупорки другим видом колпачка, данные возможности предусмотрены лишь для машин роторного типа.

**К важнейшим показателям процесса розлива жидкостей** по объему относят полноту налива жидкости в бутылки, а при розливе по уровню – не только полноту налива жидкости в бутылки, но еще и уровень налива жидкости в бутылках.

На полноту и уровень налива изделия в бутылки существенное влияние оказывает не только стабильность используемой при розливе тары по показателям полной вместимости и номинальной вместимости по уровню заполнения, но также точность дозирования изделия самим автоматом розлива. Точность дозирования жидкости является важнейшим показателем качества работы любого автомата розлива. Вот почему современные предприятия, работающие в пищевой

отрасли, лица, заинтересованные в качестве выпускаемой ими продукции, стараются приобретать автоматы розлива, отличающиеся не только необходимой производительностью и доступной ценой, но также высоким показателем точности дозирования изделия. С течением времени под воздействием различных процессов (внешних и внутренних) технические характеристики и высококачественного автомата розлива будут ухудшаться.

При эксплуатации оборудование подвергается многочисленным внешним и внутренним воздействиям. Все виды энергии (механическая, тепловая и др.), действуя на оборудование и его механизмы, вызывают целый ряд нежелательных процессов, создают условия для ухудшения технических характеристик, вызывают погрешности в функционировании и снижают качество заданного технологического процесса.

На изменение показателей качества работы оборудования влияет скорость процессов, действующих на его узлы и механизмы. По скорости протекания все процессы можно разделить на три категории: быстропротекающие, процессы средней скорости и медленные.

Быстропротекающие процессы имеют периодичность, измеряемую обычно долями секунды. Эти процессы заканчиваются в пределах цикла работы оборудования и вновь возникают при начале следующего цикла.

Процессы средней скорости протекают за время непрерывной работы оборудования, и их длительность измеряется обычно в минутах или часах.

Медленные процессы протекают в течение всего периода эксплуатации оборудования и проявляются, как правило, между его периодическими ремонтами, длятся дни и месяцы. К таким процессам относятся изнашивание основных механизмов оборудования, коррозия и др. Эти процессы влияют на точность, КПД и другие характеристики оборудования, но происходят очень медленно.

Для обеспечения работоспособности оборудования необходимо не только иметь заданные начальные характеристики оборудования, но и создать такую конструкцию, которая имела бы высокую сопротивляемость по отношению к воздействию различных процессов, изменяющих его выходные параметры [2]. Для автомата розлива выходным параметром, определяющим качество дозирования им изделия, является точность дозирования, которая напрямую зависит от его начальных параметров. В свою очередь, начальные параметры автомата розлива зависят не только от оказываемых на них различных внешних и внутренних воздействий, но и от принципа действия автомата розлива (барометрический, сверхбарометрический или вакуумный).

Рассмотрим начальные параметры автомата розлива, определяющие точность дозирования им изделий, на примере разливочно-укупорочного моноблока RC-TK 32-8 итальянской фирмы «Melegari S.P.A.». Данная машина представляет собой моноблок ротационного типа, включающий в себя установку для создания вакуума, распределитель колпачков, турникетный стол, фасовочную и укупорочную части, которые смонтированы на общем основании. Фасование изделия в бутылки производится под действием силы тяжести. Сущность процесса заключается в том, что наполнение бутылок происходит при наличии вакуума в наджидкостной части разливного блока и в самой бутылке, при этом стекание изделия в бутылку происходит самотеком.

Автоматический процесс работы данного моноблока происходит непрерывно и состоит из следующих операций:

– прием бутылок с цеховых транспортирующих устройств;

– деление потока бутылок по шагу при помощи делительного шнека;

– подача бутылок на фасовочную карусель автомата розлива;

– отсасывание из бутылок атмосферного воздуха через вакуумные трубки, находящиеся внутри сливных трубок разливных стаканчиков, и наполнение (через сливные трубки) бутылок

изделием до уровня, выставленного с помощью резиновых колец, надетых на сливные трубки разливных стаканчиков автомата розлива (рис.1);

– удаление с фасовочной карусели автомата розлива бутылок, наполненных изделием, и их дальнейшее следование на укупорочный автомат.

К начальным параметрам, влияющим на точность дозирования изделия в бутылки данным моноблоком, относятся следующие:

– скорость вращения фасовочной карусели автомата розлива (она должна быть такой, чтобы бутылки успевали наполняться изделием до требуемого уровня за один оборот фасовочной карусели автомата розлива и при этом обеспечивала необходимую производительность);

– состояние резиновых уплотнителей, с помощью которых в системе «бутылка – разливной стаканчик» создается герметичность (резиновые уплотнители должны быть упругими и равномерными по толщине);

– величина разрежения (отрицательного давления), создаваемого эксгаустером в верхней части разливного блока автомата розлива (благодаря разрежению из бутылок через вакуумные трубки разливных стаканчиков автомата розлива вытягивается атмосферный воздух, место которого занимает разливаемое изделие, поступающее в бутылки через сливные трубки разливных стаканчиков. Значение разрежения, создаваемого в разливном блоке автомата розлива эксгаустером, должно строго контролироваться наладчиками цеха розлива);

Рис.1. Сливная трубка разливного стаканчика автомата розлива с резиновыми кольцами толщиной 8, 5, 2 и 1 мм

– состояние сливных и расположенных в них вакуумных трубок разливных стаканчиков автомата розлива (трубки должны быть прямыми и не подвергнуты электрохимической коррозии);

– состояние механизмов поджима бутылок фасовочной карусели автомата розлива (механизмы поджима бутылок должны находиться в рабочем состоянии и не должны быть подвергнуты электрохимической коррозии);

– состояние уплотнительных резиновых колец, расположенных на стыках вакуумных и сливных трубок разливных стаканчиков автомата розлива, обеспечивающих герметичность этих стыков, а, следовательно, и герметичность самих разливных стаканчиков (уплотнительные резиновые кольца должны быть упругими и равномерными по толщине);

– состояние резиновых колец, с помощью которых выставляют необходимый уровень налива изделия в бутылки (они должны быть упругими и установленной толщины).

За время эксплуатации данного автомата розлива в нем происходят быстропротекающие и медленные процессы, влияющие на его характеристики, вызывающие погрешности в функционировании и снижающие качество процесса розлива.

К быстропротекающим процессам, возникающим в автомате розлива и влияющим на точность дозирования им изделий, относится погнутость сливных трубок разливных стаканчиков вследствие подхода под разливные стаканчики бутылок с нестандартными (кривыми или утолщенными) горлышками. Погнутость сливных трубок в результате попадания в автомат розлива нестандартных бутылок происходит быстро в течение одного полного цикла вращения фасовоч-

ной карусели, так как даже разовое застревание нестандартных бутылок в разливных стаканчиках или попадание таких бутылок в сливные трубки приводит к погнутости последних.

На рис.2 показано влияние различных процессов на начальные параметры разливочно-укупорочного моноблока RC-TK 32-8 итальянской фирмы «Melegari S.P.A.».

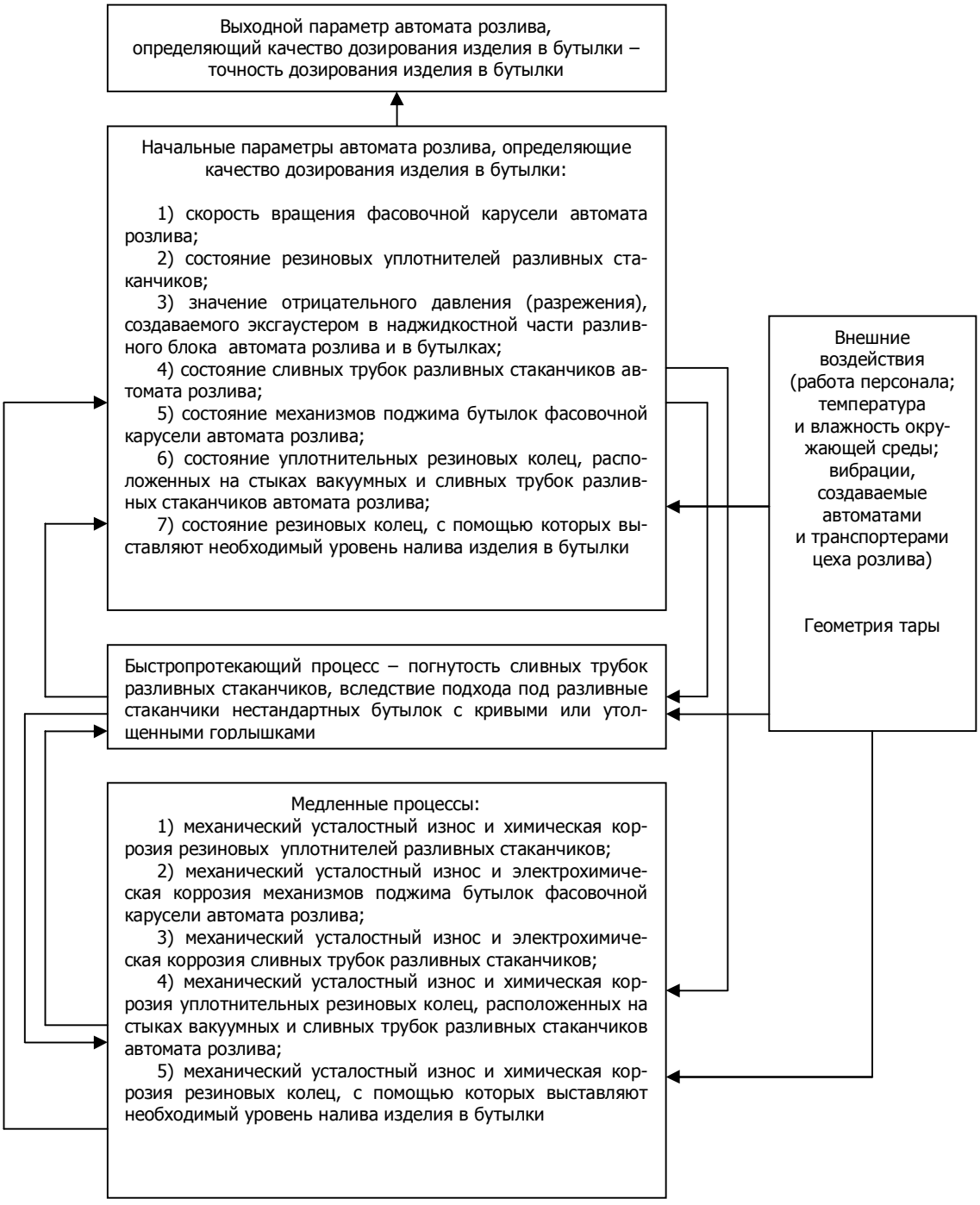


Рис.2. Влияние различных процессов на начальные параметры разливочно-укупорочного моноблока RC-TK 32-8 итальянской фирмы «Melegari S.P.A.»

На точность дозирования изделий автоматом розлива влияют четыре группы факторов:

– конструктивные особенности автомата розлива (геометрические и гидродинамические характеристики дозатора, сливного тракта, чувствительность поплавковой системы и т.п.), обусловливающие точность дозирования автомата розлива, т.е. точность дозирования им изделия в условиях правильной эксплуатации и без учета влияния на работу внешних и внутренних воздействий. Точность дозирования изделия автоматом розлива указывается в паспорте. Например, в соответствии с паспортом на барометрический автомат розлива Ж7-ДНП-3 ротационного типа, осуществляющий розлив изделий по объему, при розливе им изделия в бутылки номинальной вместимостью 0,5 л точность дозирования колеблется в пределах от +5 мл до –5 мл; в соответствии с паспортом на сверхбарометрическую машину розлива ММ3 линейного типа фирмы «Мегамаш», осуществляющую розлив изделий по уровню в тару объемом до 1,5 л, точность наполнения ей бутылок по уровню колеблется в пределах от +1 мм до –1 мм;

– условия эксплуатации автомата розлива. Условия эксплуатации автомата розлива, необходимые для его нормальной работы, приводятся в технической документации (паспорт, техническое описание и инструкция по эксплуатации, руководство по эксплуатации автомата розлива) [1];

– медленные процессы, протекающие в автомате розлива при его эксплуатации;

– внешние воздействия, оказываемые на автомат розлива.

**Выводы.** Таким образом, выявлены основные факторы, влияющие на точность дозирования жидкости автоматами розлива. Усиленный контроль этих факторов помогает предотвращать снижение точности дозирования жидкости автоматами розлива.

**Библиографический список**

1. Зайчик Ц.Р. Оборудование предприятий винодельческой промышленности / Ц.Р. Зайчик. Изд. 2-е. – М.: Пищевая пром-сть, 1977. – 400 с.

2. Проников А.С. Надежность машин / А.С. Проников. – М.: Машиностроение, 1978. – 592 с.

Материал поступил в редакцию 17.11.10

**References**

1. Zaichik C.R. Oborudovanie predpriyatii vinodel'cheskoi promyshlennosti / C.R. Zaichik. Izd. 2-e. – M.: Pischevaya prom-st', 1977. – 400 s. – In Russian.

2. Pronikov A.S. Nadejnost' mashin / A.S. Pronikov. – M.: Mashinostroenie, 1978. – 592 s. – In Russian.

**E.V. GATILOVA, A.G. IVAKHNENKO**

## FACTORS AFFECTING BOTTLING MACHINES METERING ACCURACY

*Bottling machines metering accuracy is considered. Key factors affecting bottling machines accuracy are discovered.*
***Keywords:*** *bottling machine, accuracy, metering.*

**ГАТИЛОВА Елена Вадимовна**, аспирант кафедры «Управление качеством, метрология и сертификация» Курского государственного технического университета. Окончила Курскую государственную сельскохозяйственную академию (2008).
Область научных интересов: управление качеством, метрология, стандартизация и сертификация.
Автор 8 публикаций.

elena-v-gatilova@mail.ru

**ИВАХНЕНКО Александр Геннадьевич** (р. 1962), профессор кафедры «Управление качеством, метрология и сертификация» Курского государственного технического университета, доктор технических наук (1999), профессор (2008). Окончил Хабаровский политехнический институт (1984).
Область научных интересов: управление качеством, станкостроение.
Имеет 2 патента на изобретения.
Автор 115 публикаций.

ivakhnenko2002@mail.ru

**Elena V. GATILOVA,** Postgraduate student of the Quality Management, Metrology and Certification Department, Kursk State Technical University. She graduated from Kursk State Agricultural Academy (2008).
Research interests: quality management, metrology, standardization and certification.
Author of 8 publications.

**Alexander G. IVAKHNENKO** (1962), Professor of the Quality Management, Metrology and Certification Department, Kursk State Technical University. PhD in Science (1999), professor (2008). He graduated from Khabarovsk State Technical University (1984).
Research interests: quality management, machine-tool building.
Author of 115 publications and 2 patents.