

батываемой поверхности. Поэтому станки с колебательным или поступательным рабочим движением не могут быть рекомендованы для операций шлифования и полирования таких хрупких материалов как ниобат лития.

Процесс шлифования на станке с вращательным движением притира показал удовлетворительные результаты по качеству обработки. Как при обработке свободным абразивом, так и при обработке связанным абразивом крупных сколов не было. Размеры микросколов на кромках пластин в большинстве своем соизмеримы с глубиной нарушенного слоя и могут быть удалены на операции полирования.

Таким образом, результаты сравнительных экспериментов показали, что для механизации и автоматизации процессов шлифования и полирования торцов пластин из ниобата лития, имеющих небольшие габариты и вес, целесообразно использовать станки с вращательным рабочим движением инструмента.

По сравнению с обработкой свободным абразивом процесс шлифования связанным абразивом имеет следующие преимущества: 1) не требует большего расхода абразивного материала; 2) менее трудоемкий на операции промывки; 3) характеризуется более благоприятными санитарно-гигиеническими условиями труда. Резервом повышения производительности шлифования связанным абразивом (без

ущерба для качества) является оптимизация характеристики алмазных притиров и, прежде всего, по зернистости и типу связки. Однако, это требует проведение дополнительных экспериментальных исследований.

Список литературы

1. **Винокуров В. М., Ардамацкий А. Л., Попов Л. В.** Структура разрушенного слоя // Формообразование оптических поверхностей: Сб. статей / Под редакцией К. Г. Куманина. — М.: Оборонгиз, 1962. — С. 7—57.
2. **Качалов Н. Н.** Технология шлифовки и полировки стекла. — М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1953. — 382 с.
3. **Александров И. Е.** Об оптимальных условиях шлифования оптических деталей. М.: Оборонгиз, 1953. — 83 с.
4. **Ардамацкий А. Л.** Алмазная обработка оптических деталей. Л.: Машиностроение, 1978. — 232 с.
5. **Справочник оптика технолога.** СПб.: Политехника, 2004. — 679 с.
6. **Артемов А. С.** Наноалмазы для полирования // Физика твердого тела. — 2004. — Т. 46 (вып. 4). — С. 89—97.
7. **Бакуль В. Н.** Основы проектирования и технология изготовления абразивного и алмазного инструмента. — М.: Машиностроение, 1975. — 296 с.
8. **Ханов А. М., Муратов Р. А., Гашев Е. А. Муратов К. Р.** Технология и оборудование с растровой кинематикой для формирования шероховатости поверхностей постоянной кривизны в нанометровом интервале // СТИН. — 2010. — № 2. — С. 13—16.
9. **Растровый метод обработки прецизионных поверхностей / В. Н. Анциферов, А. М. Ханов, Р. А. Муратов и др.** Изв. Самарского науч. центра РАН. — 2011. — Т. 13. — № 1 (3). — С. 512—519.
10. **Ханов А. М., Муратов К. Р., Гашев Е. А.** Управление траекторией рабочего движения при доводке плоскостей // Изв. Самарского науч. центра РАН. — 2011. — Т. 13. — № 1 (3). — С. 667—669.

ПРАКТИКА ЗАВОДОВ, ИНСТИТУТОВ, КБ

УДК 621.9

Автоматизация наполнения гибких контейнеров сыпучими продуктами

А. М. Макаров, д.т.н. Ю. П. Сердобинцев, к.т.н. Е. Г. Крылов

// ВолгГТУ, г. Волгоград. E-mail: amm34@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена задача автоматического манипулирования гибкими контейнерами сыпучих продуктов. *Ключевые слова:* гибкий контейнер, сыпучие продукты, автоматизация контейнерами.

Abstract. The problem of automatic manipulation of flexible containers. *Keywords:* flexible container, loose products, automation.

В настоящее время процессы дозирования, упаковки и транспортировки сыпучих продуктов (СП) занимают одно из ведущих мест в отраслях пищевой, химической, металлургической промышленности, в строительстве и сельском хозяйстве. Важ-

ным этапом в транспортно-технологических схемах доставки СП от производителя к потребителю является процесс их расфасовки в различные виды тары; при этом СП чаще всего упаковывают в мягкую тару [это — гибкие контейнеры (ГК), «биг-бэги», пакеты, эластичная пленка и др.]. ГК или мешки являются наиболее распространенной транспортной мягкой упаковкой, вместимость которых (5—50 кг) ограничена физическими возможностями человека. ГК включают в себя корпус (в виде рукава), прошитое или проклеенное дно и горловину.

Для решения задачи автоматического манипулирования ГК при его наполнении могут быть использованы рычажно-шарнирные захватные устройства (РШЗУ). Разработаны ряд РШЗУ [1—3], содержащие захватные элементы в виде пальцев и привод их перемещения в виде одного или нескольких пневмоцилиндров. РШЗУ [3] способно самостоятельно захватить ГК, лежащий в стопе, раскрыть его и подать под загрузочный патрубок для наполнения (рис. 1).

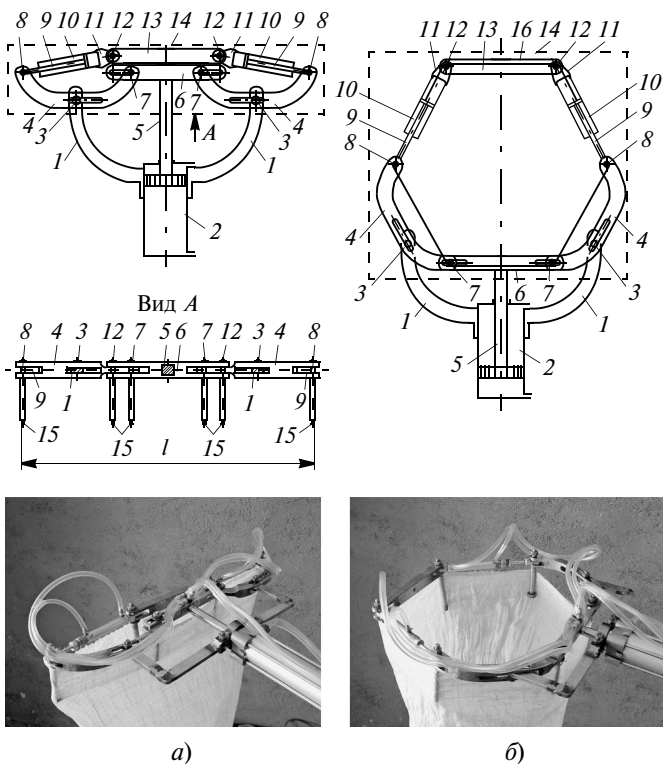


Рис. 1. РШЗУ и его натурный образец в закрытом (а) и открытом (б) положениях

Устройство содержит раму 1, смонтированную на пневмоцилиндре 2, на которой посредством подвижных шарниров 3 установлен рычажно-шарнирный механизм (РШМ) 14, состоящий из двух криволинейных рычагов 4, планки 6, связанной со штоком 5 пневмоцилиндра, двух силовых миницилиндров 10 двустороннего действия с штоками 9 и дополнительной тяги 13. При этом криволинейные рычаги связаны с планкой подвижными шарнирами 7, а с штоками 9 — осевыми шарнирами 8. Дополнительная тяга (связана посредством осевых шарниров 12 и накладок 11) с основаниями миницилиндров. Все пальцы 15, выполняющие функции захватов, расположены соосно осям соответствующих шарниров и перпендикулярно к плоскости РШМ (см. вид А на рис. 1, а).

РШМ при выдвинутом штоке пневмоцилиндра обеспечивает расположение пальцев в ряд; при этом при втянутых штоках силовых миницилиндров расстояние l между крайними боковыми пальцами (см. рис. 1, а) меньше размера горловины сложенного мешка. Поэтому, если обеспечить провисание непрошитой горловины мешка, можно автоматически ввести пальцы РШЗУ в образовавшуюся открытую полость. Затем, посредством выдвигания штоков 9 силовых миницилиндров боковые пальцы устройства раздвигаются, захватывая горловину мешка 16 с внутренней стороны и удерживая ее. При втянутом штоке пневмоцилиндра РШМ обеспечивает расположение пальцев в вершинах правильного выпуклого многоугольника (см. рис. 1, б), тем самым раскрывая и удерживая мешок для наполнения. После наполнения горловина мешка закрывается для прошивки путем выдвиганием штока 5 пневмоцилиндра.

Для экспериментальной проверки работоспособности РШЗУ, а также для определения их режимов работы спроектирован и изготовлен натурный образец РШЗУ (см. фото на рис. 1, а и б) для стандартных гибких контейнеров из полипропилена (ГОСТ Р 52564—2006), со следующими размерами: длина $L = 0,95 (\pm 0,01)$ м; ширина $B = 0,56 (\pm 0,01)$ м.

Лабораторные испытания подтвердили работоспособность РШЗУ, использование которого автоматизирует процесс захвата, раскрытия и удержания гибких контейнеров при наполнении различными сыпучими продуктами.

Для решения задачи полной автоматизации процесса наполнения гибких контейнеров сыпучими продуктами необходима автоматическая линия, в которой в качестве захватного устройства, осуществляющего манипулирование ГК в процессе его захвата, раскрытия, наполнения и прошивки могут быть использованы РШЗУ.

Расфасовка сыпучих продуктов реализована на автоматической линии (рис. 2), которая содержит РШЗУ 1, пневмоцилиндр 2 которого шарнирно установлен на раме 3 и выполнен с возможностью поворота с помощью пневмоцилиндра 4, шарнирно установленного на раме 3. Стопа 5 пустых (непрошитых с одной стороны) контейнеров находится на подъемном столе 6. Вакуумные захваты 7 соединены трубками с системой подачи воздуха и имеют возможность вертикального осевого перемещения с помощью пневмоцилиндра 8.

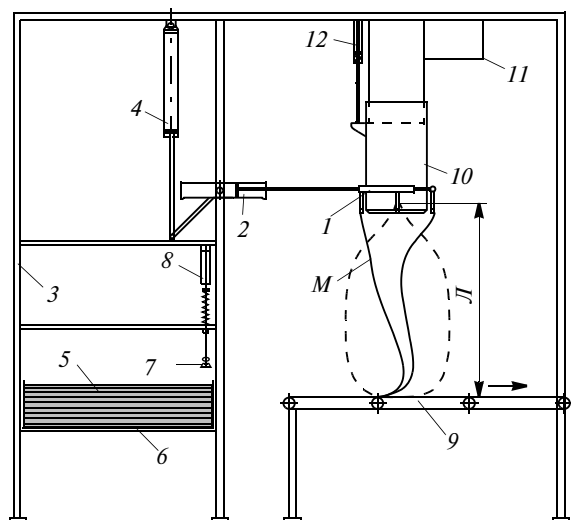


Рис. 2. Наполнение ГК сыпучим материалом

Лента транспортера 9 (см. рис. 2) расположена под загрузочным патрубком 10, соединенным с дозатором 11. Загрузочный патрубок имеет возможность линейного вертикального перемещения с помощью пневмоцилиндра 12.

При начале очередного цикла вакуумные захваты прижимаются к поверхности горловины контейнера *M*, лежащего сверху в стопе, и включается вакуум. Перемещение вакуумных захватов в исходное положение приводит к отделению от стопы и захвату верхнего контейнера *M*, при этом нижняя

часть его горловины провисает под действием собственного веса, открывая внутреннюю полость ГК.

РШЗУ 1 поворачивается по часовой стрелке и его пальцы проникают внутрь приоткрытой горловины гибкого контейнера *M*. Выдвижение штоков пневматических миницилиндров привода РШЗУ разводит крайние боковые шарниры с пальцами; при этом вакуумные захваты отключаются от вакуумной системы, благодаря чему контейнер *M* захватывается и удерживается на пальцах РШЗУ.

Затем РШЗУ возвращается в свое исходное положение и посредством втягивания штока пневмоцилиндра 2 раскрывает горловину контейнера *M*, располагая шарниры с пальцами по периметру горловины раскрытого ГК.

При этом основание ГК находится на ленте транспортера 9 (так как расстояние *L* от ее поверхности до пальцев РШЗУ 1 меньше длины заполненного контейнера *M*) непосредственно под пальцами РШЗУ и загрузочным патрубком 10, который опускается внутрь горловины контейнера *M* до уровня пальцев захватного устройства. Начинается засыпка предварительно взвешенной дозатором 11 порции продукта. По окончании засыпки загрузочный патрубок поднимается в верхнее исходное положение, РШЗУ закрывает горловину ГК (показан пунктиром на рис. 2), втягивая шток пневмоцилиндра 2 и подготавливая гибкий контейнер для прошивки специальной прошивочной машиной.

После прошивки контейнер *M* освобождается от пальцев РШЗУ, и, располагаясь на ленте транспортера, перемещается на пункт отгрузки (складирования). На этом цикл наполнения ГК заканчивается.

Использование предлагаемой конструкции автоматической линии обеспечивает существенное расширение технологических возможностей путем использования РШЗУ, что обеспечивает открытие и удержание (пальцами) ГК под загрузочным патрубком расфасовочной машины при наполнении. При этом основание ГК расположено на ленте транспортера, а загрузочный патрубок, выполненный с возможностью вертикального перемещения, в процессе расфасовки находится внутри ГК, что позволяет обеспечить сохранность продукта и снизить пылевыведение при наполнении ГК. Все это повышает производительность и надежность

устройства. Использование в качестве основного рабочего органа РШЗУ, приводимого в движение пневмоцилиндрами, позволяет осуществлять ряд дополнительных технологических операций с ГК (например, закрытие и растягивание его горловины в линию для прошивки). Таким образом, использование данного устройства создает условия для комплексной автоматизации процесса наполнения ГК сыпучим продуктом.

Список литературы

1. **Макаров А. М., Сердобинцев Ю. П.** Автоматизация процесса наполнения мягкой расфасовочной тары сыпучим материалом // *Современные проблемы науки и образования*. — 2011. — № 6. — URL: www.science-education.ru/100-5113 (дата обращения: 23.11.2012).
2. **Рабинович Л. А., Брискин Е. С., Макаров А. М.** Автоматизация подачи мешков из ткани на рабочие позиции фасовочного оборудования // *Сборка в машиностроении, приборостроении*. — 2009. — № 11. — С. 35—39.
3. **Пат. 2421383 РФ, МПК В 65 В 67/12.** Устройство для автоматического захвата, раскрытия и удержания мешков.

Правила предоставления рукописей в редакцию журнала

Объем статьи не должен превышать 20 страниц (с рисунками и таблицами). Все страницы должны быть пронумерованы.

В состав статьи должны входить следующие сведения:

- УДК (индекс статьи по Универсальной десятичной классификации, <http://teacode.com/online/udc/>);
- ФИО авторов, ученая степень, место работы, страна, город;
- e-mail или телефон для контактов (обязательное требование ВАК);
- название статьи;
- аннотация (1—3 предложения) и ключевые слова на русском и английском языках;
- гранты (указываются ссылкой внизу страницы).

Содержание статьи должно быть структурированным:

- начало — реферативное изложение постановки задачи и возможное применение полученных результатов;
- основная часть — формализованная постановка задачи, предлагаемый метод ее решения, отличие и преимущество от уже известных, примеры, подтверждающие работоспособность и эффективность предложенного решения;
- завершение — обсуждение полученных результатов.

Обозначения и формулы набираются курсивом латинскими буквами (кроме обозначений дифференциалов, матриц, тригонометрических функций), русские и греческие — прямым шрифтом. Формулы (только те, на которые есть ссылки в тексте) нумеруются (порядковый номер в круглых скобках). Следует избегать многострочных и «многоэтажных» формул, исключать промежуточные расчеты, заменять сложные формулы более простыми, используя условные обозначения.

Таблицы следует оформлять на отдельных страницах.

Иллюстрации (схемы, чертежи, фотографии — без мелких конструктивных подробностей в виде приложения к статье) оформляются отдельно и в текст не завершаются. Принимаются только качественные, хорошо скомпонованные и окончательно выполненные рисунки (редакция не переделывает иллюстрации). Рисунки представляются в виде отдельных файлов (DOC, TIFF, PDF, JPEG с разрешением 600 dpi) размером не больше 186 мм.

Чертежи, схемы, графики, алгоритмы должны выполняться с учетом требований ЕСКД. Обязательно соблюдение соотношений толщин линий по ГОСТ 2.303—68. Толщина тонких линий должна учитывать предполагаемое уменьшение рисунка в журнале.

Подписанные подписи должны быть краткими и соответствовать содержанию рисунков.

Библиографические ссылки. Список библиографических ссылок набирается в конце статьи в порядке их размещения в тексте, где они указываются в квадратных скобках. При ссылках на книги и сборники указывают фамилию и инициалы авторов, полное название книги (сборника), город, издательство, год, общее число страниц; при ссылке на журнал — фамилию и инициалы авторов, полное название статьи, название журнала, год, номер журнала, страницы статьи (по ГОСТ Р 7.0.5—2008 и ГОСТ 7.1—2003). Если число авторов более четырех, то указывают первых трех со словами "и др." (после названия за косой чертой). Ссылки на иностранную литературу следует писать на языке оригинала без сокращений. Электронные ресурсы оформляются по ГОСТ 7.0.5—2008.

Электронную версию статьи можно выслать по e-mail: stinedit@yandex.ru

Статьи публикуются в журнале бесплатно.

ООО «СТИН».

Издание зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-45902 от 17.02.2011

Художественный редактор Лыгина И. Н.

Сдано в набор 11.02.2014 г. Подписано в печать 25.03.2014 г. Дата выхода 4.04.2014

Формат издания 84 × 108 1/16. Бумага офсетная № 1. Уч. изд. л. 5,47. Цена договорная

Адрес редакции: 119334, Москва, ГСП-1, 5-й Донской проезд, 15. Редакция журнала «СТИН».

Тел./факс (495) 954-00-37, тел. (495) 955-51-19.

E-mail: info@stinyournal.ru www.stinyournal.ru

Оригинал-макет: ИП Прохоров О. В.

141206, Московская область, г. Пушкино, проезд 1-й Добролюбовский, дом 23, корпус 1, кв.124

Отпечатано в типографии Издательского Дома МИСИС.

119049, г. Москва, Ленинский проспект, 4. Номер заказа — 4160.

Тел./факс: (499) 236-76-17, 236-76-35. E-mail: mpublish@mail.ru

Главный редактор
НОВОСЕЛЬСКИЙ И. А.

Редакционная
коллегия:

д.т.н. АВЕРЬЯНОВ О. И.,

д.т.н. АШКИНАЗИЙ Я. М.,

к.т.н. БОБРИК П. И.,

к.т.н. БОРОВСКИЙ Г. В.,

д.т.н. БУШУЕВ В. В.,

д.т.н. ВАСИН С. А.,

д.т.н. ГРЕЧИШНИКОВ В. А.,

д.т.н. МАКСИМОВ Ю. В.,

д.т.н. СУСЛОВ А. Г.,

д.т.н. ТАРАТЫНОВ О. В.