

Разработка унифицированного модуля с микропроцессорной системой управления для контейнерного пневмотранспорта

М.П. Маслаков, В.В. Хмара, А.М. Кабышев

Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), Владикавказ

Аннотация: Рассмотрены вопросы оптимизации структур контейнерной пневмотранспортной системы. Показана целесообразность объединения функций оборудования, входящего в состав транспортной системы. Представлена функциональная схема универсального модуля, выполняющего функции всех блоков пневмотранспортной системы. Предложена структурная схема микропроцессорной системы управления, обеспечивающей функционирование механизмов универсального модуля.

Ключевые слова: микропроцессорная система, пневмотранспортная система, транспортный контейнер, станции транспортной системы, алгоритм управления, структура транспортной системы, транспортный трубопровод.

В современных роботизированных комплексах находят применение системы пневматической контейнерной доставки грузов по транспортным трубопроводам [1-3]. Такие системы оказывают минимальное отрицательное влияние на экологическую обстановку окружающей среды [4,5]. Контейнерная доставка грузов применяется в автоматизированных системах аналитического контроля различных технологических процессов на химических, горных, обогатительных и металлургических предприятиях для доставки представительных проб технологических продуктов на экспресс – анализ [6] с целью обеспечения эффективного управления качеством готовой продукции [7].

В состав таких систем входят следующие основные узлы [6-9]:

- станции автоматической загрузки технологической пробы в транспортный контейнер и отправки грузевого транспортного контейнера;
- система транспортных трубопроводов, связывающих точки отбора технологических проб с химическими лабораториями, выполняющими необходимые аналитические измерения;
- станции автоматической разгрузки доставленных на анализ технологических проб;
- автоматические стрелочные переводы, изменяющие направления движения транспортных контейнеров.
- вспомогательное оборудование: пневматические компрессоры, редукторы, системы управления оборудованием.

Применение отмеченных устройств позволяет строить транспортные системы практически любой сложности.

В состав наиболее простого варианта транспортной системы кроме транспортного трубопровода входят станции загрузки и разгрузки технологических материалов. В разветвленных транспортных системах необходимо применение стрелочных переводов, позволяющих переводить транспортный контейнер из одного трубопровода в другой.

На рис.1 показаны различные варианты структурных схем пневмотранспортных систем. На рисунке приняты следующие обозначения: СЗ – станции загрузки транспортных контейнеров; СП – стрелочные переводы; СР – станции разгрузки транспортных контейнеров. Пневмотранспортные системы выполнены на основе модулей, которые содержат по три узла ввода/вывода транспортных контейнеров: два периферийных узла и один центральный. Модули пневмотранспортных систем соединены между собой транспортными трубопроводами, подключаемыми к узлам ввода/вывода. На рис.1 стрелками отмечены узлы

ввода/вывода, через которые транспортные контейнеры вводятся в транспортную систему и выводятся из системы.

Ввод контейнеров в транспортную систему осуществляется на станциях загрузки через два отдельных узла ввода, это позволяет разделять друг от друга контейнеры с различными технологическими продуктами. Цифрами на рис. 1 отмечены номера узлов ввода станций СЗ для разных технологических продуктов (1-4).

Транспортная система, схема которой показана на рис. 1а, может применяться если точки загрузки контейнеров с разными технологическими продуктами (1, 2) находятся в непосредственной близости друг от друга или в узлы ввода контейнеров, станции СЗ, поступают контейнеры с технологическим продуктом одного вида (1 или 2). Станция СР, входящая в состав этой системы имеет два узла для вывода контейнеров, что позволяет, на выходе контейнеров из транспортной системы, отделять контейнеры с продуктом 1 от контейнеров с продуктом 2.

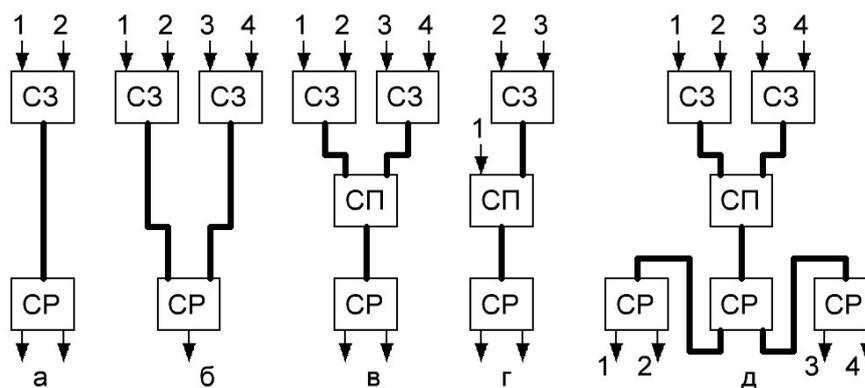


Рис. 1. – Структурные схемы пневмотранспортных систем

Транспортные системы, показанные на рис. 1б,в,г, целесообразно применять, если точки загрузки контейнеров с разными технологическими продуктами (1,2,3,4) находятся на удалении друг от друга. При больших

расстояниях между станциями СЗ и СР, для уменьшения длины транспортных трубопроводов, используются стрелочные переводы СП (рис.1в,г). В системе, показанной на рис. 1г стрелочный перевод СП выполняет функции станции загрузки контейнеров с технологическим продуктом 1.

Транспортные системы (рис.1б,в,г) не позволяют выполнять сортировку доставленных контейнеров с разными технологическими продуктами так как их станции СР имеют недостаточное количество узлов вывода. Однако возможность сортировки контейнеров может достигаться за счет добавления модулей, выполняющих функции станции СР. На рис.1д показан пример транспортной системы, реализующей функцию сортировки доставленных контейнеров.

Рассмотренные принципы построения пневмотранспортных систем позволяют унифицировать применяемое оборудование при сохранении всех отмеченных функций.

На рис.2 приведена функциональная схема универсального модуля, позволяющего выполнять функции всех станций пневмотранспортных систем.

В состав устройства входят две передвижные каретки с приемными стаканами, имеющими возможность свободно перемещаться в вертикальном направлении. Вертикальное перемещение стаканов необходимо для герметизации транспортных трубопроводов при приеме и отправке транспортных контейнеров. Для перемещения кареток и стаканов используются пять двухпозиционных пневмоцилиндров [10]. Каретки жестко закреплены на штоках двух соответствующих пневмоцилиндров, обеспечивающих перемещение кареток в горизонтальном направлении, это позволяет, например, принять контейнер, поступивший через периферийный

узел ввода/вывода и отправить его, через центральный узел, по транспортному трубопроводу к следующему модулю транспортной системы.

Для вертикального перемещение стаканов, в каретках, используются три пневмоцилиндра, на штоках которых закреплены узлы подачи сжатого воздуха, обеспечивающего транспортировку контейнера по транспортному трубопроводу. На рис.2 показано состояние механизмов устройства, при котором стаканы находятся в крайнем верхнем положении, выполнена герметизация объемов стаканов, в этом положении осуществляется прием контейнеров через соответствующие узлы ввода/вывода, образованная в стаканах воздушная «подушка» обеспечивает плавное опускание контейнеров в приемные стаканы.

Для управления работой механизмов модуля используются электропневматические распределители (ЭПР), регулирующие направление подачи сжатого воздуха в пневмоцилиндры. Распределители ЭПР1.1 и ЭПР1.2 управляют горизонтальным перемещением передвижных кареток. Распределители ЭПР2.0, ЭПР2.1, ЭПР2.2 управляют вертикальным перемещением приемных стаканов.

Электропневматические клапаны (ЭПК) контролируют подачу в стаканы транспортирующего сжатого воздуха, что необходимо для отправки контейнера по транспортной системе.

Для контроля положения механизмов устройства используются магнитные датчики (МД). Сигналы, формируемые датчиками, поступают в систему управления (СУ), которая обеспечивает работу модуля в соответствии с требуемым алгоритмом. Датчики МД1.0, МД1.1, МД1.2 контролируют момент поступления контейнеров в приемные стаканы, их сигналы поступают в систему управления модуля, отправившего контейнер, сигналы инициируют в этом модуле отключение транспортирующего воздуха.

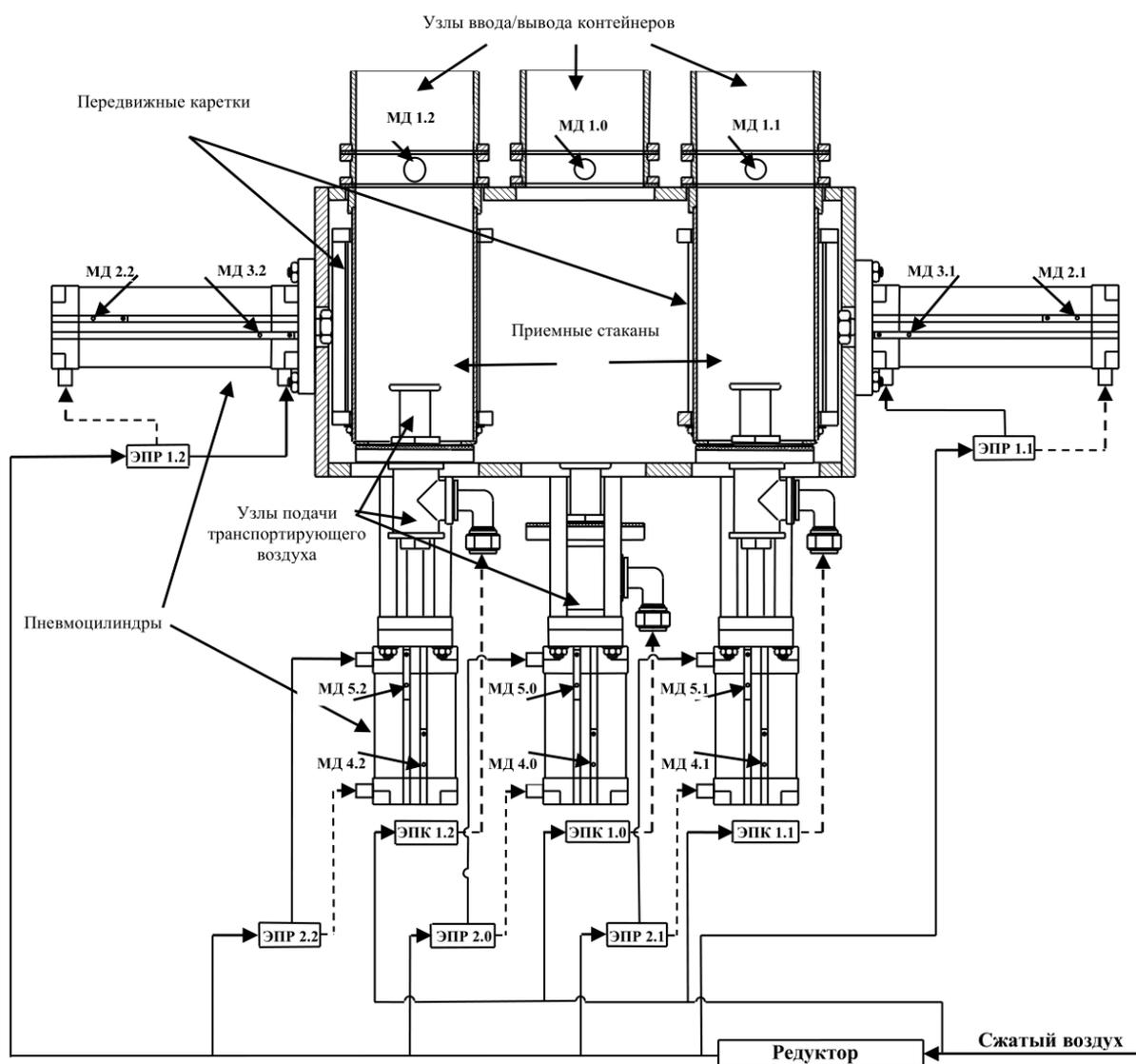


Рис. 2. – Функциональная схема универсального модуля

Сигналы, обрабатываемые системой управления, делятся на внутренние сигналы и внешние. К внутренним сигналам, относятся сигналы, поступающие от магнитных датчиков и сигналы, формируемые СУ для управления работой электропневматических распределителей и клапанов.

Внешние сигналы управления обеспечивают взаимодействие модулей, входящих в состав пневмотранспортной системы. Наибольшее количество внешних сигналов требуется для управления пневмотранспортной системой, показанной на рис. 1д, это объясняется необходимостью выполнения функции

разделения контейнеров с различными технологическими материалами, поэтому станции разгрузки должны получать информацию от станций загрузки контейнеров о том какой технологический материал находится в отправленном контейнере. В приведенной на рис.3 схеме показаны внешние сигналы управления, которые необходимо передавать между модулями пневмотранспортной системы рис.1д, для обеспечения ее функционирования.

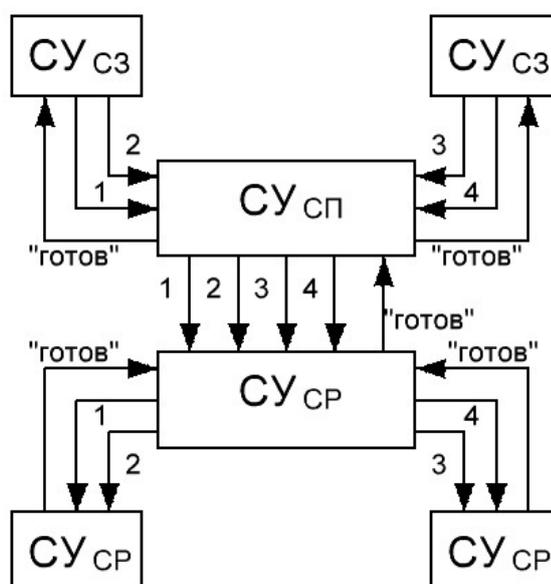


Рис. 3. – Схема внешних сигналов управления

Если модуль транспортной системы готов принять контейнер (отсутствуют контейнеры в приемных стаканах), то система управления модулем формирует сигнал «готов», поступающий в модуль отправляющий контейнер, сигнал вызывает отправку контейнера. Приняв контейнер, СУ модуля снимает сигнал «готов», что приводит к отключению транспортирующего сжатого воздуха в модуле, отправившем контейнер.

Цифрами на рис.3 отмечены сигналы, которые становятся активными при транспортировке технологического материала с соответствующим номером. Номер технологического материала, а соответственно и номер

сигнала определяется номером узла ввода станции СЗ, в который поступил транспортный контейнер. Как следует из схемы рис.3 одноименные сигналы являются входными и выходными для систем управления модулями.

На рис.4 показана структурная схема микропроцессорной системы управления, обеспечивающей функционирование механизмов универсального модуля (рис.2).

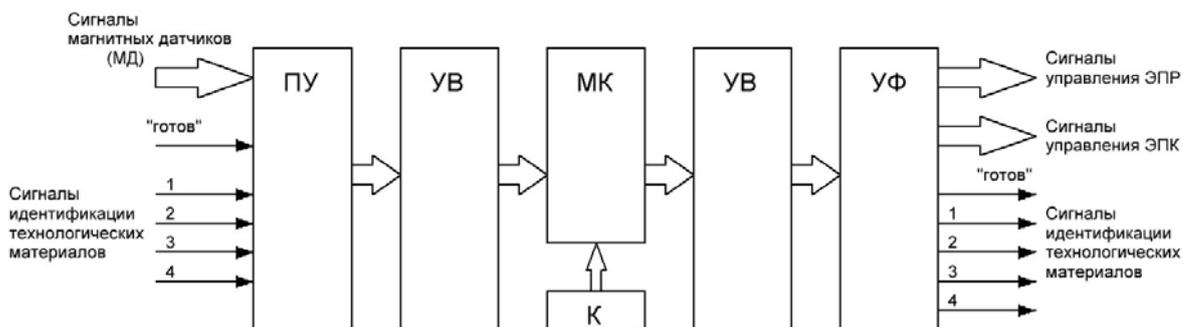


Рис. 4. – Структурная схема микропроцессорной системы управления

На рисунке приняты следующие обозначения: ПУ – преобразователь уровня сигналов; УВ – устройства ввода/вывода; МК – микроконтроллер; К – клавиатура; УФ – усилитель-формирователь сигналов управления.

Преобразователь уровня (ПУ) служит для согласования уровней сигналов, поступающих от датчиков с уровнями сигналов, необходимыми для работы микроконтроллера (МК). Устройства ввода/вывода (УВ) служат для расширения возможностей МК, увеличивают количество линий ввода/вывода микроконтроллера. Применение блоков УВ обусловлено большим количеством информационных сигналов, поступающих в систему и большим количеством сигналов управления, формируемых системой. Усилитель-формирователь (УФ) повышает нагрузочную способность выводов блока УВ и обеспечивает необходимые уровни сигналов управления электропневматическими распределителями и клапанами. Клавиатура (К) предназначена для активизации соответствующей программы

микроконтроллера, реализующей требуемый алгоритм работы универсального модуля, что позволяет ему выполнять функции стрелочного перевода, станции загрузки или станции разгрузки.

Разработанные и рассмотренные в статье принципы организации и схемы пневмотранспортных систем могут найти применение при построении, работающих в автоматическом режиме интеллектуальных систем для технологических процессов, требующих дозированную транспортировку технологических продуктов, а также для горных, обогатительных и металлургических предприятий в системах оперативной доставки представительных проб на экспресс анализ.

Литература

1. Mills D., Agarwal V.K. Pneumatic conveying systems. Trans tech publications, 2001. 345 p.
2. Kril S.I., Semenenko E.V. Calculation of pneumatic transport parameters of sands from gravel and technogeneous deposits.// Metallurgy and metal mining industry. 2006. №35. pp. 77-80.
3. Петровский В.С., Щедрин С.П. Анализ и синтез систем автоматического управления пневмотранспортом и учетом технологической щепы // Лесотехнический журнал. 2013. №3. С.199-204.
4. Васильев А.С., Романов А.В., Щукин П.О. Перспективные направления создания экологически безопасных транспортно-упаковочных комплектов для перевозки и хранения отработавшего ядерного топлива // Инженерный вестник Дона, 2012, № 3 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/910
5. Кузина Е.Л. Особенности влияния транспортных факторов на эколого-экономическую безопасность страны // Инженерный вестник Дона, 2012, № 1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/690



6. Lobotsky Y.G., Khmara V.V., Kabyshev A.M., Dedegkaev A.G. The Principles of complex systems of container pneumatic transport with the use of universal switches // Modern Applied Science. Canada. Vol. 9, № 5. 2015. pp. 228-246.

7. Виноградова Е.В. Проблемы управления качеством бетонных работ // Инженерный вестник Дона, 2012, №3 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/1001.

8. Futamura M. Pressure drop and scale – up desing of the plug type pneumatic conveying lines // Powder Handling and Processing. 2005. 17(1). pp. 12-17.

9. Sandor Tatay, Endre Magoss, Szilard Kazmer. Condition monitoring and fault diagnosticof the pneumatic conveying systems // International Scientific Conference on Sustainable Development & Ecological Footprint, 2012. Sopron: Hungary, pp. 1-4.

10. Евтюков С.А., Шапунов М.М. Справочник по пневмокомплексам и пневмотранспортному оборудованию. Спб.: ДНК, 2005. 456 с

References

1. Mills D., Agarwal V.K. Trans tech publications, 2001. 345 p.
2. Kril S.I., Semenenko E.V. Metallurgy and metal mining industry. 2006. №35. pp. 77-80.
3. Petrovskij V.S., SHCHedrin S.P. Lesotekhnicheskij zhurnal. 2013. №3. pp. 199-204.
4. Vasil'ev A.S., Romanov A.V., SHCHukin P.O. Inzenernyj vestnik Dona, 2012, № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/910
5. Kuzina E.L. Inzenernyj vestnik Dona, 2012, № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/690



6. Lobotsky Y.G., Khmara V.V., Kabyshev A.M., Dedegkaev A.G. Modern Applied Science. Canada. Vol. 9, № 5. 2015. pp. 228-246.
7. Vinogradova E.V. Inzenernyj vestnik Dona, 2012, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/1001.
8. Futamura M. Powder Handling and Processing. 2005. 17(1). pp. 12-17.
9. Sandor Tatay, Endre Magoss, Szilard Kazmer. International Scientific Conference on Sustainable Development & Ecological Footprint, 2012. Sopron: Hungary, pp. 1-4.
10. Evtyukov S.A., SHapunov M.M. Spravochnik po pnevmokompleksam i pnevmotransportnomu oborudovaniyu. [Handbook of pneumatic complexes and pneumatic transport equipment]. Spb.: DNK, 2005. 456 p.