

УДК 656.212.5:681.3

И.В.Жуковицкий, Д.А.Остапец

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ
СКАТЫВАНИЕМ ВАГОНОВ ОТ ВАГОНООПРОКИДЫВАТЕЛЯ
НА БАЗЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ
КОНТРОЛЛЕРОВ**

Обзор проблемы и постановка задачи

На ряде металлургических предприятий разгрузка сыпучих грузов из полувагонов осуществляется с использованием специальных устройств – вагоноопрокидывателей. Одним из способов уборки порожних вагонов после выгрузки на вагоноопрокидывателе является их скатывание под воздействием силы тяжести на пути накопления. Скоростью скатывания необходимо управлять так, чтобы скатывающийся вагон докатился до группы стоящих на пути накопления вагонов и столкнулся с ними со скоростью, не превышающей допустимую (для порожних вагонов – 2,1 м/с).

Для целей управления скатыванием могут использоваться средства механизации – вагонозамедлители, чаще всего нажимного типа с пневмоприводом (тормозные балки, сжимающие колеса вагона усилием сжатого воздуха). Управляют вагонозамедлителями операторы, включая «на глазок» одну из ступеней торможения (определяется уровнем давления воздуха, воздействующим на тормозные балки) в процессе прохождения вагона по участку торможения. Дальнейшее управление скоростью перемещения вагона на пути накопления выполняется вручную, путем подкладывания специальных тормозных башмаков под колеса вагона.

Практика показывает, что качество управления при этом невысокое – значительная часть вагонов либо не докатывается до состава на пути накопления, либо ударяется в «хвост» состава с недопустимо высокой скоростью, что ведет к повреждению вагона.

В 1989 году Днепропетровским институтом инженеров железнодорожного транспорта (ДИИТом) по заказу металлургического комбината им. Ильича (г. Мариуполь) была разработана и введена в промышленную эксплуатацию на ст. Рудная автоматизированная система управления скоростью скатывания

порожних вагонов от двух стационарных роторных вагоноопрокидывателей (АУСВ-У) [1]. Система была построена на базе двух управляющих вычислительных комплексов СМ-1800 и позволила в автоматическом режиме управлять замедлителями тормозных позиций, расположенных на пути скатывания порожних вагонов после их выгрузки на вагоноопрокидывателе. В качестве чувствительных элементов в системе использованы нестандартные (разработки ДИИТа) точечные датчики скорости ДС-2.

Однако, оборудование УВК СМ-1800 к настоящему времени морально устарело, физически изношено и не в полной мере обеспечивает качественную и надежную работу систему АУСВ-У. Поэтому руководством меткомбината принято решение об очередной модернизации системы. В качестве ядра новой системы использован управляющий вычислительный комплекс на базе современных промышленных микропроцессорных контроллеров (МК) фирмы «Advantech». Реконструированная система получила название АУСВ-МК.

Наиболее сложной частью системы является подсистема автоматического управления скоростью движения вагона. Однако, структура этой системы с учетом точечных датчиков скорости и МК в контуре управления должным образом не исследована.

Анализ структуры цифровой системы управления торможением отцепа

Структура цифровой системы управления торможением вагона замедлителями тормозной позиции показана на рис.1.

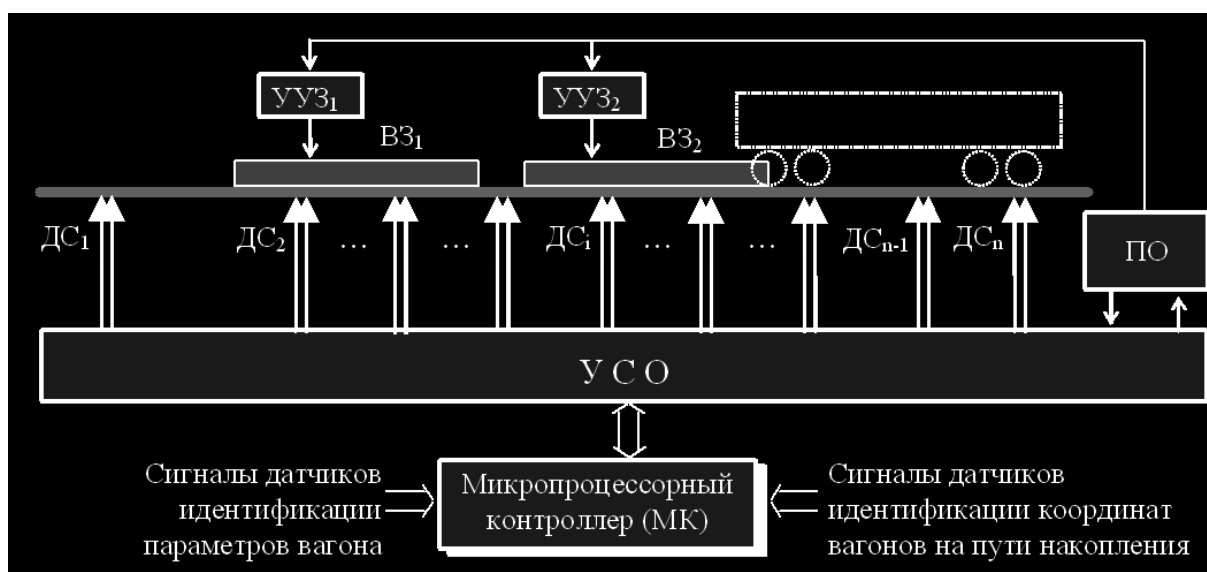


Рисунок 1 - Структура цифровой системы автоматического управления торможением вагона в замедлителе

Участок тормозной позиции (ТП) оборудован вагозамедлителями (ВЗ₁ и ВЗ₂). Устройство управления замедлителем (УУЗ) обеспечивает ступенчатое изменение усилия нажатия тормозных балок (ступени торможения). Для этой цели предусмотрен локальный (встроенный в конструкцию пневмопривода) регулятор давления манометрический (РДМ).

Выдача команд на УУЗ (выбор ступени торможения) производится цифровым регулятором на базе МК. В качестве сигналов обратной связи в системе используются сигналы от дискретного измерителя скорости, который построен на специальных точечных датчиках скорости, разработанных на кафедре ЭВМ ДИИТа (датчики ДС-2). Точечный датчик скорости представляет собой две катушки индуктивности, расположенные в одном корпусе на расстоянии (по магнитным центрам) S_B равном 200мм. Корпус датчика закрепляется на рельсе и при прохождении реборды колеса возникает временной интервал t_V между моментами возникновения э.д.с. e_1 и e_2 , наводимыми в катушках индуктивности (рис. 2). При этом скорость вагона рассчитывается по элементарной формуле:

$$V = \frac{S_B}{t_V}.$$

Весь путь торможения вагона в замедлителе разбит на ряд участков торможения (в общем случае разной длины), на границах которых установлены точечные датчики скорости ДС1...ДС n . Съем информации и выработка управляющего воздействия производится в моменты наезда каждой оси вагона на каждый из этих датчиков.

Управляющие команды МК через аппаратуру пульта оператора (ПО) поступают на устройства управления замедлителями УУЗ₁ и УУЗ₂, которые обеспечивают включение замедлителей на выбранную ступень торможения.

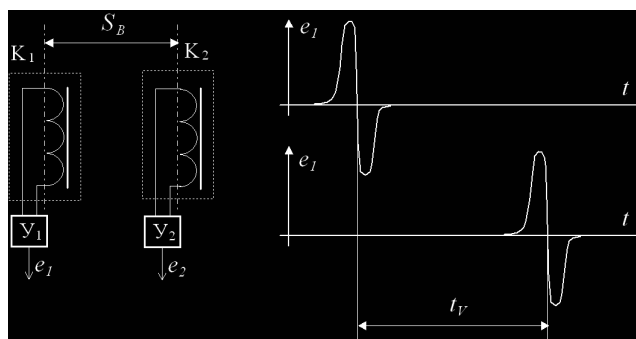


Рис. 2. Принцип измерения скорости точечным датчиком.

$K1, K2$ – катушки индуктивности;
 $Y1, Y2$ – усилители.

Связь напольного оборудования, а также пульта оператора с МК осуществляется через модули связи с объектом (УСО).

МК регулятора связан с другими подсистемами – принимает от них информацию о параметрах вагона (так называемые «ходовые свойства») [2], о расположении вагонов на пути накопления и на этом основании рассчитывает заданную скорость выхода из ТП [3].

Функциональная схема такой системы автоматического управления приведена на рис. 3. На объект управления ОУ (отцеп) действует управляющее воздействие – тормозное усилие балок замедлителя F_{WT} и возмущающие воздействия: F_i – составляющая силы тяжести, ускоряющая отцеп на уклоне i , F_w – силы сопротивления скатыванию.

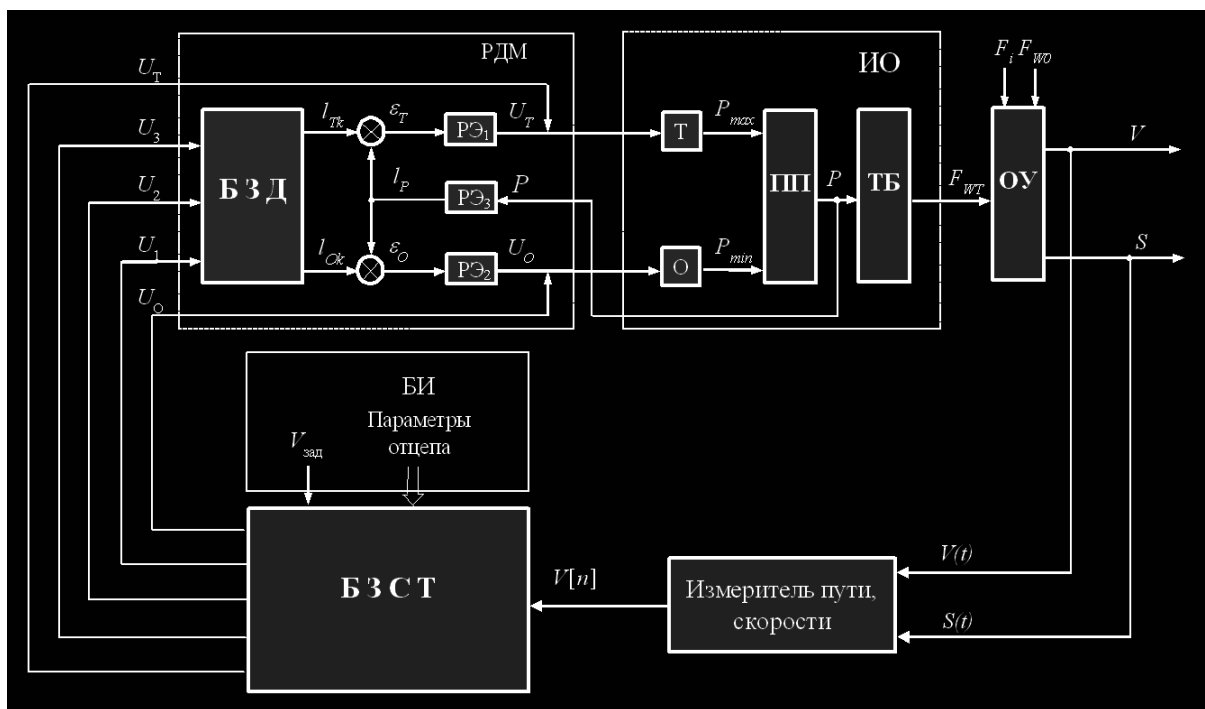


Рисунок 3 - Функциональная схема цифровой системы автоматического управления торможением отцепа в замедлителе

Скорость входа вагона на n -й участок торможения $V^*[n]$ и номер n этого участка измеряются блоком измерения пути, скорости, реализованным в виде набора точечных датчиков скорости, установленных на определенном расстоянии друг от друга вдоль пути следования вагона в зоне торможения. В отличие от традиционных импульсных систем, где происходит квантование координаты времени, данную систему удобно представить как импульсную систему с квантованием по пути. Аналогом периода квантования Δt здесь является длина участка торможения L_n , которая, в общем

случае, может быть непостоянной величиной, зависящей от номера участка и номера оси вагона, которая на этот датчик наехала. Так как сигнал от точечного датчика скорости идентифицирует не только координату скорости вагона, но и координату пути (номер датчика однозначно связан с его координатой пути), то в данной системе присутствует лишь один общий блок “Измеритель пути, скорости”, на выходе которого формируется значение скорости $V^*[n]$, квантованное по пути.

Блок задания ступеней торможения БЗСТ представляет собой вычислитель (МК). На его вход кроме сигналов обратной связи $V^*[n]$ поступает информация из других подсистем (блок идентификации – БИ): сигналы идентификации параметров тормозимого вагона и параметров, характеризующих положение вагонов на пути накопления (заданное расстояние пути следования после выхода тормозимого вагона из ТП). На основании этих параметров МК рассчитывает заданную скорость выхода вагона с тормозной позиции – $V_{зад}$. На основании $V_{зад}$ и сигналов обратной связи $V^*[n]$ БЗСТ вырабатывает сигналы управления замедлителями – вектор ступеней торможения \vec{U} . Компоненты этого вектора – отдельные ступени торможения – цифровые элементы, которые могут принимать значения (0,1). В составе вектора один и только один элемент принимает значение 1, а остальные – значения 0. Количество ступеней торможения определяется конкретным типом замедлителя. Традиционно в большинстве типов замедлителей пять ступеней торможения, включая нулевую или оттормаживающую УО и максимальную УТ.

Замедлитель в данной системе управления является исполнительным органом (ИО). Его выходной сигнал – тормозное усилие FWT – формируется тормозными балками (блок ТБ), сжимающими колёса отцепа за счёт усилия сжатого воздуха в цилиндрах замедлителя (давление P на входе ТБ). Давление, в свою очередь, вырабатывается сжатым воздухом, который накапливается в воздухоборнике (на функциональной схеме представлен как пневмопривод ПП). Воздухоборник же может быть подсоединён либо к магистрали сжатого воздуха P_{max} через тормозной электропневмоклапан Т, либо к наружному воздуху P_{min} через оттормаживающий электропневмоклапан О. Управление этими

электропневмоклапанами (ЭПК) производится локальным регулятором давления манометрическим – РДМ, который предназначен для поддержания в воздухоборнике давления, соответствующего выбранной ступени торможения. Сигналы ступеней торможения UO и UT поступают соответственно на оттормаживающий O и тормозной T электропневмоклапан, минуя РДМ. Сигналы же $U1, U2, U3$ поступают на вход блока задания давления (БЗД). Этот блок является релейным преобразующим звеном, вырабатывающим сигналы lTk и lOk . ($k=1,2,3$ – номер сигнала Uk , принявшего значение 1 или, другими словами, выбранная БЗСТ ступень торможения). Величины lTk и lOk представляют собой координаты k -й группы гибких контактов (две пары), через которые могут подключаются тормозной T и оттормаживающий O электропневмоклапан соответственно.

Сигналы lTk и lOk сравниваются с величиной l_p , являющейся аналогом давления P в цилиндрах замедлителя и представляющей собой перемещение конца изогнутой упругой трубки, соединённой с воздухоборником. Разностные сигналы εT и εO с элементов сравнения поступают на релейные элементы РЭ1 и РЭ2. На выходе релейного элемента появляется сигнал UT , если $\varepsilon T < 0$ или UO , если $\varepsilon O > 0$.

Так, если давление, соответствующее выбранной ступени торможения, меньше, чем в цилиндрах замедлителя, то и $\varepsilon T = (lTk - l_p) < 0$. На выходе РЭ1 появится сигнал UT , который откроет тормозной ЭПК T . Давление на выходе ПП будет увеличиваться до тех пор, пока величина l_p , пропорциональная P , не сравняется с lTk , после чего сигнал UT примет нулевое значение, тормозной ЭПК закроется и давление P перестанет увеличиваться.

Аналогично происходит работа РДМ при выборе ступени торможения, соответствующее давление которой меньше, чем в цилиндрах замедлителя.

Алгоритм выбора ступени торможения защищен декларационным патентом [4].

Программное обеспечение системы спроектировано и отлажено в лабораторных условиях с использованием аппаратно-программного имитатора. Монтаж системы АУСВ-МК на объекте планируется в 2008 году.

Выводы

Анализ структуры системы управления торможением отцепов замедлителями тормозной позиции показал, что в отличие от традиционных импульсных систем, где происходит квантование координаты времени, данную систему удобно представить как импульсную систему с квантованием по пути. Аналогом периода квантования Δt здесь является длина участка торможения L_n . Набор точечных датчиков скорости целесообразно представить в виде одного общего блока "Измеритель пути, скорости", на выходе которого формируется значение скорости $V^*[n]$, квантованное по пути.

ЛИТЕРАТУРА

1. Моргачев В.Д., Майшмаз К.Г., Жуковицкий И.В., Бубело Н.И. Система автоматического управления скоростью скатывания вагонов. // Черная металлургия. – 1989. – №11. – С.74-75.
2. Жуковицкий И.В. Расчет скорости выхода отцепов с прицельной тормозной позиции сортировочной горки в системах АРС // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2001. – № 4. – С.62-66.
3. Жуковицкий И.В. Методы идентификация ходового сопротивления отцепов на участках с переменным уклоном // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 1999. – № 3. – С.17-19.
4. Деклараційний патент № 14781 на корисну модель u200512895 Україна, МПК(2006) B61L 17/00. Жуковицький І.В., Остапеч Д.А. Пристрій керування уповільнювачем для регулювання швидкості скочування вагонів / Заявлено 30.12.05. Опубл. 15.05.06, Бюл. №5. 4с.

Получено 18.03.2008 г.