

М. А. Алексеев, канд. техн. наук, А. С. Минеев
(Украина, Днепропетровск, Национальный горный университет)

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ВИБРОРЫХЛИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ

Постановка задачи. Государственная программа развития промышленности на 2003-2011 годы предусматривает создание условий для эффективного использования таких важных элементов промышленной инфраструктуры, как транспортные терминалы.

В настоящее время транспортировка сыпучих грузов связана с большими объемами перегрузочных работ, достигающих десятки сотен железнодорожных вагонов в сутки. Для разгрузочных работ используются специальные перегрузочные комплексы, в состав которых входят вагонопрокидыватели, система бункеров и перегрузок, питатели, дозаторы, конвейерные линии [1]. В зимнее время работу комплекса существенно осложняет смерзаемость, сыпучих грузов и их слипание. С целью повышения эффективности разгрузки смерзшихся сыпучих грузов и снижения энергоемкости процесса внедряются специальные виброрыхлительные установки (ВРУ). Например с помощью ВРУ в Одесском торговом порту «Южный» за сутки разгружается до 500 вагонов. Внешний вид и конструкция применяемой в порту виброрыхлительной установки представлены на рис. 1 и 2.



Рис. 1. Общий вид виброрыхлительной установки в Одесском торговом порту «Южный»

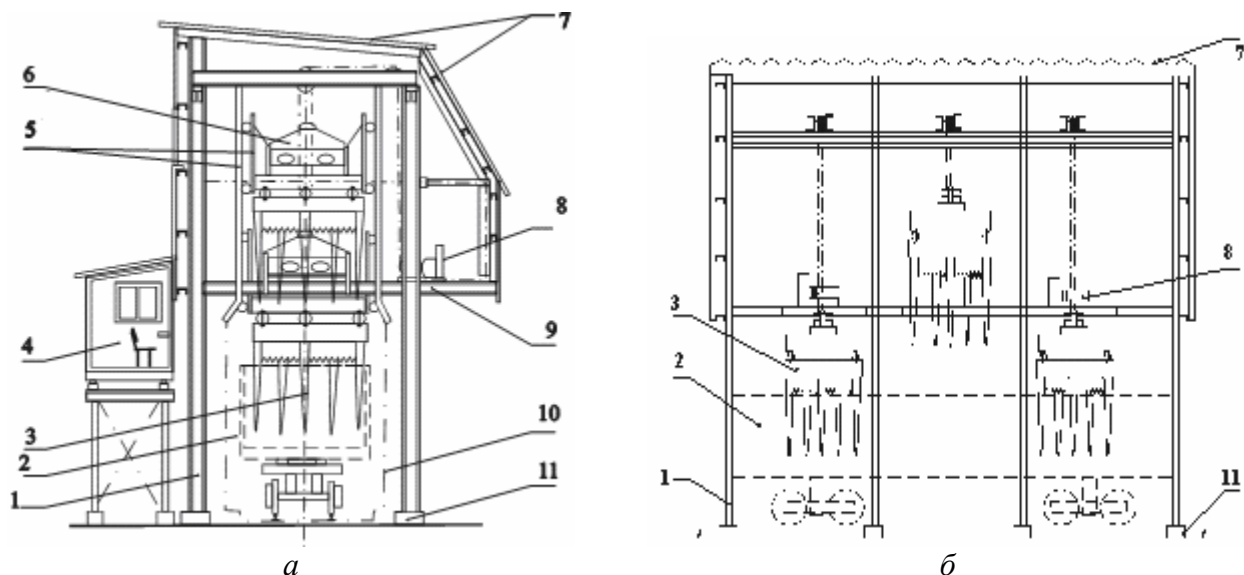


Рис. 2. Конструкция виброрыхлителя, применяемого в Одесском торговом порту "Южный":
 1 – несущие балки; 2 – полувагон; 3 – рабочий орган вибромодуля с рыхлящими штырями;
 4 – операторная; 5 – система направляющих; 6 – виброизоляционная траверса;
 7 – перекрытие; 8 – лебедка; 9 – балка ярусного перекрытия установки;
 10 – габарит подвижного состава; 11 – фундаменты

На сегодняшний день ВРУ управляется ручным включением каждого двигателя, что снижает ее производительность и требует дополнительных затрат, связанных с привлечением оператора по управлению ВРУ.

Целью работы является автоматизация технологического цикла виброрыхления для восстановления сыпучести смерзшегося угля в железнодорожных вагонах. При этом необходимо решить задачи по автоматизации следующих технологических процессов:

- установка вагона со смерзшимся грузом в необходимое положение;
- сигнализации машинисту электровоза с помощью светофора;
- выполнение программы рыхления вибромодулями в зависимости от выбранного режима;
- переход в ручной режим при необходимости;
- аварийное выключение.

Основная часть. Для осуществления поставленной задачи целесообразно использовать микроконтроллеры, которые способны в полной мере решить все указанные вопросы [2,3]. Основным критерием выбора микроконтроллера является вибрационная устойчивость. Этому требованию удовлетворяют PIC микроконтроллеры фирмы Microchip.

Важнейшим фактором является и выбор семейства микроконтроллеров по числу команд для реализации алгоритмов [4,5]. У PIC-контроллеров существуют несколько семейств – 10,12,14,16,18. Для реализации необходимого алгоритма было выбрано 16-е (среднее) семейство микроконтроллеров PIC. Контроллеры данного семейства обладают достаточным перечнем команд.

Следующим основным критерием для выбора микроконтроллера является количество портов ввода-вывода. Для выполнения алгоритма необходимо 4 порта. Исходя из указанных выше характеристик был выбран микроконтроллер

модели PIC16F877. Остальные параметры этого микроконтроллера – частота процессора, объем памяти данных и команд, размер стека для выполнения поставленных задач более чем достаточны.

Структурная схема блока управления ВРУ на базе микроконтроллера PIC16F877 и принцип его действия представлены на рис. 3.

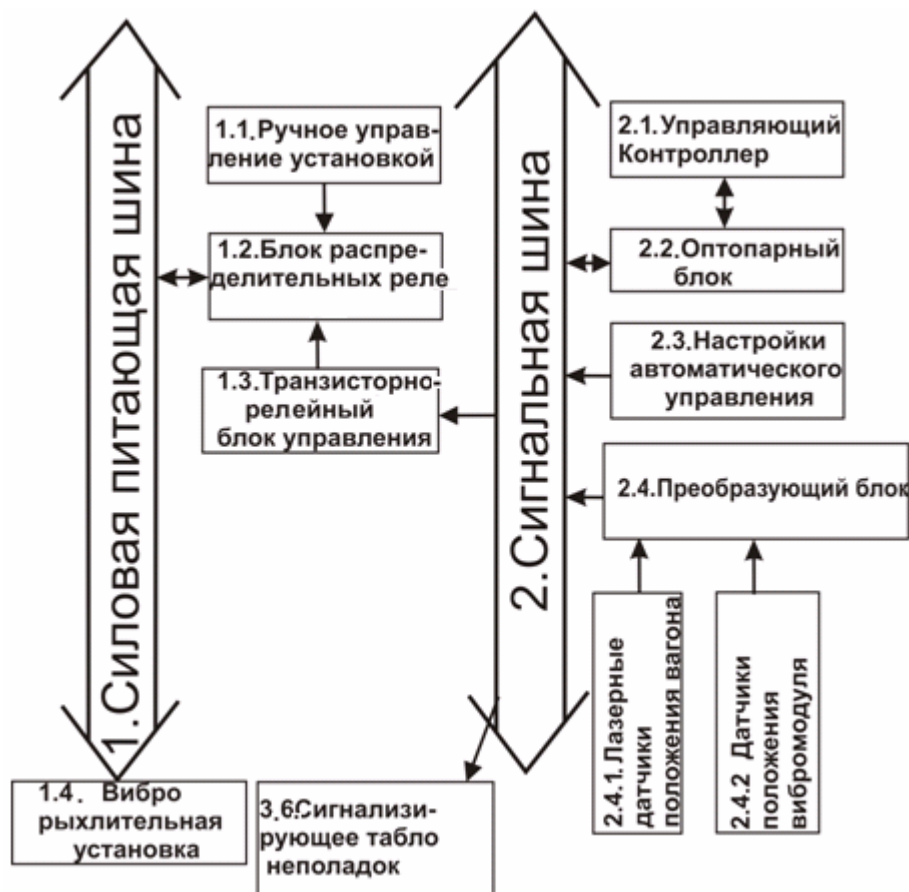


Рис. 3. Структурная схема блока автоматизации ВРУ

В соответствии со схемой, пульт ручного управления связан с блоком распределительных реле 1.2, основной задачей которого является отключение ручного пульта управления при нажатии на клавишу «автомат». При этом на реле подается напряжение 12 В, вследствие чего управление переходит на транзисторно-релейный блок.

В случае отсутствия напряжения реле переходят в пассивный режим и отключают автоматику. Транзисторно – релейный блок управления выполняет роль электроключа, который переключается цифровыми сигналами, поступающими от управляющего микроконтроллера 2.1.

Блок 2.2 представляет собой оптопарный блок, который служит для гальванической развязки слабо- и силовоточных частей системы.

Блок 2.3 осуществляет настройку автоматического блока управления. Основной его задачей является генерирование цифрового сигнала, указывающего на то, какая комбинация из трех вибраторов будет использоваться при данном режиме рыхления.

Блок 2.4 – преобразующий, основной его задачей является преобразование аналогового сигнала датчиков в цифровой. Принцип его действия основан на транзисторных ключах. Для преобразования он получает сигнал от двух лазерных датчиков (блок 2.4.1), определяющих положение вагона. Лазерные датчики представляют собой фототранзисторы, которые открываются при попадании на них света. Данные датчики устанавливаются с зазором около 0,5м от краев вагона.

Датчики положения вибромодуля (блок 2.4.2) срабатывают после заданного количества оборотов лебедки. Они определяют положение вибромодуля и устанавливаются на каждом из трех таких вибромодулей (по три на каждом).

Основное управляющее устройство (блок 2.1) – микроконтроллер PIC16F877. Он регулирует выполнение технологического цикла, отправку и принятие цифровых сигналов. Память для размещения кода программы составляет 8Кб, память для размещения данных 368b. Микроконтроллер также оснащен портами А (6 бит), В (8 бит), С(8 бит), D(8 бит), Е(3 бита).

Сигнализирующее табло (блок 3.6) необходимо для вывода текущей информации оператору.

Назначение портов микроконтроллера видно из таблицы.

Назначение портов микроконтроллера

Порты	Назначение	Тип работы порта			
RA0	Управление 1-м вибромодулем				На вывод
	00	01	10	11	
RA1	Выкл. состояние	Лебедка вверх	Лебедка вниз	Вкл. вибромодуля	
RA2	Управление 2-м вибромодулем				На вывод
RA3					
RA4	Управление 3-м вибромодулем				На вывод
RA5					
RB0	Левый лазерный датчик				На ввод
RB1	Правый лазерный датчик				На ввод
RB2	Датчики положения 1-го вибромодуля 00 – ВЕРХНЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ, 01 – СРЕДНЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ, 11 НИЖНЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ				На ввод
RB3					
RB4	–..–				На ввод
RB5					
RB6					
RB7					
RC0	Входной сигнал выбора комбинации вибраторов в цикле рыхления				На ввод
RC1					
RC2					
RC3	Сигналы, идущие на трехцветный светофор (00–выключен; 01–зеленый; 11–желтый; 10–красный;)				На вывод
RC4					
RC5	Сигнал задержки в секундах, отправленный на табло сигнализации				На вывод
RC6					
RC7					

При включении оператором ВРУ автоматического режима, происходит отключение блока ручного управления, которое выполняется блоком распределительных реле 1.2. путем подачи на него напряжения. Затем осуществляется подключение транзисторно – релейного блока управления, происходит подача питания на контроллер, автоматический его запуск и переход к началу цикла. В процессе выполнения работ контроллер может взаимодействовать только через оптопарный блок 2.2. во избежание силовых нагрузок на контроллер. Контроллер подает и принимает сигналы только через сигнальную шину 2. Информация о текущем состоянии вагона и вибромодулей поступает от датчиков в виде цифрового сигнала. В зависимости от поданных команд контроллером 1.2. транзисторно-релейный блок 1.3. усиливает цифровой сигнал и превращает его в силовой, который поступает по силовой шине 1. и включает или выключает соответствующие узлы ВРУ.

Программное обеспечение микроконтроллера разработано на языке программирования Assembler [6]. Первоначально предусматривается задержка работы виброрыхлителя на 10с с параллельной светоиндикацией на сигнализирующем табло. Во время задержки оператор выбирает конфигурацию из трех вибромодулей и включает автоматический режим. Вибромодули начинают опускаться до тех пор, пока датчик положения модулей (датчик натяжения троса) не подаст сигнал “трос расслаблен”(Запрещается включать вибратор при натянутом тросе). Затем алгоритм предусматривает остановку вибромодулей, включение виброрыхлителей, рыхление пока датчик положения нижнего уровня не подаст соответствующий сигнал на поднятие вибромодулей вверх, пока датчик верхнего положения не подаст соответствующий сигнал на остановку вибромодулей, включение зеленого света и сигнал установки вагона в заданное положение.

Автоматической смены вагонов представлена на рис. 4.

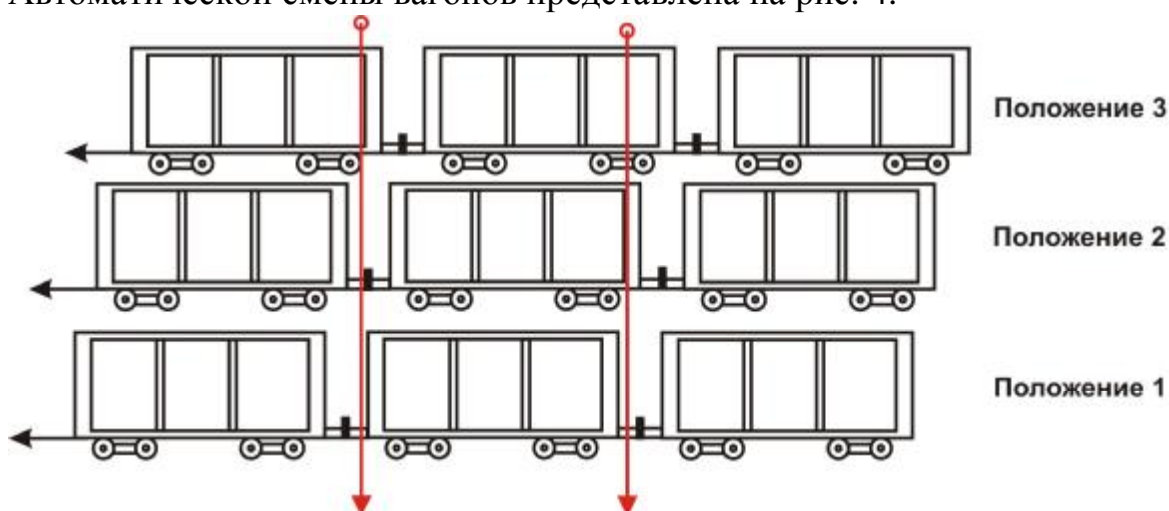


Рис. 4. Принцип смены вагонов с помощью лазерных датчиков

Для автоматизации процесса смена вагонов (рис. 4) предусмотрен датчик, который состоит из лазера и фотоприемника. Когда свет попадает на фотоприемник, фотоэлемент выдает сигнал «1». Если же свет не попадает на фотопри-

емник, то датчик выдает сигнал «0». Поэтому на начальном этапе смены вагонов необходимо включить зеленый свет и ждать, когда датчики покажут сигнал «0-0» (3-е положение). После этого считываются данные со счетчиков в цикле и выполняются следующие действия в соответствии с полученными сигналами. В случае сигнала «0-0» включается зеленый свет, указывающий машинисту поезда на движение вперед. При получении сигнала «1-0» включается желтый свет, указывающий на очень медленное движение вперед, а при получении сигнала «1-1» – включается красный свет, указывающий на остановку поезда.

После полного анализа технологического цикла был записан программный код, который компилируется в набор единиц и нулей для дальнейшей передачи его посредством программатора на контроллер. Разработанная автоматизированная модель отлажена на стенде программой Proteus.

Выводы

Разработанный проект автоматизации виброрыхлительного процесса при разгрузке железнодорожных вагонов со смерзшимся сыпучим грузом позволяет повысить производительность работы всего перегрузочного комплекса. По предварительным расчетам время разгрузки вагона снизится в 1,5 раза. Этот проект можно рассмотреть как самостоятельную разработку, но целесообразно его взять за основу для автоматизации всего разгрузочного комплекса в целом. Для этого необходимо решить следующие задачи:

- разработать алгоритм и программу, устанавливающие эффективный частотный режим виброрыхления углепородной среды;
- модифицировать проект автоматизации виброрыхлительной установки с учетом эффективного частотного режима виброрыхления;
- разработать проект автоматизации управления вагоноопрокидывателем;
- разработать сетевые интерфейсы для согласованной работы с виброрыхлительной установкой с вагоноопрокидывателем и возможностью управления ими через главный управляющий компьютер.

Список литературы

1. Исследовать влияние вибровоздействия на углепородный массив и разработать рекомендации для создания виброустановки, интенсифицирующей газоотдачу массива // Отчет о НИР: ИГТМ НАНУ. – Д.: ИГТМ НАНУ, 2004. – 80 с.
2. Кулаков В. Программирование на аппаратном уровне: Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – С.Пб.: Питер, 2003. – 847с.
3. Бородин В.Б. Калинин А.В. Системы на микроконтроллерах и БИС программируемой логики. – М.: Изд-во «ЭКОМ», 2002. – 400 с.
4. Предко М. Справочник по PIC микроконтроллерам: Пер с англ. – М.: ООО «Издательский дом «Додека-XXI», 2002. – 512 с.
5. Jack Axelson The microcontroller Idea Book Circuits, programs & application featuring the 8052 BASIS microcontroller – Lakeview Research, Madison, WI
6. В. Юров. Assembler. – 2-е изд., перераб. и доп. – С.Пб.: Питер, 2003. – 624 с.