

СПОСОБ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМ КОМПЛЕКСОМ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ВЫЕМКИ УГЛЯ НА ГИДРОШАХТЕ

Никулин В.Э., магистрант; Заднипренко Р.С., магистрант;

Оголобченко А.С., доц., к.т.н., доц.

(ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР, РФ)

Известно, что на гидрошахтах могут быть применены как гидравлический способ выемки угля, так и механический способ – с помощью очистных комбайнов [1].

В данной статье приведен анализ транспортного комплекса для механической выемки угля на гидрошахте как объекта управления и предложен способ автоматического управления транспортным комплексом.

На рисунке 1 показана типовая технологическая схема транспортного комплекса для механической выемки угля на добычном участке.

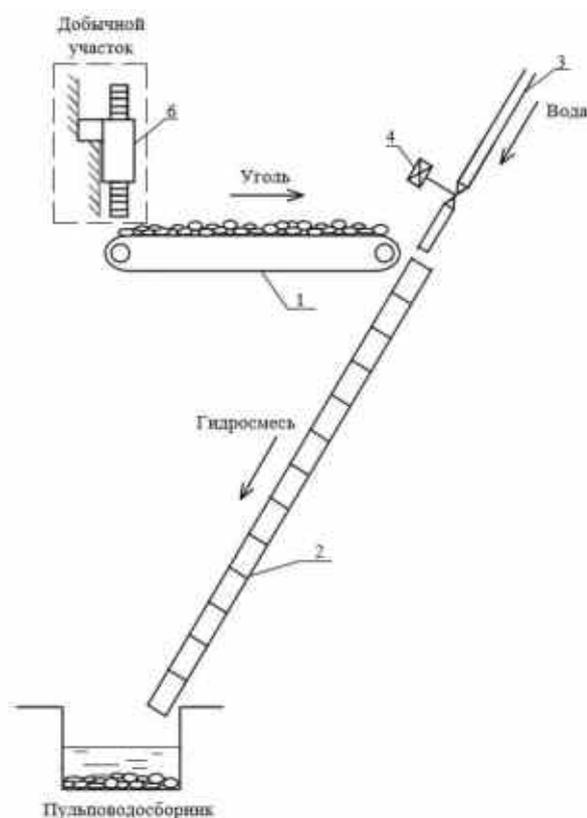


Рисунок 1 – Типовая технологическая схема транспортного комплекса для механической выемки угля на добычном участке

На рисунке 1 обозначено: 1 – ленточный конвейер; 2 – желоб трассы безнапорного гидротранспорта; 3 – трубопровод подачи воды; 4 – управляемая задвижка; 5 – пульповодосборник участковой углесосной установки; 6 – добычный комбайн.

Транспортный комплекс включает в себя конвейерный транспорт и систему безнапорного гидротранспорта.

Конвейерный транспорт осуществляется ленточным конвейером 1 (или ленточной конвейерной линией), который транспортирует уголь по откаточному штреку добычного участка (или участков) от очистного забоя до желобов 2 трассы безнапорного гидротранспорта. Ленточный конвейер перемещает переменный по объему поток угля, что обусловлено технологией выемочных работ в лаве. Так, по статистическим данным, коэффициент машинного времени очистных комбайнов составляет 0,3 – 0,6.

Система безнапорного гидротранспорта осуществляет транспортирование угля по желобам с помощью воды безнапорным потоком по наклонной выработке и представляет собой совокупность трубопровода 3 для подачи низконапорной воды и желобов (рештачной трассы) 2, по которым перемещается гидросмесь (смесь угля и воды). Гидросмесь поступает в пульповодосборник участковой углесосной установки для дальнейшего напорного транспортирования.

В 80-х годах прошлого столетия в Донецком политехническом институте (настоящее название вуза – Донецкий национальный технический университет) разработан способ управления транспортным комплексом с механической добычей угля в нескольких очистных забоях. Суть способа управления заключалась в следующем. Одновременно с включением очистного комбайна подается вода (открытие задвижки на трубопроводе низконапорной воды от насоса, расположенного на поверхности шахты в насосной станции) в желоба безнапорного гидротранспорта в количестве, достаточном для гидротранспорта максимального грузопотока из возможного числа добычных участков, работающих на данную систему безнапорного гидротранспорта. После выключения всех очистных комбайнов, с определенной выдержкой времени, которая определяется по величине скорости гидросмеси и протяженности трассы безнапорного гидротранспорта, отключается подача воды в систему безнапорного гидротранспорта.

Математическая модель управления в этом случае представляет следующую систему:

$$\begin{cases} z_1 = A1 \wedge A2 \wedge A3 & - \text{открыть задвижку до } Q_{\max}; \\ z_2 = I_{\min}^n & - \text{закрыть задвижку}; \\ Y_p^{\text{вкл}} = \bar{A}1 \wedge \bar{A}2 \wedge \bar{A}3 & - \text{включить реле времени}; \\ Y_p^{\text{выкл}} = T_{\min}^n + 1 & - \text{выключить реле времени}; \end{cases}$$

где A1, A2, A3 – дискретные сигналы с блок-контактов пускателей соответственно первого, второго и третьего комбайнов, поступающие через линию задержки, равной времени транспортирования конвейера; T_{\min}^n – импульс, соответствующий выдержке времени, равной τ_{\min}^n , для промывки трассы безнапорного гидротранспорта.

Этот способ управления получил название «Способ блокировки подачи воды в систему безнапорного гидротранспорта при неработающих очистных комбайнах». При этом было достигнуто определенное снижение расхода воды для безнапорного гидротранспорта, что позволило снизить расход электроэнергии и увеличить пропускную способность напорного гидротранспорта. Однако, детальный анализ алгоритма управления, реализующий способ блокировки показал следующее.

Предусмотренное в алгоритме управления двухпозиционное регулирование задвижки («откр», «закр») не обеспечивает регулирование количества воды на смыв угля, поступающей от конвейерного транспорта, в зависимости от переменной нагрузки на безнапорный гидротранспорт, обусловленной изменением количества одновременно работающих добычных участков. В этом случае, например, при работе одного очистного комбайна, происходит перерасход воды, которая подается в максимальном объеме (для нагрузки от трёх участков) в систему гидротранспорта, так как задвижка открыта полностью. Такой принцип регулирования позволяет исключить лишь перерасход расхода воды в течении остановки конвейерного транспорта.

Следующим недостатком является то, что не обеспечивается преждевременное открытие задвижки перед пуском конвейерного транспорта. Например, при аварийной остановке конвейерного транспорта, может сложиться ситуация, что при загруженном конвейере происходит закрытие задвижки. При повторном же запуске линии задвижка открывается примерно в течении 60 сек. За это время происходит чрезмерное наполнение углем рештачной трассы, что может привести к заштыбовке трассы. По данным хронометража таких заштыбовок в месяц происходит примерно пять и более, что приводит к

увеличению технологических перерывов в работе добычных участков, а следовательно к потере общей добычи угля.

Также в алгоритме управления отсутствует контроль включенного или отключенного состояния конвейерного транспорта. При этом может возникнуть такая ситуация, что если по какой-либо причине произойдет прекращение подачи воды для смыва (например, авария в насосной станции), то алгоритмом управления предусмотрено в автоматическом режиме закрытие задвижки, но при этом конвейерный транспорт будет продолжать сбрасывать уголь в систему безнапорного гидротранспорта до тех пор, пока не будет отключена в «ручную» оператором конвейерного транспорта, что может привести к аварийной ситуации.

Кроме того, подача воды на смыв в систему безнапорного гидротранспорта с поверхности шахты также не всегда является экономически целесообразным, так как в пульповодосборнике участковой углесосной станции, как правило, существует переизбыток воды, которая может быть использована для смыва угля, поступающего от конвейерного транспорта. Для этого углесосная станция должна быть оборудована рециркуляционным насосом, который включается или выключается в зависимости от необходимости подачи воды на смыв в системе безнапорного транспорта.

Таким образом, способ автоматического управления транспортным комплексом должен обеспечивать:

- подачу воды в систему безнапорного гидротранспорта (открытие, закрытие задвижки на трубопроводе подачи воды) в зависимости от состояния (включен, выключен) конвейерного транспорта, который должен работать при работающем очистном (или очистных комбайнов) комбайне. Причем должно осуществляться упрежденное открытие задвижки перед включением конвейерного транспорта;

- регулирование количества воды, поступающей на смыв угля в систему безнапорного гидротранспорта, в зависимости от количества угля, транспортирующего конвейерным транспортом для надежного и бесперебойного гидротранспортирования той по составу гидросмеси, твердая фракция которой формируется в очистном забое;

- промывку водой раштачной трассы системы безнапорного гидротранспорта после остановки конвейерного транспорта для исключения забутовки трассы;

- управление подачей воды для смыва угля в зависимости от уровня воды в пульповодосборнике участковой углесосной станции (переключение подачи воды или с насосной станции на поверхности шахты или с участковой углесосной станции). При этом необходимо учитывать, что в пульповодосборнике углесосной станции требуется поддержание определенного объема воды для нормальной работы углесосных установок, т.е. консистенция гидросмеси должна быть не менее Т:Ж=1:3.

Согласно предлагаемого способа автоматического управления транспортным комплексом, критерий управления можно записать как

$$Q^{HB} \rightarrow Q_{min}^{HB},$$

где Q^{HB} , Q_{min}^{HB} - фактический и минимально необходимый расход технологической воды, м³/с.

Значение Q_{min}^{HB} определяется по формуле

$$Q_{min}^{HB} = Q_{min}^P + Q_{min}^{PP}.$$

Минимально необходимое количество воды Q_{min}^P , подаваемое в гидротранспортную систему зависит от грузопотока из забоев, минералогического и гранулометрического состава транспортируемого материала и его соотношение в горной массе ρ_T ; производительности параметров (мощности угольного пласта угля на добычном участке, глубины захвата b_k и скорости подачи V_n выемочного механизма; параметров желобов (форма и размеры поперечного сечения – ширина b , высота H , материал желобов), угла (i) , качества укладки желобов и конфигурации желобчатого става, то есть величина Q_{min}^P может быть вычислена как

$$Q_{min}^P = Q_T \cdot q_B \cdot \rho^{-1},$$

где Q_T – транспортирующая способность потока (при предельном насыщении), м³/с; ρ – плотность воды, кг/м³; q_B – удельный расход воды м³/кг; в зоне возможных изменений параметров безнапорного транспорта.

$$q_B = K'_H(K'_1 \cdot i^{-1} - K'_2 \cdot i^{0,5} + K_3).$$

Минимальное количество воды, необходимое для промывки трассы гидротранспорта после отключения конвейерного транспорта, определяется как

$$Q_{min}^{PP} = n_{отк} \cdot Q_{min}^P \cdot \tau_{min}^n,$$

где $n_{отк}$ – количество отключений конвейера за рассматриваемый период.

Необходимый расход воды, подаваемый в систему безнапорного гидротранспорта определяется как

$$Q_B = 60K_p \cdot K_B \cdot \frac{\rho_T}{\rho_B} \cdot m \cdot b_k \cdot V_n \left(\frac{K_1}{i} - K_2 \cdot \sqrt{i} + K_3 \right), \text{ м}^3/\text{ч},$$

где K_p – коэффициент, учитывающий неточности уложенных желобов и повороты става. Принимается $K_p = 1,2 \dots 1,5$ в зависимости от сложности конфигурации става и качества укладки; K_B – коэффициент выемки пласта. Принимается $K_B = 0,95 \dots 0,97$; $\rho_T = \rho_n + \rho_y P_y$ – плотность транспортируемого твердого материала, т/м³; ρ_n, ρ_y, ρ_B – плотности соответственно породы, угля и воды; P_n, P_y – части соответственно породы и угля в смеси ($P_n + P_y = 1$); m – мощность пласта, м; b_k – ширина захвата выемочного механизма, м; $V_n = V_{ncp} \cdot K_Q$ – скорость подачи выемочного механизма, м/мин (здесь V_{ncp} – средняя скорость подачи, $K_Q = 2$); i – уклон укладки.

Для металлических желобов, смесей, содержащих до 50 процентов породы ($\rho_n = 2,55$ т/м³, $\rho_y = 1,3$ т/м³), крупности рядового материала до 0...250 мм, ширине желобов по низу $b = 200 \dots 500$ мм, уклонов $i = 0,05 \dots 0,37$. Коэффициенты K_2 и K_3 – принимаются постоянными и равными: $K_2 = 3,0$; $K_3 = 0,5$; $K_1 = 0,18 \dots 0,35$. Для наиболее часто встречающихся условий: уклон желобов $i = 0,07$; $K_Q = 2$; $V_{ncp} = 1$ м/мин, при $K_1 = 0,35$; $K_2 = 3,0$; $K_3 = 0,5$; $K_p = 1,5$; $K_B = 0,95$. Тогда

$$Q_B = 800 m \cdot b_k, \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Необходимое время промывки желобов решетчатого става определяется как

$$t_{np} = K_p \frac{l}{V_B} \left(\frac{V_B}{V_T} - 1 \right), \text{ с},$$

где K_p – коэффициент, учитывающий качество укладки желобов, изменения их уклона, влияние разгонного и участка затухания потока, $K_p = 1,2 - 1,5$; l – длина промываемого участка, м; $V_B = C\sqrt{R \cdot i}$ – скорость движения воды в желобе (формула Шези), где $C = \frac{1}{n} R^J$; $J = 2,5 \cdot \sqrt{n} - 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0,1)$. Значение $n = 0,016 \dots 0,017$ – для движения воды в желобе. ; R – гидравлический радиус укладки желоба, м.

Приведенные зависимости могут быть использованы для расчета уставок управления системы автоматизации транспортным комплексом для механической выемки угля на гидрошахте.

Перечень ссылок

1. Коденцев, А. Я. Гидротехнология на шахтах / А. Я. Коденцев. — Москва : Недра. 1994. – 243 с.