

ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ОСТАТОЧНОГО ОБЪЕМА ПОРОДЫ ПРИ РАЗГРУЗКЕ ШАХТНЫХ ВАГОНОВ

А.Л. Ширин

(Украина, ДВНЗ «Национальный горный университет», Днепр)

Необходимость обоснования функций и структуры автоматизированного контроля и управления процессами выгрузки породы из шахтных вагонов и загрузки ее в бункер обусловлена тем, что из подготовительных забоев шахт региона выдается на поверхность горная масса (порода, уголь) влажностью более 50 % и липкостью до 75 г/см². В процессе транспортирования горной массы в протяженных искривленных выработках со знакопеременным профилем пути происходит интенсивное уплотнение влажной породы и налипание ее в кузове вагонеток.

По результатам анализа ряда работ можно утверждать, что выявленная проблема до настоящего времени остается малоизученной. Вопросы динамики шахтных вагонеток и моделирования грузопотоков, поступающих на ППП дискретного действия, однако все они не связаны с контролем и учетом остаточного объема породы при разгрузке шахтных вагонов. Это послужило поводом для проведения исследований по изучению причин и характера налипания породы в кузове вагонеток, способов контроля и методов диагностирования данного процесса.

В виду отсутствия методических рекомендаций параметры снижения полезной емкости кузова вагонеток определялись путем механической их очистки от налипших слоев породы и порционного взвешивания после выполнения первого, второго и последующих технологических циклов погрузочно-разгрузочных работ.

Объемы налипшей породы определялись путем пересчета веса отбитой горной массы в объем в соответствии с общепризнанным выражением $G = V \cdot \gamma$. Шахтными исследованиями установлено, что полезный объем шахтного вагона снижался в конце смены на 25 – 30 % из-за послойного налипания породы в кузове вагонетки. При темпах продвижения подготовительных забоев $v \geq 2,4$ м/см (три и более цикла) нарушались графики вывоза породы из забоев, снижались темпы проведения и пропускная способность транспортных выработок, а также повышались удельные энергозатраты, связанные с транспортированием «мертвого груза».

Кроме количественных показателей в процессе эксперимента определялась качественная картина характера налипания первичного и последующих слоев породы на днище и стенки вагона и затраты времени на очистку вагонов. На рис. 4.5 приведены установленные зависимости снижения полезного объема шахтных вагонов из-за налипания породы в кузове после выполнения первого и последующих циклов погрузочно-разгрузочных работ.

Программой шахтных экспериментов предусматривалось обосновать методы оперативного контроля объемов не выгруженной породы и диагностирования состояния вагонов после их разгрузки.

Анализ существующих способов контроля операций по выгрузке сыпучих материалов из вагонов показал, что на зарубежных рудниках цветной металлургии, добывающих редкие и благородные металлы, широко распространен метод диагностирования данного процесса путем взвешивания груженых и порожних составов с помощью модулей АСУ ТП-Д и специальных устройств взвешивания вагонов АКРВ-87 производства Болгарии.

Необходимо отметить, что поточная технология ведения горных работ на угольных шахтах не предусматривает выполнение операций, связанных со взвешиванием вагонов. По этой причине на предприятиях отрасли отсутствует опыт создания автоматизированных систем, ориентированных на контроль и диагностирование подобных процессов.

По результатам выполненных исследований была выдвинута гипотеза, что основными факторами, провоцирующими интенсивное налипание влажной породы в кузове, следует считать: деформации кузова; гармонические колебания подвижного состава при движении в выработках сложной конфигурации; удары на стыках рельсов; вес породы в вагонетке и коэффициент сцепления (трения) породы с внутренней поверхностью кузова.

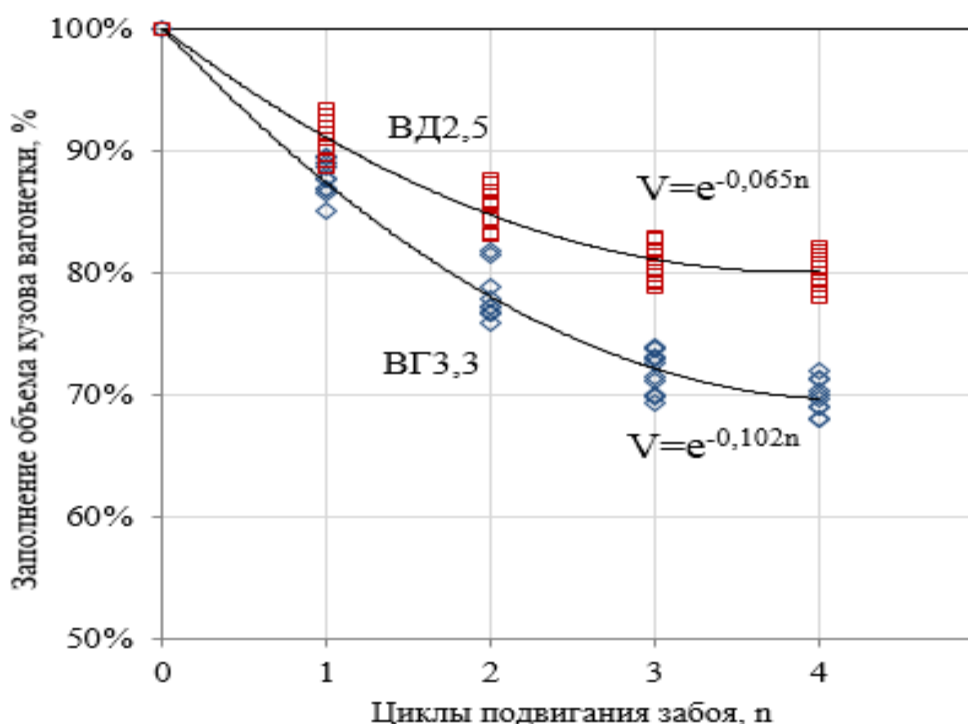


Рис. 4.5. Графики зависимости заполнения объема вагонетки при налипании породы от количества циклов подвигания забоя

Следует отметить, что при разгрузке вагонов в опрокидывателях околоствольного двора, контроль качества разгрузки составов и периодическую оценку состояния вагонов выполняют горнорабочие ОД и

участка ВШТ. В соответствии с графиком, операции по очистке вагонов выполняются периодически через каждые два-три часа с привлечением одного-двух горнорабочих. Средние затраты времени на механическую очистку одного вагона с глухим кузовом типа ВГ-3,3 составляют 3 – 4 минуты.

Недостатком технологических схем участкового транспорта с применением напочвенных канатных дорог и разгрузкой породы в бункер является отсутствие в структуре автоматизированного управления ДКН функциональных модулей контроля качества выгрузки породы из вагонов.

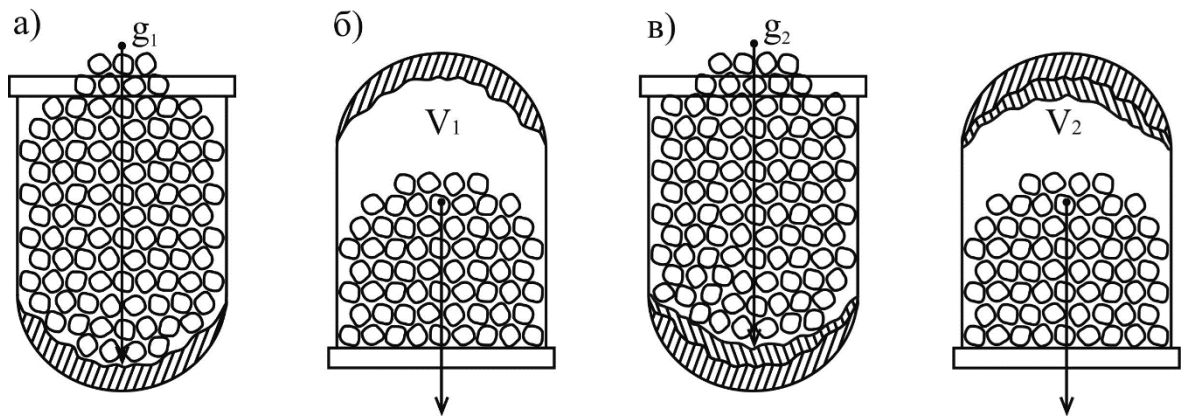
Для решения данной технической задачи был выполнен анализ применяемых способов борьбы с налипанием породы и очистки транспортных сосудов, изучены методы контроля технического состояния кузова шахтных вагонов и разработан алгоритм диагностирования процесса выгрузки породы.

Известно, что прилипание любого материала к чистой поверхности произойдет в том случае, если вес налипшего первичного слоя материала $\sum_1^n g c_{i_1}$ будет меньше силы его сцепления (трения) с поверхностью (рис. 4.6 а)

$$\sum_1^n g c_{i_1} < F_{\text{тр}1},$$

где $g = 9,81$ – ускорение свободного падения частиц материала, м/с^2 ; c_{i_1} – вес частицы первичного слоя материала.

Сила трения $F_{\text{тр}i}$ породы зависит от веса горной массы в вагонетке $G_{\text{тр}i}$ и коэффициента сцепления ее с внутренней поверхностью кузова вагона.



а – полезный объем кузова вагона; б – емкость (V) кузова вагона при налипании первичного слоя породы; в – тоже, при налипании последующих слоев

Рис. 4.6 – Стадии снижения емкости кузова шахтных вагонов и объема перевозимой породы

После выгрузки породы из вагона на днище и стенках вагонетки остается первичный слой налипшей горной массы объемом Q_1 .

Налипание второго слоя на первичный и последующих слоев друг на друга будет происходить в процессе очередных циклов загрузки вагонетки породой и выгрузки ее из вагона (рис. 4.6 б).

Условия налипания второго слоя породы на первичный сохраняются, если вес горной массы будет меньше силы внутреннего трения ее частиц между собой, т.е.

$$\sum_1^n gc_{i_2} < F_{\text{тр}_2} .$$

При взаимодействии последующих слоев сила трения $F_{\text{тр}_i}$ будет зависеть от веса очередной порции породы, загруженной в вагонетку $G_{\text{гр}_i}$ и коэффициента сцепления частиц породы между собой $f_{\text{тр}_i}$

$$\sum_1^n F_{\text{тр}_i} = \sum_1^n f_{\text{тр}_i} \cdot \sum_1^n G_{\text{гр}_i}$$

Вероятность нарастания слоя налипшей породы тем больше, чем больше коэффициент трения (сцепления) $f_{\text{тр}_i}$ и вес ее в вагонетке $G_{\text{гр}_i}$.

Установлено, что при постоянном числе вагонов в составе и объеме породы, вынимаемой комбайном при каждом цикле проходки, происходит превышение нормы погрузки породы в вагоны на величину налипшего слоя и соответственно превышение массы состава. В результате превышения массы состава изменяются тяговые характеристики приводного блока ДКН и запас прочности тягового каната.

Согласно рекомендаций основным заданием функций и структуры АСУТП в условиях неопределенности является решение задач генезиса, т.е. изучение процессов образования и развития негативных явлений (развитие деформаций кузова, снижение вместимости вагона, отказы узлов и др.), а также их распознавание при работе ДКН в выработках сложной конфигурации.

Таким образом, для адаптации ДКН в подземных выработках сложной конфигурации необходимо, в действующую структуру АСУ режимами работы, дополнительно включить функциональные модули контроля качества выгрузки породы из шахтных вагонов и их диагностирования.

Согласно требованиям ГОСТ 22269 – 76, указанные функциональные блоки, а также рабочее место оператора ДКН (пульт управления) должны быть компактно размещены для обеспечения возможности визуального контроля режимов работы технологических звеньев транспортной системы.