

УДК 622.673.1

А.А. Привалов, В.В. Волков, Д.В. Волков

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СКИПОВОЙ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ

Семинар № 17

Известно, что часовая производительность скипового подъема – $A_{\text{час}}$, т/час зависит от емкости скипа Q , t и числа подъемов в час n , т.е. $A_{\text{час}} = Q \cdot n$ [1]. Число подъемов в час $n = 3600 / (T + t_n)$ определяется временем движения скипа по стволу – T , с и временем t_n , с, необходимым для выполнения операций по загрузке и выгрузке груза из скипа.

Время движения скипа по стволу, T зависит от многих факторов и оказывает, в свою очередь, большое влияние на экономические показатели работы горного предприятия. По рекомендациям проф. Г.М. Еланчика значение $T = 4H^{0.5}$. Другими исследователями предложены иные выражения для определения величины T , но получаемые по ним результаты близки первоначальным. В настоящем исследовании принято, что $T = 4 \cdot H^{0.5}$, так как для большинства подъемов уже построенных шахт при проектировании использовалось указанное соотношение.

Величина продолжительности паузы на одновременную загрузку и разгрузку скипов – t_n (в секундах), согласно ОНТП 5 – 86, принимается в зависимости от емкости последних и, для большинства из них, практически, численно равна емкости скипа в м^3 . Ряд емкостей скипов, применяемых в угольной промышленности, начинается от минимального значения 4 м^3 и заканчивается емкостью в 55 м^3 .

Анализ режимов работы скиповых подъемов действующих шахт показывает, что с ростом потребной производительности и глубины ствола требуется выбирать скип большей емкости. Одновременно с этим происходит увеличение времени, затрачиваемого на разгрузку скипа и, как следствие, эффективность работы всего подъема при этом снижается.

Это происходит из-за того, что с ростом емкости скипа разгрузочная способность его не растет, а остается постоянной [2]. Для обеспечения же эффективности работы подъема

необходимо, чтобы с увеличением емкости применяемых скипов возрастала и их разгрузочная способность.

Для еще большего повышения эффективности работы скиповых подъемников необходимо всемерно сокращать время, затрачиваемое на процессы загрузки – разгрузки скипов, совершенствуя загрузочные устройства и конструкции самих скипов с целью облегчения их, увеличения разгрузочной способности и т.п. При этом будет увеличиваться «машинное время» работы подъема и расти производительность установки.

В пределе у «идеальной» подъемной установки загрузка и разгрузка скипа должны происходить во время его движения в периоды замедления, а пауза должна составлять величину в 1-2 с необходимые для подготовки подъема к движению в противоположном направлении, т.е. полное время цикла $T_{\text{ц}} = 4H^{0.5}$.

Тогда, часовая производительность подъема существующих скиповых подъемных установок может быть определена как

$$A_{\text{час}} = 3600 \cdot Q / (4 \cdot H^{0.5} + t_n), \text{ т/час},$$

а «идеальной» установки –

$$A'_{\text{час}} = 3600 \cdot Q / 4 \cdot H^{0.5}, \text{ т/час}.$$

Увеличение производительности подъема может быть оценено коэффициентом c'

$$c' = A'_{\text{час}} / A_{\text{час}} = 1 + t_n / 4 \cdot H^{0.5}.$$

На рис. 1 построены графики изменения коэффициента увеличения производительности подъема от глубины подъема для скипов различной емкости (число у кривой соответствует емкости скипа). Анализ представленного семейства кривых показывает, что значительное увеличение производительности подъема наблюдается особенно при малых глубинах с ростом емкости скипа.

Существующие в настоящее время конструкции скипов можно разделить по способу разгрузки на две группы – опрокидные и с разгрузкой через нижнюю часть скипа (через

днище или через нижнее окно в передней стенке).

Опрокидные скипы используются в том случае, если разгружаемый материал невозможно разгрузить через низ скипа (слеживающийся материал, липкий и т.п.). Разгрузка скипа путем его опрокидывания требует значительных затрат времени и дополнительно повышает динамичность режима подъема. В остальных случаях применяют скипы с разгрузкой через нижнюю часть кузова.

Загрузка углем скипов всех перечисленных типов осуществляется сверху. Так как конструкция скипа привязана своими размерами в плане к существующей армировке ствола и лимитирована его размерами, то увеличение его вместимости достигается за счет роста высоты кузова.

При этом увеличивается высота падения угля и рост процента выхода штыба. По некоторым оценкам он составляет от 2,7 до 7,2 % и зависит также от крепости угля.

В еще большей степени измельчение угля происходит в процессе выгрузки его из кузова за счет перемешивания слоев, возникающего при движении угля в сужающемся кузове и возникновении воронки в насыпной массе.

Исследования показали, что повышение содержания штыба в товарном угле на 1 % снижает оптовую цену на 0,48–1,37 %. Кроме этого установлено, что с уменьшением крупности антрацита снижается эффективность его обогащения, так как содержание в концентрате породных фракций растет по мере перехода от крупных классов к мелким. Это приводит к повышению зольности концентрата и снижению отпускной цены.

Резюмируя вышесказанное можно сформулировать требования к конструкции «идеального» скипа.

1. При погрузке в кузов скипа уголь не должен падать с большой высоты.

2. При разгрузке не должно иметь места перемешивание слоев угля в кузове.

3. Время на разгрузку и загрузку скипа должно быть минимально.

В литературе описаны различные технические решения, в которых поставленные требования реализованы частично. Так, в Великобритании предложены скипы с подвижным днищем. При этом перед загрузкой скипа днище находится в верхней части кузова и по мере загрузки кузова оно опускается, не допуская падения угля с большой высоты. Однако кон-

струкция устройства сложна и решает только первое требование.

Почти полностью исключить перемешивание слоев при разгрузке позволяет использование в качестве запорного элемента разгрузочного окна шибера, перемещаемого силой от внешнего источника или за счет массы опускаемого грузевого скипа. Указанное решение также удовлетворяет поставленным выше требованиям только частично и совершенно не решает первого и третьего пунктов требования.

Теоретически в полной мере указанные требования могут быть выполнены, если реализовать конструкцию скипа предложенного примерно в одно и тоже время в Великобритании и России [3]. Устройство позволяет производить процессы загрузки и разгрузки скипов во время движения в периоде замедления.

Особенность предлагаемого скипа состоит в том, что передняя стенка кузова скипа выполнена подвижной.

Разгрузка загруженного скипа после его подъема на поверхность в пункте его разгрузки происходит путем удержания подвижной передней стенки упорами при дальнейшем движении вверх кузова. Передняя стенка при этом остается на месте, а уголь из кузова, лишившись опоры со стороны передней стенки, сползает из верхней части кузова и попадает в приемное окно бункера. Это происходит до полной выгрузки угля из кузова.

Опороженный скип опускается вниз к загрузочному бункеру. Передняя стенка находится в нижнем положении. После того как кузов занял положение, при котором верхняя кромка передней стенки достигла точки загрузочного устройства, передняя стенка стопорится упором загрузочного устройства, а кузов продолжает движение вниз. В этот момент начинается загрузка кузова скипа из загрузочного устройства.

Скорость опускания скипа выбирается такой, чтобы она соответствовала скорости заполнения емкости кузова скипа из загрузочного устройства. К концу загрузки передняя стенка достигнет крайнего верхнего положения, дальнейшее движение кузова прекращается остановкой подъемной машины. Загруженный уголь скип готов к очередному подъему и дальнейшей разгрузке описанным выше способом.

Рассматриваемая конструкция позволяет реализовать все требования предъявляемые к «идеальному» скипу. Однако, в результате ана-

литических и экспериментальных исследований выявлено, что скип с подвижной передней стенкой имеет недостаток, заключающийся в том, что при относительном перемещении передней стенки скипа между ней и материалом в кузове возникает сила трения значительной величины.

Для ее преодоления требуется создание дополнительного движущего усилия приводного двигателя подъема, что не всегда приемлемо. Стремление снизить усилие сдвига передней стенки привело к появлению технических решений, призванных, хотя бы частично, компенсировать указанный недостаток.

Так как нагрузка на переднюю стенку скипа увеличивается в направлении сверху вниз и имеет минимальное значение в верхней части, предлагается [4] переднюю стенку выполнить составной из трех частей. Связаны между собой части таким образом, что, во время разгрузки у приемной площадки, первой сдвигается верхняя часть составной стенки и, после раздвижения ее на средней части составной стенки, она съезжает вместе с ней и размещается на нижней части. Заключительной фазой движения является перемещение всех трех частей относительно кузова по дополнительным направляющим с полным открытием кузова. При погрузке материала в кузов происходит перемещение частей передней стенки в обратном порядке. Так как сдвигание соответствующей части стенки происходит в тот момент, когда они оказываются в верхней части неразгруженного объема штабеля в кузове, нагрузка на нее минимальна, и уменьшается усилие при ее перемещении.

Другим направлением совершенствования запорных элементов для передней стенки кузова скипа было предложено снизить статические нагрузки, возникающие при перемещении передней стенки за счет замены сил трения скольжения, возникающих материалом в кузове и стенкой, силами трения качения. Это достигнуто конструкцией, в которой во время разгрузки и погрузки материала не происходит его взаимного относительного перемещения со стенкой.

Передняя стенка не сдвигается относительно материала в кузове скипа, а скатывается с него, при открытии во время разгрузки, и возвращается в исходное положение путем накачивания гибкой передней стенки, при закрытии скипа, в направлении снизу вверх, при его загрузке.

Фиксация гибкой передней стенки на кузове скипа может быть осуществлена различным образом. В одном из вариантов [6] фиксация осуществляется постановкой скоб, устанавливаемых по краям конвейерной ленты с зацеплением за элементы боковых стенок кузова скипа.

При этом для разгрузки скипа (при подходе его к разгрузочному бункеру) открытие передней стенки скатыванием в направлении сверху вниз осуществляется съемом скоб с торцов конвейерной ленты при помощи каретки перемещающейся относительно кузова скипа.

Каретка несет на себе ролик, контактирующий с полотнищем ленты, и пары из прижимного ролика и направляющей звездочки, расположенных с каждого торца ленты, взаимодействующие с гибким элементом (например, цепью) несущим на себе указанные скобы. При относительном перемещении каретки вниз, скобы снимаются с ленты, она отсоединяется от скипа и, перегибаясь через ролик, опускается вниз.

При относительном перемещении каретки скипа вверх, полотнище ленты прижимается роликом к торцам боковых стенок, и, при помощи прижимных роликов и направляющих звездочек, фиксирующие скобы устанавливаются по краям конвейерной ленты для фиксации ее к элементам боковых стенок скипа.

В техническом решении [5] в качестве запорного элемента для гибкой передней стенки кузова скипа используют специальные захваты. В конструкции [7] применены пластины, располагающиеся в щелевых пазах на периферии боковых стенок и удерживающие ленту за счет сил трения и распора насыпного материала в кузове. Принцип действия и технология загрузки и разгрузки те же, что и в решении [6].

Во всех предложенных решениях не требуется применение разгрузочных кривых, что позволяет применить трехпериодную диаграмму скорости вместо пяти- или шестипериодной и убрать потери электроэнергии в пусковых реостатах, имеющие место при движении скипа в разгрузочных кривых. В зависимости от глубины подъема его к.п.д. может быть повышен на 4-8 % и существенно снижена плата за активную потребленную электроэнергию.

В тех случаях, когда не ставится задача повышения сортности угля (при добыче энергетических или коксующихся углей) процесс загрузки кузова скипа может быть осуществлен

обычным способом. Процесс разгрузки скипа может быть интенсифицирован при использовании установленных по всей высоте передней стенки кузова поворотных заслонок [8, 9].

Осуществление разгрузки достигается за счет поворота заслонок силой разгружаемого материала последовательно сверху донизу путем принудительного открытия стопоров упором при движении скипа [8]. Если необходимо, то поворотные заслонки могут быть открыты одновременно с помощью специального механизма с использованием силы предварительно сжатой пружины во время процесса загрузки скипа под действием силы от веса загружаемого в кузов материала.

Если вместо указанных выше заслонок установить лотки и расположить их в горизонтальное положение и с перекрытием по высоте, то, после загрузки кузова скипа материалом,

лотки образуют затвор путем подпора материала [10]. Разгрузка материала из кузова осуществляется путем поворота лотков на угол равный углу естественного откоса загруженного материала. Поворот лотков можно производить под действием отклоняющей лыжи, установленной на армировке ствола.

Таким образом, долгое время существовавшее техническое противоречие между ростом емкости скипов и низкой их разгрузочной способностью может быть разрешено использованием технических решений [3-9], в зависимости от конкретных технических условий и требований технологии. Это позволит повысить производительность существующих подъемных установок, снизить измельчение угля при его погрузке и разгрузке из скипа, повысить КПД установки и ее надежность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Правицкий Н.К.* Рудничные подъемные установки. – М.: Госгортехиздат, 1963. - С. 137.
2. *Волков В.В., Остапенко А.А.* Пути повышения эффективности работы скиповых подъемных установок. //Механизация и электрификация горных работ: Материалы 45-й научно-техн. конф. Шахтинского института НГТУ. Апрель 1996 г./Новочерк. гос. техн. ун-т. – Новочеркасск: НГТУ, 1996. -с.66-69.
3. Пат. RU 2007361 C2, МКИ⁵ В 66 В 17/26. Устройство для разгрузки и загрузки скипа, Волков В. В., Масликов Н. И., Шермет А. З.
4. Пат. RU 2216502 C2, МКИ⁷ В 66 В 17/08, 17/26. Устройство для разгрузки скипа, Волков В.В., Волков Д.В.
5. Пат. RU 2174094 C2, МКИ⁵ В 66 В 17/26. Устройство для разгрузки и загрузки скипа, Волков В.В., Волков Д.В., Черноусов В.В.
6. Пат. RU 2181689 C2, МКИ⁵ В 66 В 17/26. Устройство для разгрузки скипа, Волков В.В., Волков Д.В., Остапенко А.А., Дуров Д.С.
7. Пат. RU 2215683 C1, МКИ⁷ В 66 В17/08, 17/26. Устройство для разгрузки скипа, Волков В.В., Волков Д.В.
8. Пат. RU 2209173 C1, МКИ⁷ В 66 В 17/26. Устройство разгрузки скипа, Ляшенко Ю.М., Волков В.В., Волков Д.В.
9. Пат. RU 2219122 C1, МКИ⁷ В 66 В17/08, 17/26. Устройство для разгрузки скипа, Ляшенко Ю.М., Волков В.В., Волков Д.В.
10. *Спиваковский А.О., Дьячков В.К.* Транспортные машины. – М.: Машиностроение, 1968, - с.460.

Коротко об авторах

Привалов Александр Алексеевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Экономика и право»,
Волков Владимир Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Горные машины и оборудование»,
Волков Дмитрий Владимирович – студент V курса специальности ЭАПУ и ТК,
Шахтинский институт Южно-Российского государственного технического университета (НПИ), г. Шахты.



