

УДК 622.673.1

А.А. Привалов, В.В. Волков, Д.В. Волков
ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ СКИПОВ
С МНОГОЛОТКОВЫМ ЗАТВОРОМ

Предложены скипы с использованием многолоткового затвора, рассматривается их конструкция.

Ключевые слова: измельчение угля, скипы, многолотковый затвор, копр.

Семинар № 15

**A.A. Privalov, V.V. Volkov,
D.V. Volkov**

**THE PECULIARITIES OF THE
OPERATION OF THE DUMPSTER
WITH THE MULTI-TRAY GATE**

The dumpsters with the multi-tray gate are proposed, the construction of the dumpsters are reviewed.

Key words: coal crushing, dumpster, multi-tray gate, pile driver.

Совершенная конструкция скипа обеспечивает малое измельчение угля, высокую разгрузочную способность и упрощает управление подъемной установкой. Конструкции подвижной передней стенки скипа, в которых силы трения скольжения, при ее перемещении относительно материала в кузове, заменены силами трения качения, позволяют снизить нагрузки на привод подъема при разгрузке скипа. Указанные конструкции отличаются сложностью. Предложены скипы с использованием многолоткового затвора, рассматривается его конструкция.

В начале прошлого века в Великобритании был предложен новый тип шахтного подъемного сосуда - скип и с этих пор началось повсеместное его использование.

На подъемных установках рудных и угольных шахт дореволюционной

России преобладал бадьевого подъем и клетевой с вагонетками грузоподъемностью 0,5-1 т, а скипового подъема в Донецком бассейне не было вообще.

Развитие индустриализации нашей страны за годы пятилеток обеспечили высокие темпы совершенствования подъемных установок - на шахтах и рудниках находят применение большегрузные вагонетки и скипы 20, 30 и 50 т на вертикальных стволах.

К концу прошлого столетия практически все действующие шахты в СССР имели скиповый подъем. Попутно шло усовершенствование подъема, как в его механической части, так и привода, систем управления, контроля.

Большое значение при этом придавалось совершенствованию конструкций скипов, т.к. изменение конструкций последнего способно во многом изменить технологию подъема, что, в свою очередь, приводит к существенному изменению системы привода и управлению им.

Пути совершенствования отечественных конструкций современных скипов в 70-80х годах заключалось в основном в увеличении их емкости (до 55 м³), в применении высокопрочных и износостойких материалов в сочетании с жесткой несущей цель-

носварной конструкцией кузова, в разработке совершенного затвора с автономным приводом, исключаящим дотяжку скипа при разгрузке и громоздкие разгрузочные кривые [1].

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.

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). В статье не рассматриваются опрокидные скипы. Конструкция скипа привязана своими размерами в плане к армировке ствола и лимитирована его размерами. 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%. 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.

Совершенный скип не должен способствовать измельчению угля, а за-

грузочно-разгрузочные операции не должны сдерживать темп подъема.

Известны 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 конструкция устройства сложна и решает только первое требование. Исключить перемешивание слоев при разгрузке позволяет использование шибера в качестве запорного элемента разгрузочного окна перемещаемого силой от внешнего источника или за счет массы опускаемого грузеного скипа.

Оригинальная конструкция скипа предложена примерно в одно и то же 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 продолжающемся 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.

После разгрузки 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, пе-

редняя стенка стопорится упором загрузочного устройства, а кузов продолжает движение вниз. В этот момент начинается загрузка кузова скипа из загрузочного устройства. К концу загрузки передняя стенка достигнет крайнего верхнего положения, дальнейшее движение кузова прекращается остановкой подъемной машины. Загруженный углем скип готов к очередному подъему.

Рассматриваемая конструкция позволяет реализовать требования предъявляемые к совершенному скипу. Однако, аналитические и экспериментальные исследования выявили, что при относительном перемещении передней стенки скипа между ней и материалом в кузове возникает сила трения значительной величины.

Стремление снизить усилие сдвига передней стенки привело к появлению технических решений, призванных, хотя бы частично, скомпенсировать 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 размещения 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.

Дальнейшим совершенствованием запорных элементов стало снижение

статических нагрузок, возникающих при перемещении передней стенки за счет замены сил трения скольжения, возникающих между материалом в кузове и стенкой, силами трения качения. Передняя стенка в этом случае не сдвигается относительно материала в кузове скипа, а скатывается с него, при открытии во время разгрузки, и возвращается в исходное положение путем накатывания 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 помощи каретки перемещающейся относительно кузова 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 рассмотренных 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 КПД 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].

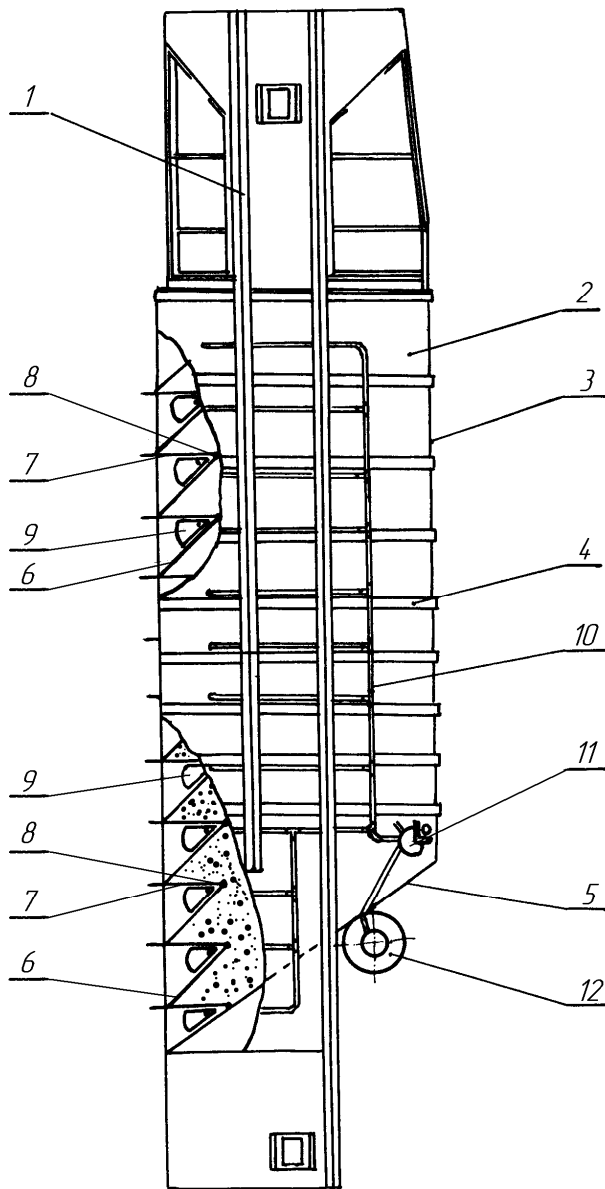
Если вместо указанных выше заслонок установить лотки и привести их в горизонтальное положение и перекрытием по высоте, то, после загрузки кузова скипа материалом, лотки образуют затвор путем подпора материала. Разгрузка материала из кузова осуществляется путем поворота лотков на угол равный углу естественного откоса загруженного материала. Поворот лотков можно производить под действием отклоняющей лыжи, установленной на армировке ствола [10]. Однако при взаимодействии с отклоняющей лыжей указанных лотков все-таки возникают небольшие усилия, действующие на элементы копра или армировки ствола.

Стремление свести эти усилия до нуля привели к созданию затвора, который выполнен из составных лотков, расположенных один над другим. Одна часть составных лотков установлена неподвижно между боковых стенок под углом естественного откоса разгружаемого материала и дополнительно выполняет функции ребер жесткости для боковых стенок. Другая - верхняя часть составных лотков выполнена подвижной за счет шарнирного соединения внутренней его стороны с внутренней стороной не-

подвижной части лотка. При этом верхняя часть составного лотка может занимать положение от - равного углу естественного откоса разгружаемого материала до положения, ограниченного расположением нижней части верхнего смежного лотка. Движение и расположение верхней части составного лотка обусловлено количеством и давлением сжатого воздуха, находящегося в упругих оболочках, расположенных между подвижной и неподвижной частями составных лотков и торсионным действием шарнира.

На рисунке изображен скип с устройством для его разгрузки в момент, когда верхние подвижные шарнирные части лотков находятся в положении перед загрузкой в верхней части скипа и в частично загруженной нижней части скипа;

Скип состоит из рамы 1, на которой смонтирован кузов, состоящий из боковых 2 и задней стенок 3, усиленных поясами 4. Скип имеет наклонное днище 5, и лотки, состоящие из неподвижных частей 6, установленных между боковых стенок 2, скрепленных с ними (при этом плоскость неподвижной части лотка 6 расположена под углом большим (или равным) углу естественного откоса разгружаемого материала). Подвижные части 7, расположены над неподвижными, и связаны с ними торсионным шарниром 8, и имеют, расположенную между ними, герметичную упругую оболочку 9 (например, резиновую), соединенную трубопроводом 10 через трехходовый кран 11 с баллоном сжатого воздуха 12. Переключение трехходового крана 11 происходит под действием пальца 13, установленного на элементах армировки ствола, под действием которого трехходовый кран устанавливается в одно фиксированное положение при подъеме скипа в положение разгрузки.



Под действием того же пальца трехходовый кран переводится в другое фиксированное положение при уходе скипа вниз после его разгрузки. После наполнения кузова скипа, материал (уголь) будет занимать положение, изображенное в нижней части кузова, по всей высоте кузова.

Следует отметить, что после загрузки кузова скипа сыпучим материалом на все его стенки начинает действовать распорное усилие, нормальная составляющая которого вызывает изгибные и растягивающие усилия плоскостей стенок. Величина этого усилия пропорциональна произведению нормальной составляющей силы распора и площади, на которую действует эта сила. Так как подвижные части лотков расположены горизонтально, а нормальная составляющая распорного усилия действует на торец лотка, то общее усилие, действующее на подвижную часть лотков, мало.

Помимо распорного усилия, на подвижную часть лотков действует вертикальное усилие равное весу материала находящегося на лотке. Поскольку площадь лотка невелика, мало и количество материала находящегося на лотке и мало вертикальное усилие, действующее на лоток.

Разгрузка скипа осуществляется следующим образом. После поднятия скипа на поверхность к пункту разгрузки, где установлен разгрузочный палец 13, последний переведет трехходовый кран 11 в положение, при котором трубопровод 10 будет соединен с атмосферой. При этом сжатый воздух из всех облочков 9 выходит через трубопровод 10 в атмосферу через трехходовый кран 11. Под действием веса угля,

находящегося на подвижных частях лотков 7 и действия торсионных шарниров 8, они будут повернуты относительно торсионного шарнира 8 против часовой стрелки.

Заняв положение к штабелю под углом естественного откоса разгружаемого материала, подвижная часть лотка способствует сползанию материала по нему и разгрузке его из кузова скипа.

По окончании разгрузки скип опускается вниз. При этом палец 13, находясь в неподвижном состоянии, заставляет при движении скипа вниз, занять такое положение трехходового крана 11, при котором трубопровод 10 соединяется с баллоном сжатого воздуха 12. Под действием сжатого воздуха происходит наполнение всех оболочек 9, которые, расширяясь, заставляют подвижные части 7 занять положение, показанное в верхней части на рисунке, подготавливая, таким образом, скип к загрузке его у нижнего загрузочного бункера.

В предлагаемом устройстве, для осуществления разгрузки скипа, к нему прикладывается внешнее усилие практически равное нулю и необходимое только для переключения трехходового крана. Сам разгружаемый материал своим весом переводит подвижную часть лотка в положение, соответствующее разгрузке. По мере расходования запаса сжатого воздуха в баллоне 12, и падения давления в нем, баллон заменяется сменным с новой порцией сжатого воздуха.

Известно, что разгрузочная способность скипа – Q с подвижной передней стенкой для идеализированного случая в предположении отсутствия слипания частиц сыпучего и от-

сутствия сил трения в материале. Из работы следует, что Q пропорциональна как высоте слоя истечения $h_{ст}$ в степени 2,5, так и ширине фронта разгрузки – B в той же степени, и зависит от скорости перемещения передней стенки, т.к. скорость определяет высоту слоя истечения – $h_{ст}$.

При определении разгрузочной способности скипа в случае применения многолоткового затвора необходимо различать два варианта открытия лотков:

лотки открываются последовательно, с верхнего до нижнего;

лотки открываются одновременно по всей высоте передней стенки.

Для первого варианта открытия лотков разгрузочная способность скипа оказывается несколько ниже по сравнению с вариантом подвижной передней стенки.

Разгрузочная способность скипа с многолотковым затвором, для случая одновременного открытия лотков по всей высоте, оказывается самой большой, но процесс истечения материала характеризуется неопределенностью и для его описания требуется постановка экспериментальных исследований.

Таким образом, существовавшее техническое противоречие между ростом емкости скипов и низкой их разгрузочной способностью может быть разрешено использованием технических решений [3-10], 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. *Стационарные установки* шахт. Под общей ред. Б.Ф.Братченко М.: «Недра», 1977, 440 с.
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 С2, МКИ⁵ В 66 В 17/26. Устройство для разгрузки и загрузки скипа, Волков В. В., Масликов Н. И., Шеремет А. З.
4. Пат. RU 2216502 С2, МКИ⁷ В 66 В 17/08, 17/26. Устройство для разгрузки скипа, Волков В.В., Волков Д.В.
5. Пат. RU 2174094 С2, 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 С2, 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 С1, МКИ⁷ В 66 В17/08, 17/26. Устройство для разгрузки скипа, Волков В.В., Волков Д.В.
8. Пат. RU 2209173 С1, МКИ⁷ В 66 В 17/26. Устройство разгрузки скипа, Ляшенко Ю.М., Волков В.В., Волков Д.В.
9. Пат. RU 2219122 С1, МКИ⁷ В 66 В17/08, 17/26. Устройство для разгрузки скипа, Ляшенко Ю.М., Волков В.В., Волков Д.В.
10. Пат. RU 2255892 С1, МКИ⁷ В 66 В17/08, 17/26. Устройство для разгрузки скипа, Привалов А.А., Волков В.В., Волков Д.В. **ИЛАС**

Коротко об авторах

Привалов А.А. – доктор технических наук, профессор кафедры «Экономика и право»,
Волков В.В. – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологические машины и оборудование»,
Волков Д.В. – аспирант кафедры ЭАПУ и ТК,
 Шахтинский институт Южно-Российского государственного технического университета (НПИ), г. Шахты, siurgtu@, siurgtu.ru



ДИССЕРТАЦИИ

**ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ
 ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ**

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ И ГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ - ВНИИГАЗ			
РУБАН Георгий Николаевич	Повышение эффективности системы геолого-геофизического контроля за эксплуатацией подземных хранилищ газа	25.00.17 25.00.12	к.т.н.