УДК 622.23

С.А.ТОЛСТУНОВ, **С.П.МОЗЕР**
Санкт-Петербургский государственный горный институт (*технический университет*)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ГОРНЫХ РАБОТ ПРИ ОТБОЙКЕ УГЛЯ КРУПНЫМ СКОЛОМ

Разработка месторождений полезных ископаемых подземным способом с использованием горных комбайнов для отбойки угля является одним из самых перспективных направлений в связи с возможностью полной автоматизации процессов. Главный недостаток механической отбойки – высокие энергозатраты на отделение полезного ископаемого. Проведенный комплекс исследований свидетельствует о возможности создания угольных комбайнов с новым принципом отделения угля, использующим эффект скалывания крупных кусков. Принцип разработан в СПГГИ и позволяет значительно сократить затраты энергии на отбойку угля по сравнению с существующими отечественными и мировыми аналогами.

The underground extraction of deposits with coal-plough machines using for the mine destruction is the long-range outlook because of the full workflow automation. The grave disadvantage of mechanical destruction is heavy energy consumption on separation of. The authoring is evidence of the possibility of the coal-plough machines creation with a new principle of ore separation on the basis of the big debris ore break off. The principle is developed in SPMI and it's permitted to reduce energy consumption on the ore destruction in comparison with legacy domestically produced and world-wide prototype.

Современное состояние технической оснащенности угольной промышленности современными средствами комплексной механизации и уровень применяемых технологий показывает, что ограничений производительности очистных забоев по техническим факторам практически нет. Однако основным сдерживающим фактором является проветривание очистных забоев. Наращивание нагрузки на очистной забой влечет за собой увеличение расхода воздуха, необходимого для разбавления метана в рабочем пространстве лав. В связи с тем, что сечение лав, оборудованных механизированными комплексами, практически увеличить невозможно, увеличение пропускной способности лав по воздуху неизбежно ведет к увеличению скорости воздуха [4, 5]. Скорость воздуха в лаве и содержание метана на исходящей струе лавы регламентируется ПБ, что создает значительные трудности в наращивании производительности очистных забоев.

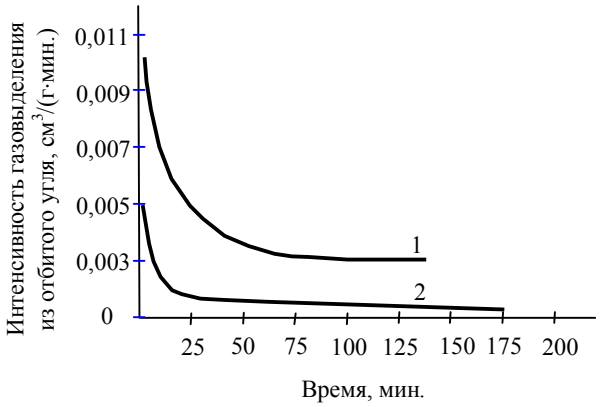


Рис.1. Интенсивность газовыделения из отбитого угля [1]
1 – фракция 1-3 мм; 2 – фракция 8-10 мм

Интенсивность газовыделения угольной массы сильно зависит от крупности отбиваемых кусков угля. Более мелкие куски обеспечивают более высокий уровень газовыделения. На рис.1 приведены зависимости газовыделения из отбитого угля в призабойном пространстве для одной из шахт Кузбасса. Увеличение интенсивности газоотдачи угля с уменьшением его кусковатости связано с увеличением суммарной площади поверхности газоотдачи. Анализ приведенных зависимостей показывает, что увеличение

крупности отбиваемого угля дает возможность уменьшить уровень газовыделения в призабойном пространстве и, как следствие, снизить расход воздуха. Наибольшая интенсивность газовыделений происходит в первые 5-10 мин. после отбойки угля.

Следует учитывать, что само по себе увеличение крупности отбиваемого угля экономически целесообразно. Высокосортный уголь стоит на рынке значительно дороже, чем мелкий. Таким образом, одним из направлений повышения эффективности и безопасности горных работ является применение крупного скола при отбойке угля.

С энергетической точки зрения наименьшие затраты энергии при отбойке горной массы происходят при наличии крупного скола. Крупный скол наиболее предпочтителен для отбойки крепких и вязких пород. Получить крупный скол с использованием обычных радиальных либо тангенциальных резцов затруднительно. На наш взгляд, заслуживает внимания опыт отбойки угля с применением режуще-скалывающего исполнительного органа СШО (Ю.А.Модестов, В.С.Морозов, А.В.Ефремов). Важной особенностью такого исполнительного органа комбайна является замена всех режущих зубков сплошной скалывающей спиралью, состоящей из отдельных сегментов-ножей [3]. Сегменты-ножи армируются пластинами из твердого сплава для повышения износостойкости. Режуще-скалывающий сегмент-нож представляет собой широкую Г-образную клиновидную конструкцию, с помощью которой производится скалывание породы щеками клина.

Различные конструкции СШО испытывались на комбайне «Урал-2м» на шахте «Центральная» ПО «Воркутауголь» в 1973 г., на шахте «Комсомольская» в 1975 г. Более совершенная конструкция СШО испытывалась на шахте «Северная» ПО «Воркутауголь» в 1978-1982 гг. с использованием комбайна КШ-1 кг. Испытание СШО производилось на пласте Тройном мощностью 2,7 м и углом падения 8-9 град. на глубине 680 м. Уголь пласта крепкий, сопротивление угля резанию составляло 180-220 Кн/м. На основании этих испытаний отмечалось значительное снижение энергопотребления (более, чем в пять раз) и практически полная зачистка поверхности призабойного пространства. Выход крупных фракций угля также значительно повысился. Значительный выход крупных фракций угля становится возможным при скорости подачи комбайна 5-6 м/мин. При более низких скоростях подачи комбайна снижается выход крупных фракций, происходит переизмельчение кусков угля. Форма отбиваемой полосы угля представлена сегментом окружности, поэтому при малой скорости подачи в местах входа-выхода СШО происходит переизмельчение угля. Производственные испытания СШО показали его существенное преимущество перед обычным исполнительным органом, оснащенным серийными резцами.

Теоретически и практически крупный скол мерзлого грунта с применением клиновидных конструкций исследован А.Н.Зелениным [2]. Мерзлые грунты представляют собой упруго-пластические породы, сцементированные льдом. Такие породы оказывают достаточно высокое сопротивление породоразрушающему инструменту. Процесс скола таких пород делят на две фазы: внедрение скалывающего клина в породу и появление первых трещин; распространение трещин в глубину и отделение скалываемого объема грунта от массива.

В первой фазе внедрение рабочего инструмента в породу сопровождается уплотнением породы под щеками клина. Если инструмент располагается достаточно близко от открытой поверхности, то при внедрении клина перед ребрами его передней грани появляются две трещины. Во второй фазе трещины распространяются к открытой поверхности забоя и в глубину массива. Объем грунта, оконтуренный трещинами, отделяется от массива. Величина скалываемого объема породы определяется расстоянием скалывающего клина от груди забоя, длиной лезвия клина, а также физико-механическими свойствами откалываемой горной породы. При изменении влажности, температуры и вещественного состава горной породы изменяются элементы скалываемого

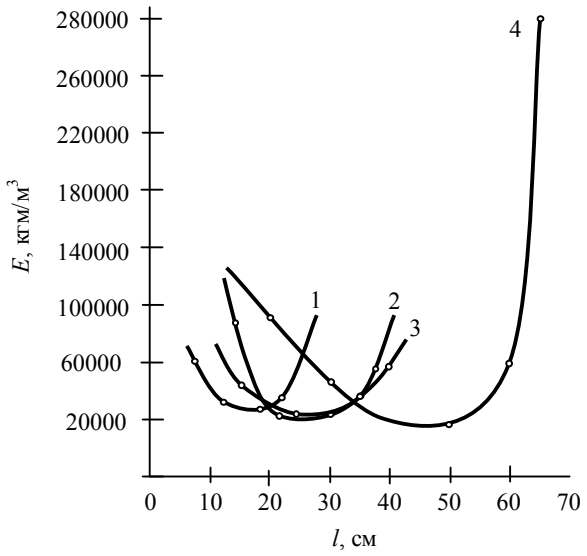


Рис.2. Зависимость удельной энергоемкости скола от расстояния рабочих органов различных типов от открытой стенки [2]:

1 – один зуб (3-й); 2 – два зуба (2-й и 4-й); 3 – три зуба (1-й, 3-й, 5-й); 4 – два зуба (1-й и 5-й)

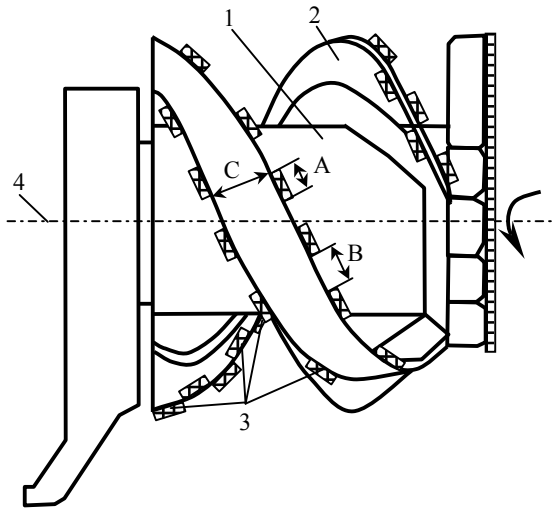


Рис.3. Схема установки скалывающих клиньев на исполнительном органе комбайна – шнеке

1 – барабан шнека; 2 – лопасть шнека; 3 – скалывающие сегменты-ножи; 4 – ось вращения; A – ширина лезвия сегмента-ножа; B – расстояние между сегментами-ножами; C – расстояние между скалывающими полосами

объема: углы распространения трещин, глубина скола и форма скола. При затуплении клина в первой фазе начинает формироваться уплотненное ядро из горной породы, которое по мере внедрения клина в горную породу передвигается вместе с клином.

Рассмотрение схемы сил при движении сегмента-ножа в массиве показывает, что при движении сегмента-ножа участвуют три составляющие вместо двух при резании массива зубками. При установке широкого клина на поверхность шнека дополнительно появляются составляющая сил, вызванных вращением шнека, и составляющая от движения материала перпендикулярно поверхности торцевой клина.

Заслуживают также внимания исследования [2] по определению удельной энергоемкости скола мерзлого грунта от расстояния рабочих органов до открытой стенки. Исследования разрушения мерзлых грунтов производилось в полевых условиях с применением передвижной копровой установки на мерзлом суглинистом грунте. Удары падающего груза передавались рабочему органу, выполненному в виде разборной конструкции (по типу «гребенки») с пятью зубьями клиновидной формы. Такая конструкция позволяла устанавливать в корпусе «гребенки» различное число зубьев – от одного до пяти. Высота каждого зуба 22 см, ширина 10 см, угол заострения 30°. При установке пяти зубьев ширина общего клина составляла 50 см. Температура пород составляла –3 °С.

На рис.2 приводится зависимость удельной энергоемкости скола для различных типов рабочих органов. На рис.2 приняты следующие обозначения: один средний зуб, условное обозначение «– – 3 – –»; два средних зуба «– 2 – 4 –»; два крайних зуба «1 – – – 5»; три зуба «1 – 3 – 5»; пять зубьев «1, 2, 3, 4, 5». Анализ полученных зависимостей показывает, что для любых сочетаний зубьев формы кривых индентичны. Зависимости имеют характерные области экстремумов. При удалении рабочего органа на определенное расстояние $l_{эфф}$ от забоя достигается минимальная удельная энергия скола. При дальнейшем удалении рабочего органа на расстояние, превышающее $l_{эфф}$, увеличивается удельная энергоемкость скола. При этом, в зависимости от свойств горных пород удельная энергоемкость крупного скола зависит от комбинации скалывающих зубьев. При повышении температуры мерзлой породы выше –2 °С крупный скол вообще ста-

новится невозможным одиночными зубьями. В этих условиях в связи с увеличением пластичности горной породы более эффективным является сплошной скалывающий орган.

Таким образом, рассмотренные нами случаи разрушения горной породы крупным сколом являются крайними положениями. Представляется возможным определить в общих чертах наиболее вероятную эффективную конструкцию исполнительного органа комбайна. Для разрушения угля исполнительный орган должен содержать элементы скалывающей полосы, имеющей чередующиеся свободные участки. Для обеспечения эффективной зачистки почвы свободное пространство должно быть закрыто такими же скалывающими сегментами-ножами, но только установленными либо с обратной стороны винтовой поверхности шнека, либо на некотором расстоянии от передней линии скола. Иными словами, рабочая поверхность исполнительного органа должна представлять собой скалывающую спираль, состоящую из двух рядов сегменов-ножей, располагаемых в шахматном порядке. Передние скалывающие сегменты-ножи должны исполнять функцию скалывания, а задние – обеспечивать дальнейшее отделение кусков от массива и хорошее качество зачистки почвы.

Схема установки скалывающих сегментов-ножей показана на рис.3. Параметры скалывающей спирали (размеры и углы заточки сегментов-ножей, размеры свободного пространства на полосе, расстояние между скалывающими элементами и др.) должны выбираться, исходя из вещественного состава массива, конструктивных размеров шнека и др. Проведение исследований в этом направлении на базе предлагаемой конструкции позволит создать реальную эффективную конструкцию шнекового исполнительного органа комбайна, пригодного для работы в условиях крупного скола.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горное дело: Энциклопедический справочник. Том 6. Рудничная атмосфера и вентиляция. Борьба с пылью, газами и пожарами. Горноспасательное дело. М.: Углетехиздат, 1959.

2. *Зеленин А.Н.* Основы разрушения грунтов механическими способами. М.: Машиностроение, 1968.

3. *Модестов Ю.А.* Новый исполнительный орган СШО угольного комбайна / Ю.А.Модестов, В.С.Морозов // Уголь Украины. 1980. № 2.

4. *Солод В.И.* Горные машины и автоматизированные комплексы / В.И.Солод, В.И.Зайков, К.М.Перов. М.: Недра, 1981.

5. *Яцких В.Г.* Горные машины и комплексы / В.Г.Яцких, Л.А.Спектор, А.Г.Кучерявый. М.: Недра, 1984.