



УДК 622.02

© С. Н. Иванченко, Г. В. Секисов, С. А. Шемякин, А. Ю. Чебан, 2012

## НАПРАВЛЕНИЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КАРЬЕРНОГО ТРАНСПОРТА ПРИ РАБОТЕ С ФРЕЗЕРНЫМИ КОМБАЙНАМИ

*Иванченко С. Н.* – д-р техн. наук, ректор (ТОГУ); *Секисов Г. В.* – д-р техн. наук, зав. лаб. «Проблем освоения рудных и нерудных месторождений открытым способом», тел. 31-18-21 (Институт горного дела ДВО РАН); *Шемякин С. А.* – д-р техн. наук, проф. кафедры «Транспортно-технологические системы в строительстве и горном деле», тел.:37-52-02; *Чебан А. Ю.* – канд. техн. наук, доц. кафедры «Транспортно-технологические системы в строительстве и горном деле», научный сотрудник Института горного дела ДВО РАН, тел.: 37-52-02, e-mail: Chebanay@mail.ru; (ТОГУ)

Внедрение безвзрывных техники и технологий разупрочнения горных пород предопределяет необходимость изменений в транспортной логистике карьеров. Наряду с широко применяемыми автотранспортными схемами перевозки горной массы при небольших дальностях транспортирования возможно эффективное использование модернизированных скреперов оборудованных интенсификаторами загрузки в виде промежуточной подгребающей стенки.

The introduction of unexplosive equipment and technologies for weakening rocks predetermines the necessity of changes in the transport logistics of quarries. Along with the widely used motor schemes of transportation of rock mass at small distances an efficient use of modernized scrapers equipped with loading boosters in the form of intermediate raking up wall is also possible.

*Ключевые слова:* фрезерный комбайн, скреперы, автосамосвалы, карьерный транспорт, интенсификатор загрузки, комплект машин, производительность, удельные затраты.

Применение фрезерных комбайнов на разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом позволяет по новому подойти к вопросам выемки, транспортирования и последующей подготовке (дроблению) горных пород.

Можно выделить две схемы подачи вынутой комбайном горной породы:  
- с непосредственной погрузкой в автосамосвал или в другие виды транспорта (железнодорожный, конвейерный, перегрузочный бункер);



- с отсыпкой в штабель, из которого материал экскавируется выемочно-транспортными машинами (погрузчиками, скреперами, бульдозерами).

Для некоторых карьерных комбайнов, например фирмы Vermeer, вторая схема работы является единственно возможной, поскольку в их конструкции отсутствует транспортирующий конвейер и разрыхленная фрезерным рабочим органом порода отбрасывается назад в выработанный комбайном забой.

Каждая из двух схем имеет свои преимущества и недостатки. При непосредственной погрузке горной массы с выносной консоли фрезерного комбайна в транспортное средство отсутствует необходимость в переэкскавации породы. Однако появляются простои комбайна во время замены и ожидания автосамосвалов (до 14-28 % всего производительного времени комбайна [1, 2]), простои автосамосвалов в ожидании погрузки, необходимость наличия достаточно широкой площадки в забое для размещения самосвалов в процессе погрузки.

При отсыпке породы в штабель фрезерный комбайн работает непрерывно, в результате чего значительно повышается его эксплуатационная производительность, но в данном случае появляется необходимость в переэкскавации добытой породы. Наибольшее распространение на работах перемещению породы из образованных штабелей получил комплект машин «одноковшовый погрузчик-автосамосвал» [1, 2]. Кроме того, для перемещения породы из штабеля могут использоваться скреперы [2], а при небольших дальностях транспортировки и бульдозеры.

Известно, что значительную долю в себестоимости полезного ископаемого составляют транспортные расходы, которые возрастают одновременно с увеличением дальности транспортировки породы, сюда же можно отнести и расходы на содержание сети карьерных дорог. Кроме того, работа мощных двигателей автосамосвалов ухудшает экологическую обстановку в карьере. Для устранения этих недостатков на многих крупных карьерах, в особенности зарубежных предприятий, осуществляется комбинированная автомобильно-конвейерная транспортировка породы. Взорванная или разупрочненная бульдозерно-рыхлительным агрегатом порода грузится одноковшовым погрузчиком в автосамосвалы или зачерпывается скреперами [2, 3], которые транспортируют полезное ископаемое к первичной дробилке, а от нее по конвейеру горная масса отправляется на завод расположенный в нескольких километрах от карьера.

Применение послыно-полосовых технологий с использованием карьерных комбайнов позволяет получать однородный продукт разрушения с достаточно узким диапазоном гранулометрического состава. Значительная часть разупрочненной породы состоит из фракций размером менее 150мм [4]. Таким образом, добытую породу можно через перегружатель транспортировать конвейером без предварительного дробления.

Расстояние от забоя карьера до перегрузочного дробильного отделения составляет от нескольких сотен метров до 1,0-1,5км, при ведении добычных работ, в связи с движением забоя, это расстояние может меняться. При по-



грузке породы из штабеля погрузчиком в автосамосвалы, в комплекте с погрузчиком работают обычно 3-4 автомобиля [3], при этом независимо от количества автосамосвалов один из них практически всегда находится под погрузкой. В случае черпания породы из штабеля с помощью скреперов обычно используют бульдозер-толкач для улучшения коэффициента заполнения ковша породой, поскольку несвязная кусковая разрыхленная порода довольно плохо поступает ковш, заполняющийся только за счет тягового усилия. Улучшить заполнение ковша скрепера могут интенсификаторы загрузки. Серийно выпускаются скреперы со скребковыми и шнековыми элеваторами, достоинства и недостатки таких устройств хорошо известны, наилучший эффект от их применения достигается на сыпучих несвязных породах, при продвижении в ковше кусковой породы такими элеваторами возможно их заклинивание.

Обеспечить эффективное заполнение кусковой породой скреперных ковшей обычной и увеличенной длины могут интенсификаторы загрузки в виде промежуточной подгребающей стенки (ППС) [5, 6]. Опытные образцы скреперов с ППС испытывались в Воронежском инженерно-строительном институте. В СибАДИ на экспериментальном стенде проводились опыты с подгребающим устройством внутри ковша. Наконец, авторами испытывался опытный образец скрепера с ППС в ОАО Ургалуголь. Во всех случаях испытания подобных скреперов или моделей ковшей скреперов с ППС прошли успешно. Конструкция скрепера с интенсификатором загрузки грунта в виде промежуточной подгребающей стенки представлена на рисунке 1.

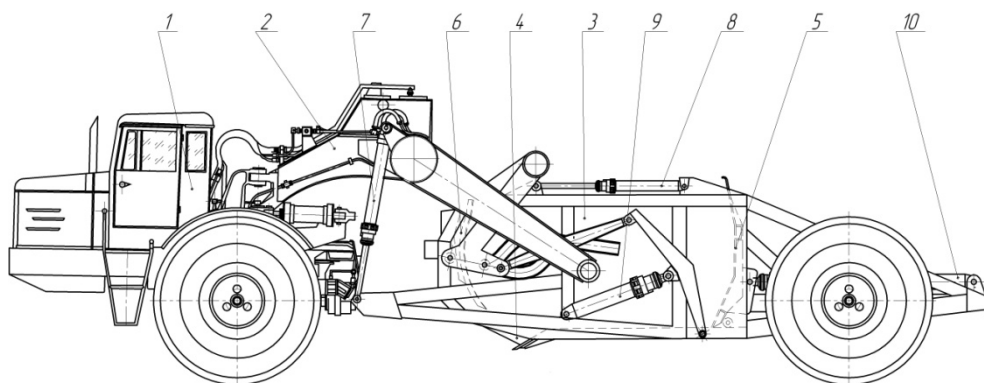


Рис. 1. Скрепер с интенсификатором загрузки в виде промежуточной подгребающей стенки

Скрепер состоит из базового тягача 1, тяговой рамы 2, удлиненного ковша 3, передней заслонки 4, задней стенки 5, ППС 6, гидроцилиндров 7, 8, 9, 10 соответственно подъема-опускания ковша, подъема-опускания передней заслонки, привода ППС, выдвигания задней стенки. На наружных поверхностях боковых стенок ковша установлены направляющие 11 для роликов ППС.

В начале набора породы ППС находится в передней части ковша в области передней заслонки. Скрепер начинает черпать породу, которая за счет силы тяги машины поступает в ковш. После того, как передняя и средняя части удлиненного ковша заполняются, сопротивление продвижения в ковш вновь зачерпываемой породы резко увеличивается. В это время в работу включается ППС, которая движется при помощи гидроцилиндров 9 по нижней ветви направляющих и перемещает породу из передней части ковша в заднюю. Траектория ППС подобрана так, чтобы происходили только сдвиг и пересыпание породы, а ее сжатие исключалось. Одновременно, высвободившаяся передняя часть ковша вновь заполняется породой.

Таким образом, появляется возможность заполнять удлиненные ковши скреперов с высоким коэффициентом наполнения. Траектория движения подгребающей стенки задается направляющими 11, расположенными на наружной стороне боковых стенок удлиненного ковша. При оснащении скреперов интенсификаторами загрузки в виде промежуточных подгребающих стенок экономически целесообразно и технически возможно значительно (в 1,51...1,85 раза) увеличить длину ковшей эталонных машин, обеспечивая при этом высокий коэффициент наполнения ковша породой.

На разработке породы задействован карьерный комбайн T1255 Terrain Leveler SEM производства компании Vermeer. Масса машины составляет 107,5 т, ширина полосы фрезерования 3,7 м, глубина фрезерования 0...0,7 м, мощность двигателя 447 кВт. Данный комбайн экономически эффективен при разработке пород с прочностью на одноосное сжатие до 125 МПа [7]. Комбайн не имеет транспортирующего конвейера, фрезерный барабан располагается сзади, производит отбойку породы сверху вниз и сконструирован таким образом, чтобы отбитая порода отгружалась на рабочей площадке позади машины. Компактная двухгусеничная ходовая система обеспечивает более высокую маневренность в сравнении с другими карьерными комбайнами аналогичной производительности, в связи с этим комбайн T1255 может быть с высокой эффективностью использован на небольших по длине участках.

Рассмотрены два варианта выемочно-транспортировочных работ отбитой породы из забоя к перегрузочному устройству или дробильному отделению: комплект «одноковшовый погрузчик – автосамосвалы» и комплект «скреперы с удлиненным ковшом, оборудованные интенсификатором загрузки типа ППС».

Модернизированный скрепер ДЗ-13 с удлиненным ковшом и интенсификатором загрузки в виде ППС имеет вместимость ковша 21 м<sup>3</sup> и массу 43,7 т. Были проведены технико-экономические расчеты для обоих комплектов машин. На рисунке 1 представлены графики изменения производительности скрепера и автосамосвала БелАЗ-548А (грузоподъемностью 40 тонн, вместимость кузова 21 м<sup>3</sup>, работающего в комплекте с погрузчиком БелАЗ-78221) в зависимости от дальности транспортировки породы  $L_{тр}$ .

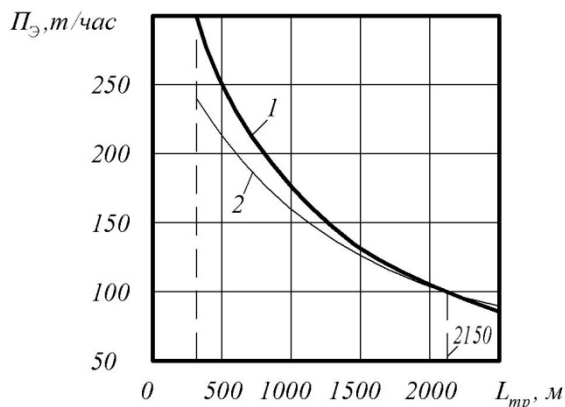


Рис. 2. Графики зависимости производительности транспортных единиц от дальности транспортировки породы: 1 – модернизированный скрепер ДЗ-13; 2 – автосамосвал БелАЗ-548А в комплекте с погрузчиком БелАЗ-78221

Расчеты были проведены для дальностей транспортировки 350, 500, 1000, 1500, 2000 и 2500 метров. На небольших дальностях транспортировки большую производительность имеет скрепер, поскольку его загрузка происходит значительно быстрее, чем у автосамосвала, однако при транспортировке породы преимущество имеет автосамосвал за счет своей меньшей удельной металлоемкости по сравнению со скрепером. Так, например, если у скрепера при увеличении дальности транспортировки с 500 до 1500м производительность снижается с 250 до 133 т/час, т.е. на 46,8 %, то у автосамосвала с 214 до 128 т/час или на 40,2 %. При дальности транспортировки 2150м производительность автосамосвала становится равной производительности скрепера, а в дальнейшем превышает ее.

На небольших дальностях транспортирования погрузчик работает в комплекте всего с двумя или тремя самосвалами, в результате чего удельные эксплуатационные затраты  $\mathcal{E}_{y\partial}$  на выемку и транспортировку горной массы значительно превышают этот же показатель для работы скрепера (рис.3). Так при дальности транспортировки 500м удельные затраты для комплекта «погрузчик-автосамосвал» равны 22,7руб/м<sup>3</sup>, а для комплекта модернизированных скреперов 15,7руб/м<sup>3</sup> или на 30,2 % меньше. Однако, с увеличением дальности транспортировки за счет того, что погрузчик обслуживает большее число автосамосвалов, а также большей удельной металлоемкости и стоимости скреперов разница удельных затрат  $\mathcal{E}_{y\partial}$  между двумя комплектами постепенно снижается, при дальности  $L_{mp}$  равной 1000м, она составляет 17,7 %, а при  $L_{mp}$  равной 1500м, всего 5,4 %. С увеличением  $L_{mp}$  свыше 1780м, экономически более целесообразным становится перемещать горную массу с помощью автосамосвалов.

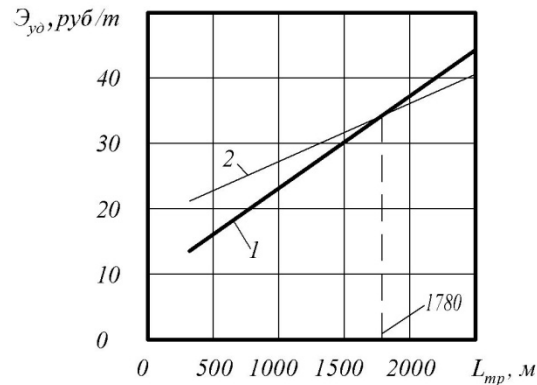


Рис. 3. Графики зависимости удельных эксплуатационных затрат на выемку и транспортировку породы от дальности транспортировки породы:  
1 – модернизированный скрепер ДЗ-13; 2 – погрузчик-автосамосвал БелАЗ-548А

Таким образом, при расстояниях транспортировки породы до 1700...1800 метров экономически более целесообразно использовать модернизированные скреперы, чем автосамосвалы. Данное расстояние соответствует плечам возки горной массы к перегрузочным пунктам или к дробильно-сортировочным установкам на значительном числе карьеров.

### Библиографические ссылки

1. Пихлер М., Панкевич Ю.Б. Направления совершенствования и результаты применения комбайнов Wirtgen Surface Miner на карьерах и разрезах мира // Горная промышленность. - 2000. - №3. - С. 42-45.
2. Пихлер М., Панкевич Ю.Б. Комбайн Wirtgen 2500 SM на известняковом карьере Fogeman // Горная промышленность. - 2003. - №6. - С. 50-52.
3. Буткевич Г.Р. Перманентные реконструкции – залог успеха карьера Коламбус Лаймстоун // Горная промышленность. - 1996. - №3. - С.51-52.
4. Чебан А.Ю. Экспериментальные исследования процесса разрушения породы резцами фрезерного рабочего органа // Вестник ТОГУ. – 2012. - №1. – С.125-128.
5. Чебан А.Ю., Шемякин С.А. Параметры скреперов для внедрения в послойно-полосовые технологии // Дальний Восток-3: Отдельный выпуск Горного информационно-аналитического бюллетеня. - 2007. - С. 285-294.
6. Шемякин С.А., Иванченко С.Н., Мамаев Ю.А. Ведение открытых горных работ на основе совершенствования выемки пород.- М.: Издательство «Горная книга», 2006.
7. Хатчинс Дж., Оттелар С. Высокоэффективная технология открытой разработки полезных ископаемых, обеспечивающая максимальную полноту выемки // Сборник трудов научно-технической конференции «Открытые горные работы в XXI веке» (г. Красноярск, 4-7 октября 2011г). – С. 300-307.