

УДК 622.271:622.647

**Е.М. Евтушенко, Ю.А. Килин, В.Ю. Иншаков**

## **ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КОНВЕЙЕРНОГО ТРАНСПОРТА НА РАЗРЕЗЕ «БЕРЕЗОВСКИЙ»**

Представлен опыт использования конвейерного транспорта в условиях разреза «Березовский», а также раскрыты этапы достижения производительности и снижения издержек. Произведена оценка перехода на другой тип транспорта в связи с высоким износом конвейерной цепочки.

Ключевые слова: разрез, схемы отработки, угольный пласт, транспортно-отвальный комплекс (ТОК), роторный экскаватор ЭРШРП-5250/ЭРШРД-5250, перегружатель ПМВ-5250, отвалообразователь ОШР-5250, производительность, технико-экономические показатели.

**Р**азрез «Березовский-1» проектировался, как самое крупное угледобывающее предприятие Советского Союза. Проектная мощность разреза на полное развитие определялась равной 55 млн т угля в год, в том числе мощность I очереди 27,5 млн т. Основными потребителями угля должны были стать строящаяся Березовская ГРЭС-1, входящая в состав КАТЭКа, и другие ТЭС и ТЭЦ Сибири.

Подача необходимого объема угля на «Березовскую ГРЭС-1» планирова-

лась по системе ленточных конвейеров КЛМ – 4500, общей протяженностью 14,5 км, состоящая из 2 конвейерных линий: основной и резервной (Проектная производительность каждой линии составляет 27,3 млн т) (рис. 1).

Работы по строительству разреза были начаты в 1974 г. Был построен опытно-промышленный участок, затем опытно-промышленный разрез «Березовский-1», а в период 1987–1998 гг. производственные мощности:

В 1987 г. был сдан в эксплуатацию I пусковой комплекс I очереди Вос-

точного блока. Введен в эксплуатацию экскаватор ЭРШРД-5250 № 139/1 и конвейерная линия КЛЗ-5250 № 1, № 2; КЛМ-5250 № 1, а в 1988 г. введен в действие погрузочный пункт П-4М, предназначенный для погрузки угля в ж.д. вагоны (проектная годовая производительность П-4М и погрузочных тупиков № 5, № 7 ст. Угольная – 7,2 млн т угля), построены аккумулирующие бункера силосного типа. На Восточном блоке начал работать вскрышной роторный



**Рис. 1. Конвейерная линия до Березовской ГРЭС-1**



**Рис. 2. Роторный экскаватор ЭРШРД-5250 № 139/2**

комплекс: ЭРП-5250 и отвалообразователь ОЩР-5250/190.

В 1989 г. утвержденная производственная мощность разреза составляла 20,7 млн т. В 1988 г. введен в эксплуатацию роторный экскаватор ЭР-1250 № 94. В 1989 г. введен в действие роторный экскаватор ЭРШРД-5250 № 139/2, погрузка угля осуществлялась в ж.д. вагоны с Западного участка (рис. 2).

В 1992 г. утвержденная производственная мощность разреза составляла 21,2 млн т угля в год. Завершен ввод в эксплуатацию II-ой пусковой комплекс: ЭРП-5250, ПМД-250, ПКЗ-250; в 1991 г. введена вторая линия забойного конвейера КЛЗ-5250 № 3, № 4, КЛМ-5250 № 2. Введены в эксплуатацию в 1994 г. КЛМ-5250 № 3 № 4.

Дальнейшее наращивание производственной мощности разреза было прекращено в связи с прекращением строительства «Березовской» ГРЭС-1 и некоторых других объектов энергетики.

В 1998 г. утвержденная производственная мощность разреза составила 13,5 млн т угля в год.

Загрузка угля на забойный конвейер КЛЗ-5250 осуществляется роторным экскаватором ЭРШРД-5250 непосредственно в приемный бункер, либо через перегружатель ПМД-5250 или ПКЗ-5250. С забойных конвейеров транспортируемый материал перегружается на магистральные конвейера. Затем через перегрузочный конвейер уголь перегружается на наклонный, либо на обводной конвейер в зависимости от схемы транспортирования.

Каждый конвейер состоит из приводной станции, установленной на гусеничном ходу, секций типовых, переходных и концевой, самоходного бункера. Тяговым и несущим органом конвейеров служит лента РТЛ-2500 шириной 1800 мм. Необходимое предварительное усилие в ленте создается грузовыми натяжными станциями. По мере отработки забоя наклонные магистральные конвейеры

наращиваются на величину заходки экскаватора (на глубину передвижки забойного конвейера). При этом лента разрезается, концевая секция перемонтируется на новое место установки. В образовавшееся пространство монтируются бетонный фундамент и типовые секции, достыковывается лента необходимой длины, электрокабели наращиваются и укладываются на специальных кронштейнах секций. Самоходный бункер предназначен для приема материала на конвейер от роторного экскаватора или перегружателя. Бункер перемещается по рельсам, уложенным на шпалах, на которых установлены секции конвейера. С помощью этих же рельсов осуществляется передвижка и рихтовка линейной части конвейера.

Режим работы конвейерного комплекса – круглогодичной, 365 дней при непрерывной рабочей неделе. Количество рабочих смен в сутки – 2, продолжительность смены – 12 ч. Машинное число работы в смену – 21 час. Часовая производительность одной конвейерной линии, начиная от забоя и до борта разреза, – 5250 м<sup>3</sup>/ч (по максимальной производительности забойного конвейера).

При использовании конвейерного транспорта персоналом цеха осуществляются такие вспомогательные работы как подборка угольных просыпей под конвейерным ставом, замена роликов, передвижка забойных конвейеров КЛЗ – 5250 и удлинение магистральных КЛМ – 5250. Для уменьшения затрат времени и ресурсов на уборку просыпей конвейера КЛМ-5250 оборудованы головными подборщиками. Они перегружают просыпи угля под перегрузочной станцией.

В силу высоких дневных тарифов на электроэнергию и высокой энергоемкости конвейеров, добычной комплекс используется преимущественно в ночное время.

Крупногабаритные куски угля, не угольные включения могут повредить ленту, и привести к существенным простоям. Для устранения порыва ленты, прямо в забое осуществляется ее ремонт методом вулканизация. Вулканизация стыка конвейерной ленты занимает 3–5 ч.

Таким образом, использование конвейеров позволяет обеспечивать непрерывность и поточность транспортирования угля с требуемой скоростью, при относительно небольших затратах на оборудования для них трасс (площадок, рабочих зон). Основными преимуществами конвейерного транспорта являются поточность транспортирования как технологического процесса; автоматизация действий персонала. Недостатками – высокая энергоемкость, жесткие требования к влажности и кусковатости материала (максимальный размер кусков 300 мм).

К настоящему времени транспортное оборудование, в большой степени изношено и морально устарело, что сказывается на производительности всего конвейера и ставит под угрозу выполнение задачи надежного топливообеспечения Березовской ГРЭС. В связи с этим, перед менеджментом разреза стоит вопрос определения направлений технического развития и перевооружения транспортного комплекса предприятия.

В настоящее время, в условиях горнодобывающих предприятий, широкое распространение получили следующие технологии транспортировки грузов:

- автомобильная;
- железнодорожная;
- конвейерная;
- комбинированная.

Каждая из перечисленных технологий имеет свои достоинства и недостатки:

Автомобильный транспорт получил широкое распространение на откры-

тых разработках всех горнодобывающих отраслей как в России, так и за рубежом, благодаря созданию новых высокопроизводительных автомобилей и совершенствованию системы технического обслуживания и ремонта.

Железнодорожный транспорт применяется главным образом на карьерах средней и большой производственной мощности при широком изменении объемов перевозки (20–100 млн т в год и более), при расстояниях транспортировки 5–10 км и более.

Конвейерный транспорт применяется в разных объемах на предприятиях России и других стран мира.

При комбинированном транспорте последовательно используются для перемещения одного и того же груза (в одном грузопотоке) различные виды транспорта. Кроме указанных недостатков каждого вида транспорта, применение различных комбинаций значительно усложняет управление технологическим процессом и вызывает необходимость содержания большого штата обслуживающего персонала.

С целью выбора наиболее эффективной технологии транспортировки угля были рассмотрены вышеперечисленные виды транспорта. По каждому варианту произведен расчет капитальных и эксплуатационных затрат за период сравнения.

Для выбора вариантов технологии транспортировки угля рассмотрены 3 варианта транспортировки. На слайде представлена схема капитальных вложений по предлагаемым вариантам. Рассмотрены 3 варианта доставки угля:

1. Магистральный конвейер КЛМ-4500 (инвестиционные затраты – 550,1 млн руб.)

- Значительный объем инвестиций – 306,3 млн руб. (2013–2018) – это модернизация главных приводов КЛМ – 4500, применение вентиляционно-индукторные приводов (ВИП) позво-

лит снизить эксплуатационные затраты за счет снижения присоединенной мощности привода, исключения работы в режиме холостого хода, исключения порыва ленты на старте, исключения затрат на замену ленты второй очереди транспортера.

2. Автомобильный транспорт (инвестиционные затраты – 2677,7 млн руб.)

- Строительство автодороги с объемом инвестиций – 125,6 млн руб. (2013–2016).

- Приобретение автосамосвалов Scania-380 в количестве 43 ед. – 2412,29 млн руб. (2016–2032), с периодичностью приобретения 5 лет по сроку службы.

- Приобретение погрузчика Komatsu WA 900–3–13м<sup>3</sup> – 139,81 млн руб. (2016–2033) с периодичностью приобретения 7 лет.

3. Железнодорожный транспорт (инвестиционные затраты – 2437,37 млн руб.)

- Устройство новой однопутной железнодорожной линии на автономной тяге с сооружением земляного полотна, строительство путепровода через ж/д пути, путепровода через автодорогу потребует дополнительных инвестиций – 871,319 млн руб.

- Приобретение тепловозов в количестве 5 ед. – 529,758 млн руб. (2016).

- Приобретение ж/д вагонов в количестве 500 ед. – 932,0 млн руб.

- Приобретение ж/д. крана – 21,34 млн руб.

Выбор варианта транспортировки угля основан на определении минимального значения NPV затрат на фиксированном горизонте расчета 25 лет, необходимом для реализации долгосрочной производственной программы.

Горизонт расчета по каждому типу/марке техники определяется нормативным сроком службы по данным завода-изготовителя. Оптимальный срок службы определяется расчетом перио-

Таблица 1

Показатели	Ед. изм.	Период с 2013 г. по 2037г.		
		Конвейерный транспорт	Автомобильный транспорт	Железнодорожный транспорт
Натуральные показатели				
Объем транспортировки на ГРЭС	тыс.тн.	178 630	178 630	178 630
Экономические показатели				
Операционные денежные затраты всего, в т.ч.	тыс.р.	6 274 276	15 626 387	9 656 309
Инвестиционные затраты (без НДС)	тыс.р.	550 932	2 438 729	2 065 569
Удельные общие денежные затраты				
на грузооборот	руб./ткм	1,8	5,4	3,8
на объем	руб./тн.	26,9	80,9	52,8
Общие дисконтированные денежные затраты NPV затрат	тыс.р.	2 141 217	3 763 015	3 090 189
Удельные дисконтированные денежные затраты NPV затрат.				
на объем	руб./тн.	10,5	21,1	17,3
на грузооборот	руб./ткм	0,7	1,4	1,2
Удельные операционные денежные затраты:				
на объем	руб./тн.	30,73	87,48	54,06
на грузооборот	руб./ткм	2,1	5,8	3,9

да, когда удельные затраты на единицу объема с начала эксплуатации достигают минимального значения. При этом планируемые эксплуатационные затраты учитывают конкретные условия эксплуатации и корректируются поправочными коэффициентами.

Результаты проведенных расчетов сведены в табл. 1.

1. Магистральный конвейер КЛМ-4500 (инвестиционные затраты – 550,1 млн руб.)

- Средняя себестоимость доставки 1т. угля без учета амортизации на всем горизонте расчета составит – 30,73 руб./т.

- Удельные дисконтированные денежные затраты на 1 т грузоперевозки – 0,7 руб./т. км.

2. Автомобильный транспорт (инвестиционные затраты – 2677,7 млн руб.)

- Средняя себестоимость доставки 1 т угля без учета амортизации на всем горизонте расчета составит – 87,48 руб./т.

- Удельные дисконтированные денежные затраты на 1 т грузоперевозки – 1,4 руб./т. км.

3. Железнодорожный транспорт (инвестиционные затраты – 2437,37 млн руб.)

- Средняя себестоимость доставки 1 т угля без учета амортизации на всем горизонте расчета составит – 54,06 руб./т.

- Удельные дисконтированные денежные затраты на 1 т грузоперевозки – 1,2 руб./т. км.

При анализе расчета показателей эффективности по каждому варианту выявлено, что удельные дисконтированные денежные затраты при применении:

Таблица 2

**Экономические показатели проекта**

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Значение
1	Период расчета	мес.	60
2	Общий объем инвестиций с НДС	тыс. руб.	550 100
3	Чистый дисконтированный доход (NPV)	тыс. руб.	3 203 536
4	Дисконтированный срок окупаемости		
	– с начала инвестирования	лет	3,35

• автомобильного транспорта равны 5,4 руб/т;

• железнодорожного транспорта – 3,8 руб/т;

• конвейерного транспорта – 1,8 руб/т.

Таким образом, результаты расчетов по выбору доставки угля на одинаковый объем позволяют сделать вывод о том, что вариант доставки угля до БГРЭС по магистральному конвейеру КЛМ-4500 является наиболее приоритетным, в связи с наименьшим значением NPV затрат и меньшим объемом инвестиционных вложений.

В табл. 2 представлены экономические показатели связанные с реализацией программы модернизации транспортной цепочки отгрузки угля до БГРЭС с помощью конвейерного транспорта.

За пять лет расчетного периода NPV инвестиционного проекта достигнет значения 3 203 536 тыс. руб.

Дисконтированный срок окупаемости составит 3,35 лет.

Высокие значения основных технико-экономических показателей подтверждают целесообразность реализации данного проекта.

**КОРОТКО ОБ АВТОРАХ**

*Евтушенко Евгений Михайлович* – технический директор ОАО «СУЭК-Красноярск», e-mail: EvtushenkoEM@suek.ru,

*Килин Юрий Алексеевич* – кандидат технических наук, первый заместитель исполнительного директора ЗАО «Разрез Назаровский», e-mail: KilinYA@suek.ru,

*Иншаков Владимир Юрьевич* – начальник управления развития и инвестиций ОАО «СУЭК-Красноярск», e-mail: Inshakovvy@suek.ru.

UDC 622.271:622.647

**EXPERIENCE OF APPLICATION OF CONVEYOR TRANSPORT ON OPEN PIT MINE BEREZOVSKY**

*Evtushenko E.M.*, Technical Director, ОАО «СУЭК-Красноярск», e-mail: EvtushenkoEM@suek.ru,

*Kilin Yu.A.*, Candidate of Engineering Sciences, First Deputy of Executive Director, Nazarovsky Open Pit Mine CJSC, e-mail: KilinYA@suek.ru,

*Inshakov V.Yu.*, Director of Development and Investment, SUEK-Krasnoyarsk JSC, e-mail: Inshakovvy@suek.ru.

*Experience of use of conveyor transport in the conditions of a section Berezovsky is presented, and also stages of achievement of productivity and decrease in expenses are opened. The assessment of transition to other type of transport in connection with high wear of a conveyor chain is made.*

*Key words: Section, working off schemes, coal layer, transport and dump complex (TDC), rotor ERShRP-5250/ERShRD-5250 excavator, PMV-5250 loading crane, otvaloobrazovatel of OShR-5250, productivity, technical and economic indicators.*