

УДК 622.271:621.879.48:621.875

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

## **ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАНСПОРТНО-ОТВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ РАЗРЕЗА «БЕРЕЗОВСКИЙ»**

*Представлен опыт использования транспортно-отвального комплекса в условиях разреза Березовский, а также раскрыты этапы достижения производительности. Описаны причины, повлиявшие на остановку транспортно-отвального комплекса с последующей его консервацией.*

*Ключевые слова: разрез, схемы отработки, угольный пласт, вскрышной транспортно-отвальный комплекс (ТОК), роторный экскаватор ЭРШРП-5250, перегружатель ПМВ-5250, отвалообразователь ОШР-5250, производительность.*

**Р**азрез «Березовский» был основан в 1975 г. Пласт имеет в основном простое строение, состоит из 1 пачки угля. По мощности пласт соответствует относительно выдержанным пластам. Общая мощность пласта изменяется от 2,0 м. на выходах, до 69,6 м. Средняя мощность угольного пласта равна 55,5 м.

Согласно проекту разделение угольного пласта по мощности было следующим:

- угольная пачка в почве пласта – 2 м, обрабатывалась обратной мехлопатой ЭО-5123;
- нижний угольный уступ – 26–28 м, обрабатывался роторным экскаватором ЭРП-5250, межступным ПМД-5250 и забойным ПКЗ-5250/65 (перегружателями);
- оставшаяся мощность пласта – 23–28 м, обрабатывалась верхним

добычным комплексом – роторным экскаватором ЭРП-5250 с эпизодическим использованием перегружателя ПКЗ-5250/65.

В 1986–1988 гг. на разрезе «Березовский-1» для отработки мягких вскрышных пород с одновременным транспортированием в отвалы был введен вскрышной транспортно-отвальный комплекс (ТОК) непрерывного действия в составе роторного экскаватора ЭРШРП-5250, перегружателя ПМВ-5250, отвалообразователя ОШР-5250.

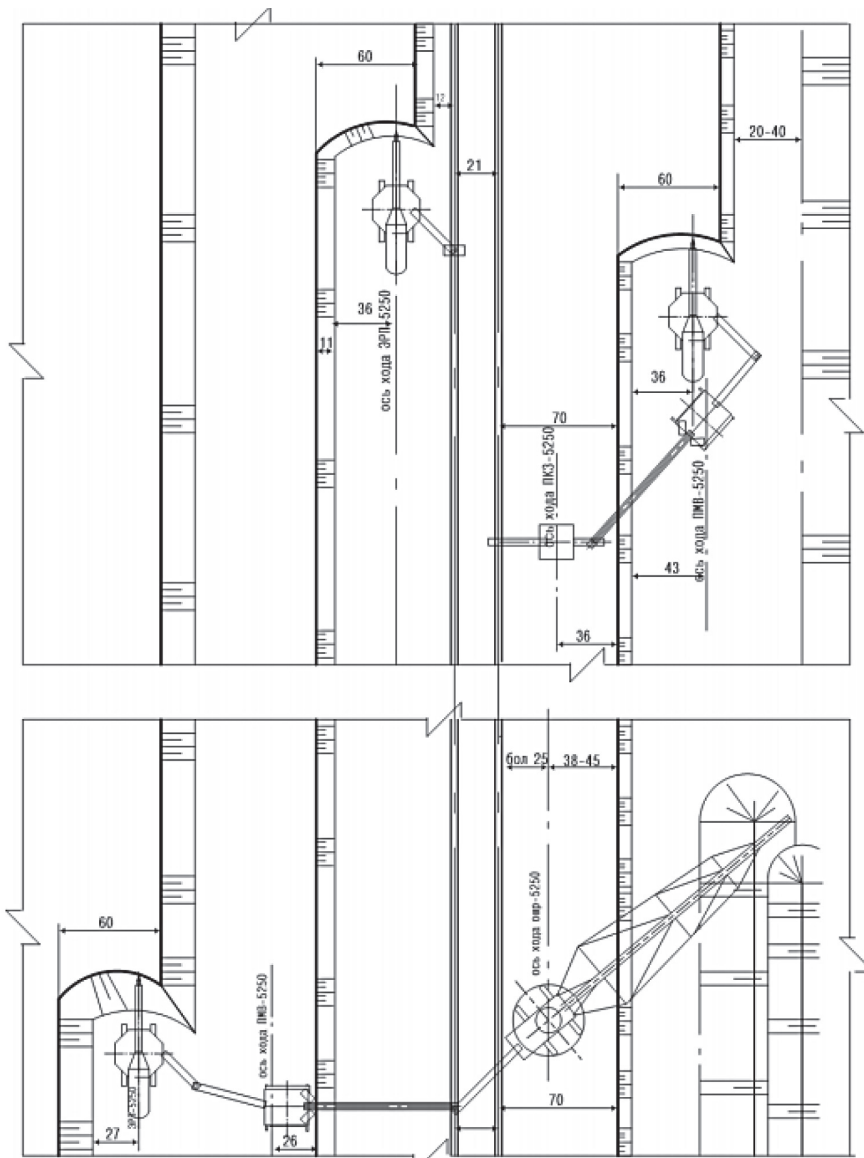
Экскаватор, перегружатель и отвалообразователь были изготовлены в 1985–1986 гг. Ждановским заводом тяжелого машиностроения.

При работе комплекса, отработанная из забоя порода, роторным экскаватором ЭРШРП-5250 перемещалась по конвейерам на межступный



**Рис. 1. Транспортно-отвальный комплекс**





**Рис. 3. Схема размещения горно-транспортного оборудования**

перегрузатель ПМВ-5250, далее по отвалообразователю ОШР-5250/190 сбрасывалась в выработанное пространство на обрабатываемом блоке (рис. 1).

Элементы системы разработки Западного блока транспортно-отвальной вскрышей и схема размещения

горно-транспортного оборудования представлены на рис. 2 и 3.

Проектные параметры рабочей зоны ТОК представлены в табл. 1.

В 1988–1990 гг. были проведены приемочные испытания с участием межведомственных комиссий по проведению основного технологическо-

Таблица 1

**Параметры рабочей зоны ТОК**

Параметр	По проекту
Ширина заходки, м	2 × 30
Угол откоса уступа рабочий, град.	60
устойчивый, град.	55
Угол откоса уступа отвального яруса, град.	30
Результирующий угол откоса отвала, град.	21

го оборудования разреза «Березовский-1», которыми были предложены технические и технологические решения по повышению эффективности использования оборудования, в том числе и вскрышного транспортно-отвального комплекса.

Выявленное в процессе опытно-промышленной эксплуатации и испытаний наличие в толще вскрыши пластичных и вязких пород текуче-пластичной консистенции и их физи-

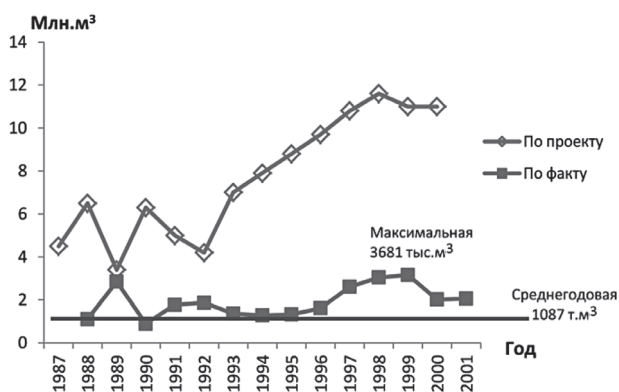
ко-механические свойства (например, обводненные суглинки влажностью до 33%, сцеплением 0,6 т/м<sup>2</sup> и углом внутреннего трения до 16 град.) не позволили реализовать проектных параметров забоев и отвалов.

Было определено, что устойчивость отвалов обеспечивается при их высоте, не превышающей 35–38 м, и результирующем угле их откоса 16–18 град. Это привело к необходимости снижения высоты забоя до

Таблица 2

**Результаты работы вскрышного комплекса за период опытно-промышленной эксплуатации и испытаний**

Наименование показателей	Значения показателей		
	1988 г.	1989 г.	отработка контрольного блока
Объем работ по горной массе, тыс. м <sup>3</sup>	1107	2604	216
Календарный фонд времени, ч/%	5880/100%	6552/100%	436/100%
Распределение календарного фонда времени, ч/%			
работа комплекса	921/15,7%	1991/30,4%	177,3/40,7%
технологические перерывы	514/8,7%	734/11,2%	109,4/25,0%
техобслуживание и ПОР	690/11,7%	707/10,8%	26,8/6,2%
устранение отказов	2820/48,0%	2155/32,9%	103,1/23,7%
организационные простои	935/15,9%	965/14,7%	19,4/4,4%
Техническая (забойная) производительность, м/ч	1200	1310	1218
Средняя эксплуатационная производительность за рабочие сутки, м <sup>3</sup> /сут	9700/0,64	12 900/0,62	12 000
Коэффициент готовности	0,34	0,56	0,74
Коэффициент технического использования	0,29	0,49	0,66
Коэффициент технологического использования	0,64	0,73	0,62



**Рис. 4. Проектные и фактические объемы транспортно-отвальной вскрыши**

20–22 м, которая в 1,5–2,0 раза ниже проектной, что потребовало изменения общей технологической схемы производства вскрышных работ с введением в эксплуатацию помимо ТОК одноковшовых экскаваторов и автомобильного транспорта.

Техническая (забойная) производительность комплекса, усредненная за все время испытаний, не достигла даже 50% от расчетной. Сезонные колебания технической (забойной) производительности в среднем составляли  $\pm 20\%$ . Среднестатистическое значение эксплуатационной месячной производительности составляло 247,5 тыс. м<sup>3</sup>. За период испытаний зарегистрированы колебания месячной эксплуатационной производительности от 82,5 до 433,5 тыс. м<sup>3</sup>. Соотношение производительности комплекса в различные сезоны как по итогам 1988 г., так и в 1989 г. было практически неизменным (на уровне  $\pm 60$ –65%), что свидетельствовало о нецелесообразности работы вскрышного комплекса в зимний период времени (табл. 2).

Проектные и фактические значения объемов вскрыши транспортно-отвальной комплексом за 1987–2001 гг. представлены на рис. 4. Общий фактический объем за отра-

ботанный период в 4 раза меньше, чем по проекту. Наибольший объем работ был выполнен вскрышным роторным комплексом в 1998 г. – 3681 тыс. м<sup>3</sup>. Среднегодовой объем выполнения вскрышных работ роторным комплексом за весь период эксплуатации составил 1087 тыс. м<sup>3</sup>.

Низкие значения забойной производительности в 1988–1989 гг. определялись фактическими физико-механическими свой-

ствами вскрышных пород и заложенными конструктивными решениями рабочего органа роторного экскаватора и конвейеров машин комплекса.

Основная масса вскрышных пород разреза «Березовский-1» представлена слаболитифицированными разностями четвертичных и мезозойских отложений (табл. 3). Четвертичные отложения представлены главным образом суглинками, глинами, супесями, ограниченное распространение имеют песчано-гравийная смесь, горельники, обрушенные породы. К породам мезозойским относятся глинистые песчаники, алевролиты, аргиллиты, а так же углистые алевролиты и аргиллиты. Для них характерны сравнительно невысокие значения прочностных свойств, поэтому разработка их производится без предварительного буровзрывного рыхления. Предел прочности при сжатии глинистых и углисто-глинистых пород изменяется от 0,1 до 15–20 МПа и в среднем составляет 2–9 МПа. Среди этой основной массы пород (0,3% от их объема) имеют место крепкие включения (конкреции). Опасными при разработке (для роторного экскаватора) являются включения мощностью 0,2 м и больше, при пределах прочности на растяжение 200 кг/см<sup>2</sup> и выше. По дан-

Физико-механические свойства вскрышных пород поля разреза «Березовский-1»

Порода	Плотность, т/м <sup>3</sup>	Естественная влажность, %	Предел прочности при сжатии, МПа	Предел прочности на растяжение, МПа	Угол внутреннего трения, град.	Сцепление в куске, МПа	Содержание породы во вскрышной толще, %
1. Четвертичные глины и Суглинки	1,97-2,12* 2,04	15,4-25,4 22,3	0,5-2,4 1,45	-	22	0,5	25,4
2. Песчанники							
очень слабые	1,6-2,21 1,9	4,6-13,2 9,4	0,1-0,47 0,28	-	33	0,012-0,082 0,03	22,4
слабые	1,68-2,41 2,05	5,7-19,3 10,3	0,68-1,82 1,05	0,15	33	0,18-0,49 0,28	
средней крепости	2,05-2,21 2,13	9,4	1,1-3,4 1,96	1,8	33	0,53	
крепкие	2,15	9,0	1,45-5,5 3,33	0,5	36	0,9	
3. Алевриты:							
очень слабые	1,77-2,42 2,06	17,3-25,8 21,1	0,06-0,9 0,54	-	28	0,043-0,093 0,075	33,4
слабые	1,66-2,50 2,04	8,3-26,8 18,1	1,0-2,3 1,58	0,2	29	0,14-0,73 0,29	
средней крепости	1,88-2,68 2,23	6,3-16,8 14,2	3,06-3,42 3,28	0,52	29	0,72	
крепкие	1,93-2,46 2,14	6,3-10,8 9,66	3,31-4,65 3,95	-	29	0,96-1,35 1,08	
4. Аргиллиты	1,74-2,23 2,06	4,64-32,3 17,25	0,18-12,1 2,05	0,1-12,1 0,5	24	0,01-0,61 0,16	16,8
5. Углистые алевриты и аргиллиты	1,90-2,03 1,95	5,4-12,1 9,8	1,3-7,65 4,37	0,2-0,8 0,4	26	0,3-2,2 0,55	1,6
6. Гравелиты	1,75-2,27 2,02	0,8-19,34 7,14	0,35-14,85 2,9	0,1-0,9 0,35	32	0,17-2,8 0,95	0,1
7. Конкреционные образования	1,71-3,46 2,37		0,93-16,07 2,25	9,0-202 29			0,3

Примечание: \* – в числителе даны пределы изменения показателя, в знаменателе – среднее значение.

ным ГРР таких включений от общей их массы около 30%. При отработке по роторной технологии они требуют предварительного рыхления.

Кроме этого, около 15% вскрышных пород от общего их объема для облегчения их экскавации даже для экскаваторов типа ЭКГ (мехлопата) рекомендуется предварительно рыхлить.

Геологоразведочными работами были установлены общие сведения о конкрециеносных образованиях. В проекте на отработку месторождения не нашли решения такие вопросы, как обнаружение крепких включений, способы их предварительного рыхления, обеспечивающие достаточное их размельчение.

Проводимые научные работы по обнаружению конкреций в периоды строительства и эксплуатации разреза положительных результатов не дали.

Во время испытаний наблюдалось интенсивное налипание горной массы практически по всем элементам конструкции горнотранспортного оборудования (роторное колесо и узел перегрузки, барабанный питатель и вращающиеся воронки, разгрузочные бункера и места перегрузок, отклоняющие и обводные барабаны, роликоопоры, конвейерная лента и металлоконструкции). В частности, вследствие налипания горной массы было отмечено уменьшение периметра подковшового пространства в среднем на 20%. Толщина налипшего слоя на конвейерные ленты изменялась от 1,5 до 6,0 мм.

Негативное влияние на величину забойной производительности оказали нарушения паспортных технологических параметров при отработке забоя, приводящие к неустойчивому состоянию откосов обрабатываемого забоя и откоса вскрышного уступа, в пройденной заходке экскаватора, к частым случаям его обрушения. Интенсивность образования просыпей в

среднем составляла: для конвейерного тракта ЭРП-5250ВС – до 14 м<sup>3</sup>/ч; для ПКЗ-5250 – до 9 м<sup>3</sup>/ч; для ОШР-5250/190 – до 36 м<sup>3</sup>/ч.

Эти факторы приводили к залипанию элементов конвейеров, ковшей и роторного колеса, большим объемам просыпей горной массы при отработке забоя и транспортировании породы по ТОК, значительным затратам времени и средств на зачистку угольного пласта, по обоим добычным уступам, и дальнейших работ по транспортировке просыпей вскрышных пород автомобильным транспортом в отвал.

Вскрышным роторным комплексом обрабатывались в основном четвертичные породы, частично коренные (юрские) прикровельной части угольного пласта до появления крепких включений. С появлением конкрециеносных образований фронт работ его постепенно сокращался, и в конце концов сместился в западный блок, где вскрышные породы были представлены рыхлыми отложениями. Работа на породе с крепкими включениями снижала производительность оборудования и приводила к аварийным поломкам экскаваторного оборудования (зубьев, ковшей и подшипника роторного колеса), значительному увеличению механической нагрузки на несущие конструкции комплекса.

В течение 1998–99 гг. на профильных линиях №№ 31–38 и 14–18 производилась пробная отработка крепких включений с предварительным рыхлением. При этом вскрышной уступ был разделен на два подустапа. Вскрышной роторный комплекс отработал верхний подуступ до первого конкрециеносного горизонта, оставляя крепкие включения под собой. После проведения работ по экскавации оставленной части вскрыши и, соответственно, рыхления имеющихся в ней крепких включений экскаватором

типа механическая лопата ЭКГ-12,5, разрыхленная масса была отработана роторным комплексом в выработанное пространство. При предварительном обследовании навалов разрыхленной вскрыши установлено, что основная часть видимых обломков крепких включений имеет линейные размеры 0,3–0,8 м, но имели место и обломки до 1,0–1,2 м.

Организация работы оборудования по подступам снижала эффективность отработки уступа, так как уменьшилась производительность комплекса, а также на отработку породы с крепкими включениями привлекался дополнительный экскаватор – ЭКГ. Риски выхода роторного экскаватора из строя при такой отработке также были высокими.

При ведении вскрышных работ отвалообразователь в рабочем положении размещался на верхней площадке добычной заходки нижнего угольного уступа; перегружатель ПМВ-5250 – на месте будущей заходки для верхнего добычного комплекса. Для оптимальной работы добычного экскаватора, он стоял на площадке с уклоном 0,005 в сторону отвала, на границе отвала каждые 60 м проходила дренажная канава. Ширина минимальной площадки по двухметровой угольной пачке составляла 38 м, расстояние по почве пласта до внутреннего отвала – 4 м.

Работа на породе с рыхлыми отложениями обуславливала неустойчивость отвалов, состоящих из суглинков и глин (четвертичных отложений) в выработанном пространстве, усиливающуюся при отработке таких пород во время дождей.

Отвалы, сложенные из глинистых пород, постоянно оползали, придавливали нижний угольный уступ, затрудняли работу добычного экскаватора и осложняли отвод дренажных вод из выработанного пространства. Кроме того, на рабочих площадках

добычных уступов, на откосах добычных уступов, на оборудовании, расположенном на рабочих площадках, скапливалось большое количество просыпей породы, образованных при работе оборудования транспортно-отвальной вскрыши. В таких условиях требовались дополнительные затраты времени и ресурсов. Для обеспечения нормальной работы добычного экскаватора и обеспечения безопасных условий принимались дополнительные меры по очистке приваленного оползнем угольного борта, отводу воды из выработанного пространства и по предупреждению возможных единовременных прорывов ее в рабочие зоны оборудования. К таким мерам относились оставление целика угля для устойчивого состояния отвалов по отработанной заходке, дополнительная экскавация породы, перевозка ее автомобильным транспортом, сооружение водозащитных сооружений (дамб) в выработанном пространстве, установка передвижной насосной станции в местах нарушения нагорных канав, дополнительные работы по перекачке воды. На зачистке и вывозке данных просыпей в течение всего сезона задействовались колесный погрузчик и 3 автосамосвала КамАЗ.

Таким образом, низкая эффективность производства вскрышных работ с помощью транспортно-отвального комплекса обусловлена:

- слабой проработкой при проектировании отработки месторождения вопросов обнаружения и предварительного рыхления крепких включений;
- появлением технологически опасных твердых включений, относящихся к категории пород не предусмотренных по техническим параметрам к отработке вскрышным комплексом, в массиве вскрышных уступов как в виде валунов, так и в виде прослоев и линз мощностью до 0,8 м;

- неустойчивостью транспортно-отвальных отвалов, состоящих из суглинков и глин;

- большим количеством просыпей породы на рабочих площадках добычных уступов, уступах, оборудовании.

Эти факторы привели к резкому снижению коэффициента технической готовности вскрышного комплекса из-за аварийных остановок по выходу из строя ковшей экскаватора, роторного колеса, подшипника роторного колеса, редуктора привода роторного колеса и конвейера ротора, резинотросовой ленты всех машин комплекса. Организация работы

оборудования по подступам снижала эффективность обработки уступа, так как уменьшилась производительность комплекса, а также на обработку породы с крепкими включениями привлекался дополнительный экскаватор-мехлопата. Неустойчивость отвалов приводила к дополнительным затратам времени и ресурсов на подчистку угольного пласта и осушению выработанного пространства. Для подчистки добычных уступов привлекали колесный погрузчик и 3 автосамосвала.

Поэтому, в 2001 г. было принято решение об остановке транспортно-отвального комплекса с последующей его консервацией. **ГИАБ**

---

## **КОРОТКО ОБ АВТОРАХ**

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

---

UDC 622.271:621.879.48:621.875

## **TRUCK-AND-SHOVEL DUMPING UNIT USE EXPERIENCE IN THE BEREZOVSKY OPEN PIT MINE**

*Kilin Yu.A.*, Candidate of Engineering Sciences, First Deputy of Executive Director, ЗАО «Разрез Назаровский», e-mail: KilinYA@suek.ru,  
*Inshakov V.Yu.*, начальник управления развития и инвестиций ОАО «СУЭК-Красноярск», e-mail: Inshakovvy@suek.ru,  
*Evtushenko E.M.*, Technical Director, ОАО «СУЭК-Красноярск», e-mail: EvtushenkoEM@suek.ru.

---

*The experience of transport and dump complex in conditions of Berezovsky, and disclosed the stages in the achievement of performance. Describes the reasons, which influenced on a stop of transport and dump complex with its subsequent enclosure.*

*Key words: incision, schemes of mining, coal bed, Stripping transport and cross-pit spreader complex (CURRENT), rotary excavator ЭРШПТ-5250, excavator СЕМ-5250, spreader ОШП-5250, performance.*

