

УДК 622.232

*А.Л. Малец, Р.А. Мазниченко*

## **АНАЛИЗ ВЫЕМОЧНО-ТРАНСПОРТНЫХ СХЕМ ШАХТ ПО СОРТНОСТИ ДОБЫВАЕМОГО АНТРАЦИТА**

Семинар № 11

**Ц**елью данного исследования, выполненного на основании фактических данных по шестнадцати действующим антрацитовым шахтам, является выявление из всего многообразия выемочно-транспортных схем и их элементов, встречающихся на современных антрацитовых шахтах, наиболее характерных и распространенных. Результаты анализа используются для сравнения выемочно-транспортных схем по сортности антрацита.

Очистной забой является отправной точкой любой выемочно-транспортной схемы шахты (ВТСШ), начальным этапом формирования качества угля. Из 43 рассмотренных очистных забоев 35 оборудованы комбайнами со шнековым исполнительным органом, из которых 27 производят выемку угля на тонких пластах (1К101У, К85, К103) и 8 – на пластах средней мощности (1ГШ68, 2ГШ68Б, 1КШ-КГУ). Восемь очистных забоев оборудованы струговыми установками (СО75, СН75, "Дон-Фалия").

Транспортные схемы в участковых выработках, конвейерных штреках или ходках, не отличаются большим разнообразием – уголь от очистных забоев до участковых погрузочных пунктов доставляется хвостовым скребковым конвейером и линией из одного-четырех, чаще двух ленточных конвейеров. При охране транспортной выработки целиками (11 выемочных участков на шахтах ООО «Компания Ростовуголь») схема транспорта усложняется за счет установки скребковых конвейеров в просеках и печках. При такой схеме отпадает необходимость установки хвостового скребкового перегружателя в конвейерном штреке или ходке, поэтому при охране транспортной выработки целиками в конвейерной линии вместо одного скребкового конвейера длиной 20-120 м монтируется два суммарной протяженностью 60-130 м.

На сопряжениях ярусных штреков с конвейерными уклонами или бремсбергами бунке-

ры устраиваются лишь на двух шахтах: им. М. П. Чиха и «Гуковской», причем небольшой емкости (10-25 м<sup>3</sup>). На шахтах им. газеты «Комсомольская правда» и «Соколовская» конвейерные штреки соединяются с групповыми панельными уклонами посредством гезенков, которые частично могут выполнять функцию осредняющих бункеров. На остальных шахтах либо осуществляется прямая перегрузка угля с участковых конвейеров на уклонные, либо чаще всего устраиваются приемные воронки, которые оборудуются в нижней части питателями.

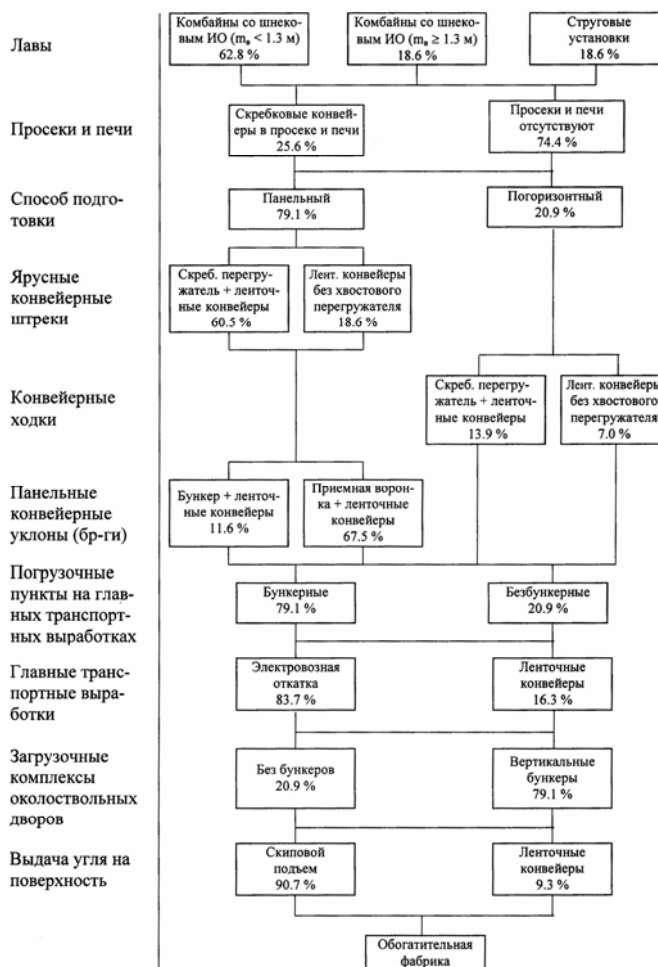
Единственным средством транспортировки горной массы по конвейерным бремсбергам и уклонам являются ленточные конвейеры. Их количество в большинстве случаев изменяется от одного до трех. Отметим, что количеством конвейеров определяется количество перепадов угля с одного конвейера на другой. Длина отдельных конвейеров изменяется в широких пределах (от 140 до 1200 м), но большинство конвейеров имеют длину 400-800 м. Самые протяженные конвейерные линии по наклонным выработкам отмечены на шахте им. 50-летия Октября. На западном крыле шахтного поля по конвейерным ходкам уклонов №5 и №3 последовательно установлены семь конвейеров типа 2Л100У и 3Л100У суммарной протяженностью 3930 м. На восточном крыле действует линия из четырех конвейеров типа 2ЛУ120 общей длиной 3900 м.

Заслуживает внимания схема групповой панельной подготовки, применяемая на шахте «Гуковская», при которой людской и грузовой уклоны, оборудованные концевой откаткой, проводятся обычным способом в центре панели по падению, а конвейерный уклон состоит из нескольких диагональных участков, проводимых под углом к линии падения. Необходимость в таком необычном решении вызвана тем, что угол падения разрабатываемых пла-

стов составляет 18-20° и тем самым превышает допустимый предел для применения ленточных конвейеров. Использование диагональных уклонов позволяет снизить угол наклона выработки до приемлемых 15-16°. Связь конвейерных штреков с групповыми диагональными уклонами осуществляется посредством конвейерных квершлагов небольшой длины. При такой транспортной схеме увеличивается число конвейеров, их общая протяженность, а также количество перепадов и промежуточных бункеров. Но, несмотря на это, а также на увеличение длины транспортирования приблизительно на 20%, эта схема позволяет при углах залегания пластов более 16° решить проблему выдачи угля на главный откаточный штрек.

На большинстве шахт на сопряжениях конвейерных уклонов или бремсбергов с главными транспортными выработками устраивают бункеры от весьма небольшой (до 20 м<sup>3</sup>) до значительной (около 200 м<sup>3</sup>) емкости. Эти бункерные емкости, обеспечивая точность процесса транспортировки угля, являются одними из существенных транспортных звеньев, на долю которых приходится 3–5% дополнительного измельчения угля в зависимости от высоты бункера. Опыт эксплуатации безбункерных погрузочных пунктов имеется на шахтах «Южная», «Майская», «Аютинская», им. В. И. Ленина.

Основной вид транспорта угля по главным транспортным выработкам шахт – электровозный (14 шахт), причем на девяти шахтах транспортировка осуществляется в вагонетках с глухим кузовом, на пяти – в секционных поездах и вагонетках с донной разгрузкой. Длина транспортирования горной массы электровозами изменяется в широких пределах и составляет от 0.7-6.0 км.



Блок-схема вариантов выемочно-транспортных схем антрацитовых шахт

На двух шахтах («Западная-Капитальная» и ШУ «Бургустинское») осуществлена полная конвейеризация доставки угля от очистных забоев до околоствольного двора.

На шахтах «Алмазной» и «Обуховской», на каждой из которых в работе находятся по две панели, применяются смешанные схемы транспорта угля. Уголь с панелей, прилегающих к центральным стволам, транспортируется к бункеру околоствольного двора непосредственно ленточными конвейерами (полная конвейеризация доставки угля от очистных забоев до околоствольного двора), а от погрузочных пунктов отдаленных панелей горная масса доставляется электровозным транспортом.

Загрузочные комплексы скиповых подъемов (14 шахт) являются следующим за очистными забоями звеном выемочно-транспортировочных схем по степени измельчения угля. Исследованиями установлено, что на их долю приходится 4–16% общего измельчения угля. На десяти шахтах загрузочные комплексы включают в себя вертикальные аккумулирующие бункеры высотой до 18 м и емкостью до 1200 м<sup>3</sup>, не оборудованные противозмельчающими устройствами. Посредством питателя и ленточного конвейера небольшой длины уголь поступает в секции полуавтоматического дозатора, осуществляющего дозировку загрузки скипов. На четырех шахтах («Южная», «Соколовская», «Ростовская» и им. газеты «Комсомольская правда») загрузка скипов осуществляется объемным дозированием вагонетками.

Как уже было отмечено, на 14 шахтах уголь выдается на поверхность в скипах по вертикальным стволам. Емкость применяемых в настоящее время скипов изменяется в широких пределах – от 3 м<sup>3</sup> на шахте «Ростовская» до 25 м<sup>3</sup> на «Обуховской». Высота подъема угля также значительно изменяется и составляет на действующих шахтах от 190 м на «Ростовской» до 850 м на «Алмазной».

На шахте «Аютинская» и ШУ «Бургустинское» выдача угля на поверхность производится ленточными конвейерами по главным наклонным стволам. Суммарная протяженность конвейерных линий по главным стволам составляет: на «Аютинской» – 1610 м (три конвейера), на ШУ «Бургустинское» – 2090 м (четыре конвейера).

На рисунке представлена блок-схема вариантов ВТСШ, составленная по принципу «лава – шахтная поверхность» на основании анализа фактических данных по действующим шахтам.

В левой колонке представлены классификационные звенья ВТСШ, справа возможные состояния звеньев и их процентное соотношение. Блок-схема, несмотря на то, что она содержит 576 возможных вариантов ВТСШ, не описывает и не может описать все встретившиеся на практике варианты. Каждое дополнительное звено ВТСШ удваивает (реже утраивает) количество вариантов. Более сложные схемы, встретившиеся в ходе исследования, имеют единичное распространение и практически не влияют на общую картину распределения вариантов ВТСШ, однако их наличие указывает на то, что оценку ВТСШ по сортности угля в каждом конкретном случае необходимо производить отдельно.

На основании проведенного анализа выбрано две наиболее представительные выемочно-транспортные схемы.

*Схема 1.* Лава (комбайн) ⇒ Конвейерный штрек (скребковый конвейер, ленточные конвейеры) ⇒ Конвейерный уклон (ленточные конвейеры) ⇒ Бункер ⇒ Главный штрек (электровозная откатка) ⇒ Бункер околоствольного двора ⇒ Скиповой подъем ⇒ Бункер на поверхности.

*Схема 2.* Лава (струговая установка) ⇒ Конвейерный штрек (скребковый конвейер, ленточные конвейеры) ⇒ Конвейерный уклон (ленточные конвейеры) ⇒ Бункер ⇒ Главный штрек (электровозная откатка) ⇒ Бункер околоствольного двора ⇒ Скиповой подъем ⇒ Бункер на поверхности.

Для оценки ВТСШ по сортности рядового антрацита использован метод расчета измельчения антрацита в процессе транспортировки, включенный в "Общесоюзные нормы

Таблица 1  
Зависимость содержания штыба в угле от его физико-механических характеристик для сравниваемых вариантов ВТСШ

Сопrotив- ляемость угля реза- нию, кН/м	Кэф- фициент крепо- сти	Схема 1		Схема 2	
		Комбайновая выемка угля в очистном забое	Содержание штыба в рядовом угле, выданном на поверхность, %	Струговая выемка угля в очистном забое	Содержание штыба в рядовом угле, выданном на поверхность, %
130	1,52	47,21	64,34	29,25	56,29
160	1,69	44,12	61,29	23,60	52,39
190	1,85	40,81	58,02	18,90	49,01
220	2,00	37,28	54,55	15,58	46,20
250	2,20	33,55	50,26	14,02	43,05

Таблица 2

Оценка технических мероприятий, направленных на уменьшение измельчения угля на транспортном пути от очистного забоя до поверхности

Сравниваемые варианты ВТСШ	Содержание штыба в рядовом угле, %	Абсолютное снижение содержания штыба в рядовом угле по соответствующим вариантам, %			
		1	2-3	3-4	3-5
Комбайновая выемка угля в очистном забое ( $A = 250$ кН/м, $f = 2,2$ )					
1к	50,26	–	–	–	–
2к	48,16	2,10	–	–	–
3к	46,81	3,45	1,35	–	–
4к	45,06	5,20	–	1,75	–
5к	40,51	9,75	–	–	6,30
Струговая выемка угля в очистном забое ( $A = 190$ кН/м, $f = 1,85$ )					
1с	49,01	–	–	–	–
2с	47,85	1,16	–	–	–
3с	46,38	2,63	1,47	–	–
4с	43,13	5,88	–	3,25	–
5с	35,66	13,35	–	–	10,72

технологического проектирования подземного транспорта" [1] и в ТЛП САПРуголь "Подземный транспорт". Горнотехнические условия сравнения и оценки вариантов ВТСШ следующие: угол залегания пласта  $15^\circ$ , вынимаемая мощность 1,0 м; панельный способ подготовки шахтного поля; производственная мощность шахты 4000 т/сут; содержание видимой породы в угле 5%.

Анализ результатов расчетов показывает следующее (табл. 1).

- увеличение сопротивляемости угля резанию и его крепости приводит к снижению выхода штыба из очистного забоя, причем при комбайновой выемке угля наблюдается практически линейная обратно пропорциональная зависимость выхода штыба от крепости угля. При струговой выемке эта зависимость имеет другой характер: для мягких углей наблюдается значительное снижение выхода штыба из очистного забоя при увеличении сопротивляемости угля резанию, тогда как для крепких углей снижение выхода штыба незначительно (гиперболическая зависимость);

- разница в выходе штыба из очистного забоя при комбайновой (схема 1) и струговой (схема 2) выемке угля имеет значение 17,26 – 21,91 %, т.е. практически не зависит от крепости угля. Таким образом, можно сделать вывод, что струговая технология выемки угля обеспечивает выход из

очистного забоя примерно на 20 % больше крупно-средних сортов угля;

- разница в содержании штыба в рядовом угле, выданном на поверхность, между сравниваемыми ВТСШ снижается до 7,21 – 9,01 %, т.е. более чем в два раза. Это связано с тем, что более сортовой уголь, вышедший из струговой лавы, подвергается большему измельчению при его транспортировке до поверхности.

Последнее приводит к выводу о необходимости применения технических решений в транспортной цепи, направленных на улучшение сортности антрацита. Для этого в рамках вышеприведенной блок-схемы произведено сравнение и оценка нескольких вариантов ВТСШ, отличающихся друг от друга наличием или отсутствием тех или иных транспортных звеньев.

К рассмотрению приняты следующие варианты ВТСШ (в аббревиатуре номера варианта буква "к" обозначает комбайновую выемку угля, буква "с" – струговую):

Варианты 1к, 1с. См. схема 1 и схема 2.

Варианты 2к, 2с. Из транспортной схемы исключен хвостовой скребковый перегружатель в ярусном штреке под лавой. Уголь из лавы подается на ленточный перегружатель специальной конструкции, либо непосредственно на ленточный конвейер. На пересылах угля с конвейера на конвейер устраиваются подсевные точки.

Вариант 3к, 3с. В дополнение к мероприятиям, принятым во втором варианте, из транспортной схемы исключается бункер на главном откаточном штреке. Вместо него оборудуется автоматизированный погрузочный пункт, а бункерная емкость заменяется резервом вагонеток.

Вариант 4к, 4с. В дополнение к мероприятиям, принятым во втором и третьем вариантах, вертикальный аккумулирующий бункер скипового подъема оборудуется спиральным спуском.

Вариант 5к, 5с. Вместо скипового подъема угля по вертикальному стволу осуществляется его транспортирование до шахтной поверхности ленточными конвейерами по наклонному стволу. При сравнении длина наклонного ствола принималась равной 2000 м; соответствующая этой длине и углу заложения ствола  $18^\circ$  высота скипового подъема составляет 620 м.

Сравнение вариантов ВТСШ производилось при наиболее типичных для исследуемых шахт физико-механических свойствах угля: при комбайновой выемке в очистных забоях ( $A = 250$  кН/м,  $f = 2,2$ ), при струговой выемке ( $A = 190$  кН/м,  $f = 1,85$ ).

Анализ результатов расчетов показывает следующее (табл.2).

- исключение из транспортной цепи скребкового конвейера в ярусном штреке под лавой и оборудование перепадов с конвейера на конвейер подсевными точками (варианты 2к, 2с) обеспечило абсолютное снижение содержания штыба в угле на 2,10 % (вариант 2к) и 1,16 % (вариант 2с);

- замена бункера на главном откаточном штреке на резерв вагонеток (вариант 3к, 3с) приводит к дополнительному снижению содержания штыба в рядовом угле на 1,35 и 1,47 % соответственно;

- оборудование вертикального аккумулирующего бункера спиральным спуском (варианты 4к, 4с) снижает количество штыба в рядовом угле на 1,75 и 3,25 % соответственно;

- транспортировка угля конвейерами до шахтной поверхности вместо скипового подъема (варианты 5к, 5с) обеспечивает снижение содержания штыба в рядовом угле, выданном из шахты, соответственно на 6,30 и 10,72 %.

---

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Общесоюзные нормы технологического проектирования подземного транспорта горнодобывающих предприятий. ОНТП-1.79. – М.: МУП СССР, 1981.

#### Коротко об авторах

Малец Анатолий Лукич – профессор кафедры «Разработка пластовых месторождений», доктор технических наук,

Мазниченко Роман Анатольевич – горный инженер, ассистент кафедры «Разработка пластовых месторождений»,

Шахтинский институт (филиал) Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института).

