

УДК 622.271

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДИНАМИЧНОСТЬЮ РЯДОВ ВАРИАЦИЙ
ТРАНСПОРТНОЙ И БЕСТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНОЛОГИЙ ОТКРЫТОЙ
РАЗРАБОТКИ НАКЛОННЫХ И КРУТОПАДАЮЩИХ ЗАЛЕЖЕЙ**

**DESIGNING DYNAMIC SERIES OF VARIATIONS OF TRANSPORT
AND NONE TRANSPORT TECHNOLOGY OPEN-PIT MINING OF INCLINED
AND STEEP DEPOSITS**

Селюков Алексей Владимирович,

канд. техн. наук, доцент, e-mail: alex-sav@rambler.ru

Selyukov Aleksey V.

C.Sc. (Engineering), Associate Professor

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28
T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28 street Vesennyaya, Kemerovo, 650000, Russian Federation

Аннотация

На месторождениях с наклонным и крутым залеганием сложноструктурных свит угольных пластов Кемеровской области предпочтительно применение поперечных систем открытой разработки. В этом случае существенно снижаются транспортные расходы, и сокращается отчуждение земельных площадей под внешние отвалы. Так же в общей технической политике производства открытой угольной добычи существует устойчивое направление на увеличение объемов бестранспортной вскрыши за счёт расширения границ и области её применения, в том числе за счет сочетания с транспортной технологией. Однако для проектирования такой технологии в условиях поперечного развития фронта горных работ в настоящее время недостаточно теоретических проработок вопросов, связанных с обоснованием её параметров. Большой диапазон условий залегания свит угольных пластов, широкий ряд типоразмеров экскаваторов, применяемых при технологических вариациях, определяют многовариантность решения указанных выше задач. Предложены новые вариации технологического сочленения с их оценкой по динамичности рядов.

Abstract

In fields with sloping and steep deposits of complex of coal seams in the Kemerovo region preferred use of transversal systems to open-pit mining. In this case, significantly reduced transportation costs, and reduces the alienation of land under the external piles. Also in general engineering policy production open coal mining there is a steady direction to increase the open-pit mine overburden due to the expansion of the boundaries and the scope of its application, including the combination with a transport technology. However, for the design of such technology in the transverse development of the front of mining operations is currently insufficient theoretical research of the issues related to the justification of its parameters. A large range of conditions of occurrence of coal seams, a wide range of sizes of excavator used in technological variations, determine the multiplicity of solving the above problems. Proposed new technological variations with their evaluation on the dynamic of the series.

Ключевые слова: *поперечная система разработки, технологические вариации, динамичность рядов*

Keywords: *cross-cut system development of open-pit mine, technological variations, dynamic series*

Введение

Переход на рыночные отношения выявил существенные недостатки продольных углубочных систем разработки, применяемых для разработки угольных месторождений Кемеровской области [1,2,3]. К существенным из них относятся: отсыпка внешних отвалов, влекущая отчуждение сельскохозяйственных земель и большая дальность транспортирования пород вскрыши на отвал, как

железнодорожным транспортом, так и автомобильным. Всё это повышает затраты на добычу угля и снижает его конкурентоспособность на рынке. В связи с этим наметилась тенденция к применению ресурсосберегающей поперечной сплошной системы разработки. Однако выполненные проекты для некоторых разрезов с этой системой основаны на применении высокочрезвычайно затратной транспортной технологии разработки рабо-

чей зоны карьерного поля, при которых вся порода перевозится карьерными автосамосвалами во внутренний отвал. В то же время наличие внутреннего отвала и горизонтальной площадки в его основании позволяет применить для отработки нижней части рабочей зоны менее затратную технологию с перевалкой породы шагающими драглайнами.

Материалы и методы

В настоящее время бестранспортная технология применяется только при пологом залегании пластов, а при наклонном и крутом залегании мало реализована [4,5]. В частности на наклонных и крутых залежах при поперечных системах разработки может быть реализована комбинация транспортной и бестранспортной технологий. В связи с этим предлагается следующее: обрабатывать часть горной массы на наклонных и крутых месторождениях в нижних горизонтах разреза, шире использовать взрывной сброс породы в отвальный слой, применять высокие уступы и спаренную работу экскаваторов.

Особенностью технологии при отработке наклонных и крутопадающих залежей угля является наличие горизонтального основания отвала и боковых плоскостей из ненарушенного горного массива. Причём ширина основания отвала равна ширине дна карьера, а ширина отвала на уровне дневной поверхности соответствует ширине карьера по верху. Таким образом, внутренний отвал формируется вжатой среде.

В соответствии с особенностями формирования внутреннего отвала комбинированная транспортно-бестранспортная технология должна отвечать следующим требованиям [6,7]: обеспечение минимальной кратности переэкскавации пород; обеспечение устойчивости отвального яруса и внутреннего отвала в целом; создание возможности рекультивации внутрикарьерного отвала по мере подвигания фронта работ; максимальное использование рабочих параметров экскавирующих средств; обеспечение максимальной степени извлечения балансовых запасов угля из свиты; транспортная работа по перемещению пород из забоя в отвал не должна превышать значения работы, совершаемой традиционными транспортными средствами; обеспечение безопасных условий работ в рабочей зоне разреза; обеспечение минимального сближения забойной и отвальной зоны для сокращения дальности перевалки пород, что обеспечивается формированием угла откоса рабочей зоны близким к углу устойчивого откоса карьера.

Поэтому при разработке новых технологических схем необходимо учитывать поставленную задачу.

Результаты

Проведенный анализ и обобщение материала публикаций, опыта применения бестранспортной

технологии для разработки пологих пластов, горно-геометрического анализа залежей, как в профиле, так и в плане горных работ, позволил систематизировать способы разработки забойной стороны карьерного поля и перемещения породы в отвал (рис.1).

Способы разработки забойной стороны карьерного поля:

-нисходящими заходками (панелями) последовательно сверху вниз;

-со смещением заходов (панелей) относительно друг друга на ширину рабочей площадки;

- верхняя часть рабочей зоны обрабатывается смещенными заходками, нижняя нисходящими;

- верхняя часть рабочей зоны нисходящие заходки, а нижняя смещенные.

Способ производства вскрышных работ и перемещения породы во внутренний отвал (технологические признаки):

I. транспортный (признак IA - вся вскрыша перевозится автотранспортом или бестранспортный разрабатывается и переваливается в отвал драглайнами (признак IB);

II. Комбинированный способ:

часть породы забойной стороны разрабатывается карьерными лопатами и перемещается в отвал транспортными средствами, а оставшаяся часть породы разрабатывается и переваливается в отвал драглайнами (IIa);

вся порода забойной стороны карьерного поля разрабатывается карьерными лопатами и отсыпается во временный навал, который затем переваливается драглайном в отвал (IIб);

часть породы забойной стороны карьерного поля разрабатывается карьерными лопатами и отсыпается во временный навал, а оставшаяся часть породы разрабатывается и переваливается в отвал вместе с породой временного отвала (IIв);

часть породы забойной стороны карьерного поля разрабатывается карьерными лопатами с погрузкой в автотранспорт и подвозится к драглайну во временный навал для дальнейшей перевалки в отвал (IIг);

порода забойной стороны карьерного поля, подлежащая разработке драглайном, частично переваливается им в отвал, а частично отгружается на автотранспорт для перевозки в отвал (IIд);

порода временного отвала, предназначенная для разработки драглайном, частично отгружается на автотранспорт для перевозки в отвал (IIе).

Способ разработки породугольных заходок (панелей):

а) вскрышные и добычные работы полностью производятся карьерной лопатой или драглайном;

б) вскрышные работы производятся драглайном, а добычные - карьерной лопатой;

в) вскрышные и добычные работы выполняются карьерной лопатой, но со складированием вскрыши во временный навал для дальнейшей перевалки его в отвал драглайном.

Нисходящие заходки	Смещенными заходками	Верх - нисходящие, низ - смещенные заходки	Верх - нисходящие, низ - смещенные заходки
Способы разработки забойной стороны карьерного поля по транспортно и бестранспортной технологиям			
Способ производства вскрышных пород и перемещения породы во внутренний отвал			
<p>I . Транспортный или Бестранспортный (вся вскрышка перевозится автотранспортом или разрабатывается и переваливается в отвал драглайнами)</p>			
<p>II . Комбинированный способ</p>			
<p>IIIа. Часть породы забойной стороны разрабатывается карьерными лопатами и перемещается в отвал транспортными средствами, а оставшаяся часть породы разрабатывается и переваливается в отвал драглайнами</p>			
<p>IIIб. Вся порода забойной стороны карьерного поля разрабатывается карьерными лопатами и отсыпается во временный навал, который затем переваливается драглайном в отвал</p>			
<p>IIIв. Часть породы забойной стороны карьерного поля разрабатывается карьерными лопатами и отсыпается во временный навал, а оставшаяся часть породы разрабатывается и переваливается в отвал вместе с породой временного отвала</p>			
<p>IIIг. Часть породы забойной стороны карьерного разрабатывается карьерными лопатами с погрузкой в автотранспорт и подвозится к драглайну во временный навал для дальнейшей перевалки в отвал</p>			
<p>IIIд. Порода забойной стороны карьерного поля, подлежащая разработке драглайном, частично переваливается им в отвал, а частично отгружается на автотранспорт для перевозки в отвал</p>			
<p>IIIе. Порода временного отвала, предназначенная для разработки драглайном, частично отгружается на автотранспорт для перевозки в отвал</p>			
<p>Способ разработки пороугольных заходок (панелей) в транспортно и бестранспортной зонах</p>			
<p>I. вскрышные и добычные работы полностью производятся карьерной лопатой или драглайном; 2. вскрышные работы производятся драглайном, а добычные - карьерной лопатой; 3. вскрышные и добычные работы выполняются карьерной лопатой, но со складированием вскрышки во временный навал для дальнейшей перевалки его в отвал драглайном</p>			
<p>Конструкция внутренних отвалов по технологическим зонам</p>			
<p>Одноярусные и многоярусные (двух, трех, четырех и пятирусные)</p>			
<p>Способы доставки породы по ярусам внутреннего отвала</p>			
<p>Последовательная доставка с нижнего яруса на верхний или наоборот и с подготовкой дополнительной емкости в нижнем ярусе</p>			
<p>Способ разработки рыхлых отложений</p>			
<p>а) разработка рыхлых отложений карьерными лопатами с перемещением породы транспортными средствами на отвал</p>			
<p>б) разработка рыхлых отложений драглайнами с погрузкой в автотранспорт и перевозкой на отвал</p>			
<p>в) разработка рыхлых отложений драглайном и перевалка породы им в отвал</p>			
<p>г) разработка рыхлых отложений драглайном с перевалкой их во временный навал на рабочем борту с дальнейшей их многократной перезскавкой драглайном по мере ползания фронта работ</p>			
<p>д) разработка рыхлых отложений способом гидромеханизации</p>			

Рис.1. Систематизация сочетаний транспортно и бестранспортной технологии при поперечных системах разработки наклонных и крутонаклонных залежей.

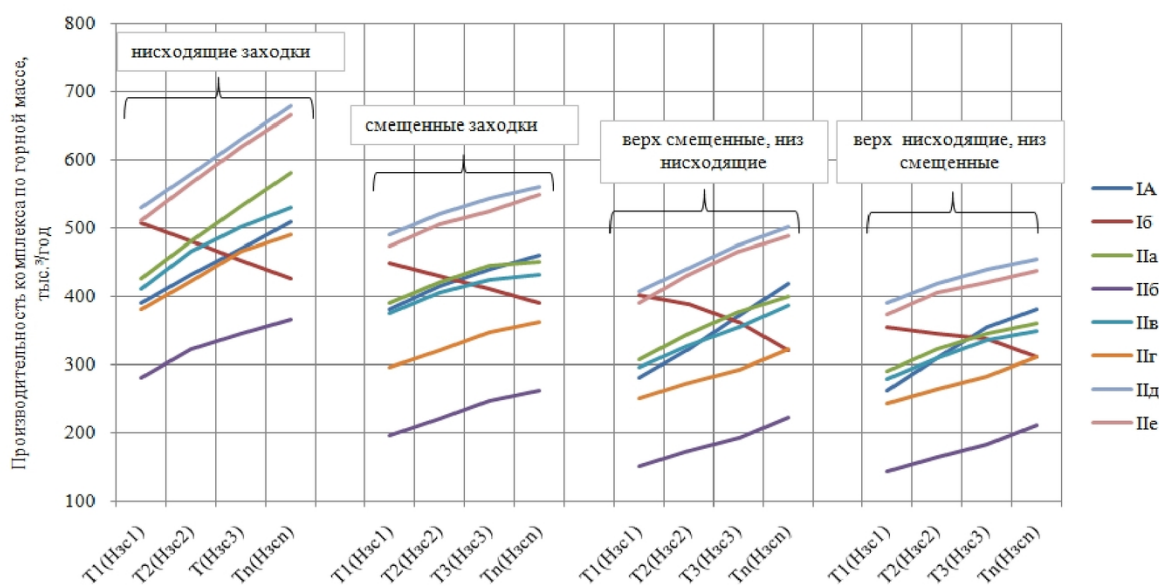


Рис. 2. Закономерности динамичности рядов вариаций транспортной и бестранспортной технологий открытой разработки наклонных и крутонадающих угольных залежей при поперечных сплошных системах разработки.

Fig. 2. Regularities of the dynamic series of variations of transport and none technology open-cast mine opencast mining of inclined and steeply dipping coal deposits with continuous cross-cut development systems.

Одноярусные и многоярусные (двух, трех, четырех и пятиярусные);

Способы доставки породы по ярусам внутреннего отвала:

Последовательная доставка с нижнего яруса на верхний или наоборот и с подготовкой дополнительной емкости в нижнем ярусе;

Способ разработки рыхлых отложений:

а) разработка рыхлых отложений карьерными лопатами с перемещением породы транспортными средствами на отвал;

б) разработка рыхлых отложений драглайнами с погрузкой в автотранспорт и перевозкой на отвал;

в) разработка рыхлых отложений драглайном и перевалка породы им в отвал;

г) разработка рыхлых отложений драглайном с перевалкой их во временный навал на рабочем борту с дальнейшей их многократной переэкскавацией драглайном по мере продвижения фронта работ.

Обсуждение

Одной из важнейших задач статистики является изучение изменений анализируемых показателей во времени, то есть их динамика [8]. Эта задача решается при помощи анализа рядов динамики (временных рядов). Ряд динамики (или временной ряд) - это числовые значения определенного статистического показателя в последователь-

ные моменты или периоды времени (т.е. расположенные в хронологическом порядке). Числовые значения того или иного статистического показателя, составляющего ряд динамики, называют уровнями ряда и обычно обозначают буквой y (в нашем случае это показатели интенсификации ведения горных работ при принятых организационно-технических условиях). Первый член ряда y - называют начальным или базисным уровнем, а последний y_n - конечным. Моменты или периоды времени, к которым относятся уровни, обозначают через t .

В качестве методического положения в численных расчетах принято, что за точку отсчета принято дно карьерного поля, затем добавляется число породугольных заходов высотой $H_{зс}$ (исчисляемых в метрах) которые отрабатываются за промежуток времени t (смены, месяц, год) начиная от начала разработки породугольной заходки и до момента укладки породы в отвальную емкость. Тогда применительно к оценке вариации транспортной и бестранспортной технологий средний уровень интервальных рядов динамики, можно представить как отношение интегрального показателя интенсивности развития рабочей зоны при систематизированных установках вариаций к времени отработки определенного числа породугольной заходки. Расчёт этих показателей базируется на интегральном показателе организации производства горных работ - продолжительности

отработки забойной стороны на ширину заходки. Этот показатель суммирует затраты времени на выполнение всего комплекса рабочих процессов в их организационной взаимосвязи. Расчёт показателя основан на разделении процесса разработки забойной стороны на этапы, соответствующие полному циклу разработки каждой породоугольной заходки. Обязательным условием для расчёта показателей по моделям является построение в плане и профиле горных работ схема экскавации для разработки забойной стороны, необходимая для измерения объёмов перемещаемой породы из забоя в отвал по рабочим ходам экскаватора и установления последовательности выполнения этих ходов. Затем на основании вычисленных данных строятся статистические зависимости динамичности ряда. Общую схему численного моделирования можно представить как решение задачи от общего к частному: систематизация технологических вариаций; показатели интенсивности (отношение объема производства за единицу времени); статистические закономерности технологической вариативности. Такая структура расчетной модели включает: исходные данные, состоящие из постоянных параметров принятых в расчётах, и геометрических и линейных параметров залежи; линейные параметры породоугольных заходок; объёмные параметры породоугольных заходок; объёмные параметры и показатели разработки забойной стороны; организационные параметры отработки породоугольных заходок и забойной стороны. Расчёт параметров организации работы оборудования, связанных с определением времени переходов экскаваторов, производится графо-аналитическим методом с использованием предварительно построенной по вычисленным линейным параметрам породоугольных заходок схемы экскавации в профиле и плане горных работ. Со схемы экскавации снимаются данные по загрузке экскаватора при перевалке навала (площади сечения элементов забоя и индивидуальные углы поворота экскаватора на разгрузку), а также длина создаваемых рабочих трасс и, в некоторых сложных случаях, расстояние перегонов экскаваторов. В статистических расчетах комплектование структур ведется на принципах поточности, совмещения основных операций и сокращения числа вспомогательных операций. Структуры комплексной механизации должны удовлетворять следующие

требованиям: машины какого-либо звена структуры должны обеспечивать оптимальность протекания всех процессов; структуры по возможности необходимо формировать из машин с одним принципом действия; производительность машин смежных процессов должна быть одинаковой; число звеньев структуры должно быть минимальным; структура должна обеспечивать требуемые технические показатели разработки – интенсивность разработки (объемы выемки вскрыши и полезного ископаемого, скорости углубки карьера и подвигания фронта горных работ и др.) (рис.2).

На рис.2. представлены характерные динамичные ряды вариаций технологий в различные периоды времени (от T_1 до T_n). Для удобства трактовки на графическом изображении вычисленных данных показаны конструкция забойной стороны и ее влияние на характер распределения точек перегиба линий - способа производства вскрышных работ и перемещения породы во внутренний отвал. К примеру, если использовать только бестранспортный способ (линия I_6), то не зависимо от конструкции забойной стороны характер будет убывающим, а в сочетании со способом когда порода забойной стороны карьерного поля, подлежащая разработке драглайном, частично переваливается им в отвал, а частично отгружается на автотранспорт для перевозки в отвал (линия II_d) менее убывающий, и только на его временное распределение будет влиять конструкция забойной стороны.

Заключение

Для вновь проектируемых карьеров задача проектирования структуры комплексной механизации при различных вариациях технологий с помощью динамики рядов, будет заключается в комплексном выборе типов основных и вспомогательных машин, в расчете производительности оборудования и числа его единиц. На действующих карьерах такая задача состоит в оптимизации типов и параметров оборудования в увязке их с параметрами оборудования других процессов. Автор надеется, что сформулированные выводы и результаты позволят улучшить условия эксплуатации угольных разрезов при открытой разработке наклонных и крутопадающих угольных пластов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ржевский В.В. Технология и комплексная механизация открытых горных работ / 4-е издание, перераб. и доп. М.: Недра, 1985. – 549 с.
2. Селюков А.В. О технологической значимости внутреннего отвалообразования при открытой разработке угольных месторождений Кемеровской области / Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых 2015г. №5. ИГД СО РАН Новосибирск. с.23–34.
3. Коваленко В.С. Технологические аспекты экологизации открытых горных работ при освоении перспективных угольных месторождений Кузбасса / Вопросы теории открытых горных работ: сб. науч. тр. М.: МГУ, 1994. С.17–22.