

УДК 6222.357.1:622.244.6:551.34

С.В. Панишев, С.А. Ермаков

**ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
БЕСТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ
РАЗРАБОТКИ ВЗОРВАННЫХ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД,
СКЛОНИНЫХ К ПОВТОРНОМУ СМЕРЗАНИЮ**

Представлены результаты исследований разработки вскрышных пород драглайном в условиях повторного смерзания взорванной горной массы. На примере Кангаласского угольного разреза обоснованы параметры экскаваторных блоков при разработке вскрышных пород.

Ключевые слова: многолетнемерзлые породы, температурный режим, цикл, производительность, драглайн.

В практике открытых разработок при эксплуатации горизонтальных и пологих залежей широкое применение нашла бестранспортная система разработки вскрышных пород с использованием экскаваторов-драглайнов.

Особенность разработки вскрышных пород драглайном на месторождениях криолитозоны заключается в обязательной буровзрывной подготовке массива и склонности к повторному смерзанию взорванной горной массы. Характер протекающих процессов в развале взорванной горной массы обусловлен годовым температурным режимом в массиве многолетнемерзлых пород (рис. 1). Если в весенне-летний период на температуру поверхностного слоя оказывает влияние отрицательная температура в массиве, накопленная в зимний период и солнечная инсоляция, то в осенне-зимний период температура в этом слое формируется за счет тепловой инерции массива, накопленной летом и воздействия низких температур окружающего воздуха. Учитывая высо-

ющую зависимость эффективности работы драглайна от свойств разрабатываемого массива, исследование температурного режима в экскаваторном забое и его влияние на производительность драглайна представляет весьма важный практический интерес.

Исследование влияния температурного режима взорванного массива на производительность драглайна проводилось на угольном разрезе «Кангаласский» ОАО ХК «Якутуголь», расположенному в центральной части Республики Саха (Якутия). Исследования включали мониторинг температуры взорванных пород при последовательном обнажении забоя, определение кусковатости взорванной горной массы, видеосъемку рабочего процесса с последующим определением времени цикла, расчет производительности по полученным значениям времени цикла, сбор данных о фактической производительности драглайна. Замеры температуры по взорванным блокам производились инфракрасным термометром Scan

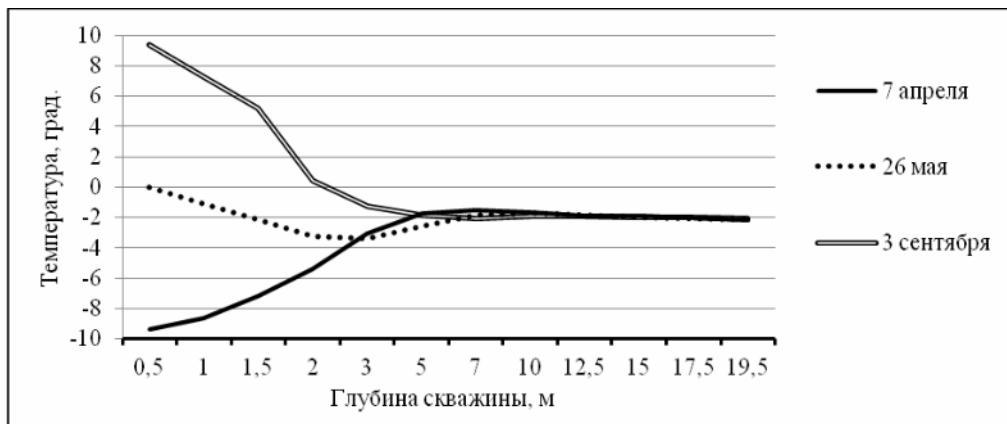


Рис. 1. Изменение температуры в массиве ММГП

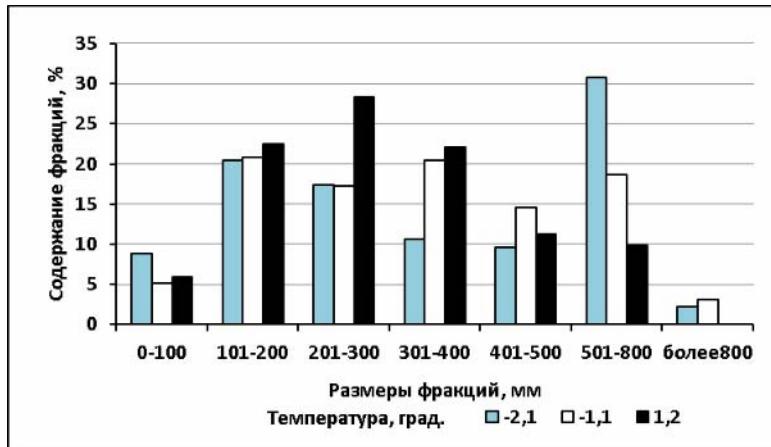


Рис. 2. Изменение гранулометрии взорванных пород от температуры

Темп ST-20 а также тепловизором FLIR B6 XXX series. Натурные наблюдения проводились в период с марта по декабрь.

Состав пород — типичный для данного месторождения (сверху вниз): суглинок бурого цвета с включением растительных корней и мелкой гальки, песчаник мелкозернистый бурого и серого цвета слабосцементированный, алевролит зеленовато-серого цвета. Категория пород по взрываемости VI-VII. Степень взрываемости — трудно-взрываемые. Коэффициент крепости пород по Протодьяконову 3—6.

По результатам натурных исследований установлено, что в различные температурно-климатические периоды гранулометрический состав взорванных многолетнемерзлых пород неодинаков, что связано с их температурой в массиве (рис. 2). Отмечено, что при повышении температуры доля крупных фракций более 500 мм существенно (до трех раз) снижается, а фракций 201-300 и 301-400 мм возрастает в 1,5-2 раза (рис. 3). При этом содержание фракций 101-200 мм не изменяется.

Анализ расчетных значений энергоемкости разрушения и размера

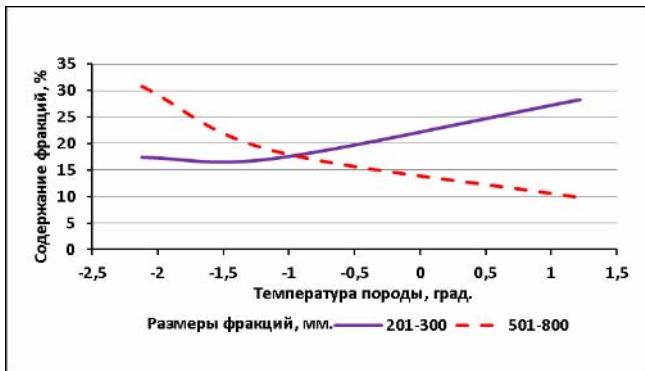


Рис. 3. Изменение доли мелких и крупных кусков от температуры массива многолетнемерзлых пород

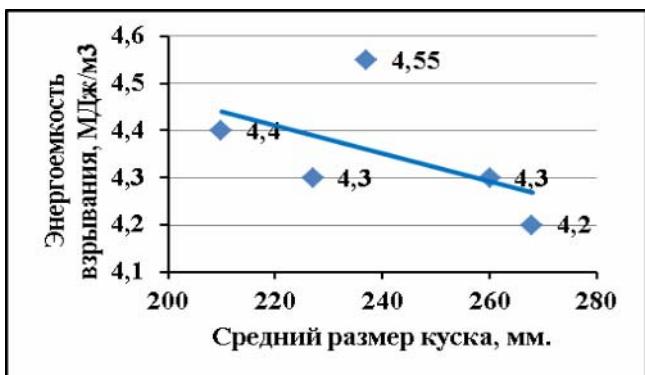


Рис. 4. Взаимосвязь среднего размера куска с энергоемкостью взрывания

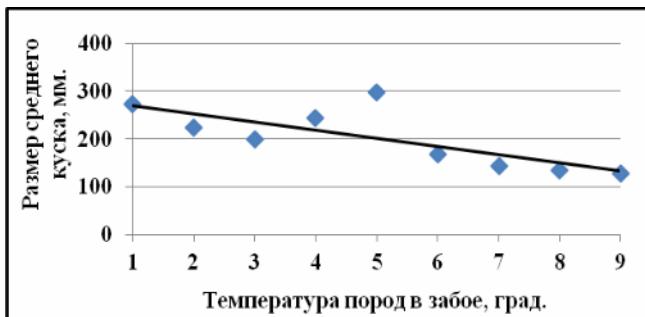


Рис. 5. Изменение размера среднего куска в рабочей зоне драглайна от температуры пород в забое

среднего куска после проведения взрывных работ позволил установить зависимость изменения среднего размера куска от энергоемкости взрыва-ния (рис. 4).

Например, для условий разреза «Кангалацкий» (вскрышное оборудование – драглайн ЭШ-11.70), средний размер куска в развале, обеспечивающий номинальную производительность драглайна с емкостью 10 м³ при разработке смерзающихся пород в весенне-летний период, достигается при энергоемкости взрывания не менее 4,2 МДж/м³.

По результатам натурных исследований установлена взаимосвязь изменения размера среднего куска в рабочей зоне драглайна от температуры пород в забое (рис. 5).

Из рисунка видно, что размер среднего куска уменьшился в 2 раза при повышении средней температуры пород от 1 до 9 градусов в период наблюдений май-июль.

С уменьшением размера среднего куска в экскаваторном забое с 300 до 135 мм производительность драглайна увеличивается почти в 3 раза. При этом с увеличением доли крупных фракций (400-800 мм) от 3 до 15 % производительность драглайна снижается в 3 раза, а с увеличением доли мелких фракций (до 200 мм) вдвое, от 15 до

30 %, повышается в 3 раза.

Проведенными исследованиями установлена зависимость изменения температуры поверхностного слоя смерзшихся горных пород взорванного мас-

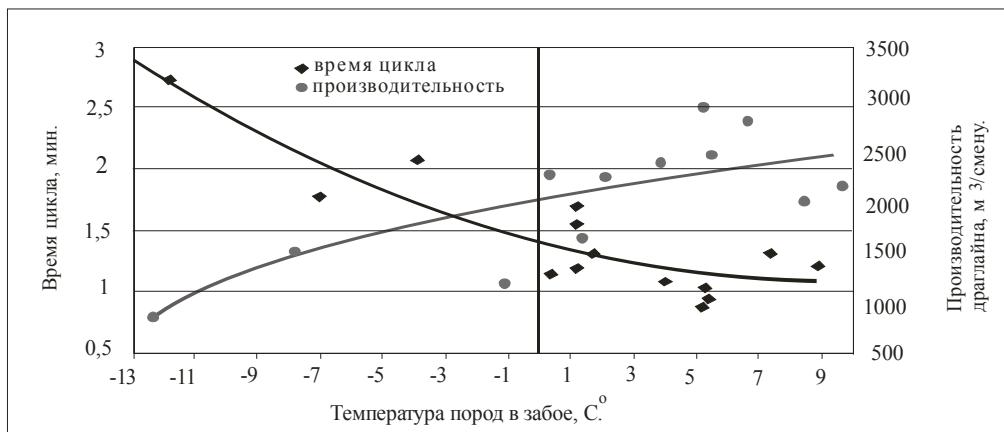


Рис. 6. Изменение времени цикла и производительности драглайна от температуры пород в забое

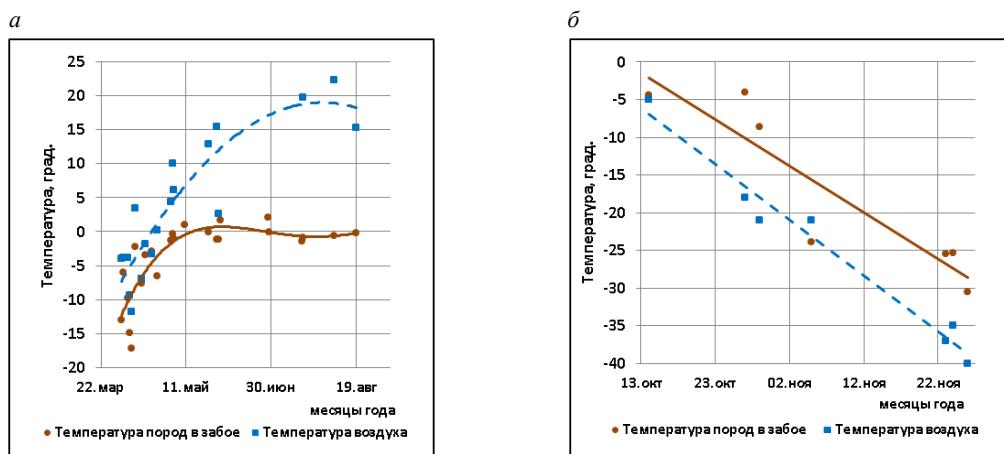


Рис. 7. Температура пород в забое: а — в весенне-летний период; б — в осенне-зимний период

сива при последовательном обнажении забоя и ее взаимосвязь с производительностью драглайна (рис. 6).

Показано, что фактическое время цикла с понижением температуры увеличивается в несколько раз и соответственно резко снижается производительность экскаватора. Снижение и последующая стабилизация времени рабочего цикла драглайна происходит в период, когда температура поверхностного слоя горных пород по-

следовательно обнажаемого забоя повышается до +5 + 7 градусов.

В весенне-летний период на температуру поверхностного слоя оказывает влияние отрицательная температура в массиве, накопленная в зимний период и солнечная инсоляция. В условиях высоких положительных температур окружающего воздуха (до +20°C и выше) и отрицательной температуры пород в забое в условиях его обнажения, это способствует

Таблица 1

Расчетные длины экскаваторных блоков и производительность драглайна

Модель драглайна на вскрышном уступе	ЭШ-11/70	ЭШ-11/70	ЭШ-11/70	ЭШ-11/70
Модель драглайна на породном прослое	ЭШ-11/70	ЭШ-11/70	ЭШ-11/70	ЭШ-11/70
Ширина вскрышной заходки (м)	40	40	40	40
Высота вскрышного уступа (м)	20	20	20	20
Мощность верхнего пласта полезного ископаемого (м)	10	10	10	10
Мощность породного прослоя (м)	2	2	2	2
Мощность нижнего пласта полезного ископаемого (м)	5	5	5	5
Коэффициент сброса	0,25	0,25	0,25	0,25
Объем породы на верхней поверхности развода, ($\text{м}^3\text{Чп.м}$)	92	92	92	92
Глубина отвальной ёмкости (м):	2,7	2,7	2,7	2,7
Удельный объем переэкскавации, $\text{м}^3/\text{п.м.}$	110	110	110	110
Итоговый коэффициент переэкскавации	0,12	0,12	0,12	0,12
Производительность экскаватора по целику, ($\text{м}^3/\text{мес.}$)	35020	65168	71163	82930
Сменное подвигание забоя по целику (м)	1,8	3,4	3,7	4,3
Количество смен в день	2	2	2	2
Количество рабочих дней	24	24	24	24
Длина экскаваторного блока с учетом разработки междупластья (м)	88	163	178	207
Температура породы в забое (град.)	-12	-1	1	5

интенсивному выделению влаги на поверхности кусков породы и создает благоприятные условия для повторного смерзания (рис. 7, а). В осенне-зимний период температура в этом слое формируется за счет тепловой инерции массива, накопленной летом и воздействия низких температур окружающего воздуха. При этом, отрицательная температура поверхностного слоя развода в условиях его обнажения хотя и выше в среднем на 10-14 °C температуры окружающего воздуха, но совпадает с ней по знаку, что замедляет процесс смерзания взорванного массива (рис. 7, б).

Таким образом, в эти периоды во взорванном многолетнемерзлом массиве происходят различные по своей физической природе процессы промерзания-протаивания, обуславливающие интенсивность смерзания и эффективность экскавации горных пород.

В связи с этим, время цикла драглайна для этих периодов предложено определять по отдельным эмпирическим зависимостям.

Весна-лето:

$$T_u = e^{0,34 - 0,044 T_{\text{п}} + 9,58 \cdot 10^{-4} T_{\text{п}}^2} \text{ мин.}$$

$$\text{Осень-зима: } T_u = 0,63e^{-0,03T_{\text{п}}} \text{ мин.}$$

где T_p — температура пород в забое, град.

Экспериментальные данные по взаимосвязи производительности экскаватора от температуры поверхности слоя горных пород последовательно обнажаемого забоя послужили основой для построения математической модели и пакета программ расчета параметров бестранспортной технологии внутреннего отвалообразования, которая позволяет обосновать требуемую производительность экскаватора и оптимальную длину разрабатываемого блока с учетом фактора вторичного смерзания в разные климатические периоды производства вскрышных работ. Натурными исследованиями установлены особенности теплового режима в развале взорванных многолетнемерзлых горных пород в периоды весна-лето, осень-зима, при последовательном обнажении забоя.

Величину сменного подвигания забоя драглайна рекомендуется определять на основе установленной взаимосвязи между временем цикла драглайна и температурой пород в забое по формуле:

$$L = \frac{60T_{cm}EK_{hk}K_{ic}}{T_U BhK_P^2(1-K_c)(1+K_{\Pi})}, \text{м/смену},$$

где T_{cm} — время смены, час; E — ёмкость ковша, м^3 ; K_{hk} — коэффициент наполнения ковша; K_{ic} — коэффициент использования экскаватора во времени; B — ширина экскаваторной заходки, м; h — высота вскрытого уступа, м; K_p , K_c , K_{Π} — коэффициенты разрыхления, сброса и переэкскавации соответственно.

В качестве примера, в табл. 1 представлены параметры экскаваторных блоков по фактору смерзания для условий разреза Кангаласский XK «Якутуголь», полученные с использованием разработанной программы расчета параметров бестранспортной технологии внутреннего отвалообразования.

Полученные результаты исследований позволяют обосновать рациональные параметры бестранспортной системы разработки смерзающихся вскрышных пород в различные периоды года на месторождениях криолитозоны. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Панишев Сергей Викторович — кандидат технических наук, старший научный сотрудник, s.v.panishev@igds.ysn.ru,

Ермаков Сергей Александрович — кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией, s.a.ermakov@igds.ysn.ru,

Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского Сибирского отделения РАН.

