

УДК 622.235:622.271.001.5

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСЧЁТНЫХ И ФАКТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАЗВАЛА ВЗОРВАННЫХ ПОРОД ПРИ БЕСТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Стукан А.В.¹, студент гр. ФПа-251, I курс

Научный руководитель: Тюленев М.А.¹, к.т.н., доцент

¹Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева,
г. Кемерово

Бестранспортная технология при реализации её теоретической модели является наиболее экономичным способом разработки горизонтальных и полых угольных месторождений, обеспечивая снижение трудоемкости вскрышных работ в 3,8 раза и затраты на 1 м³ вскрыши в 2,5-3 раза ниже, чем при транспортной технологии [1]. Вскрышные породы при таком способе разработки перемещаются экскаваторами-драглайнами непосредственно во внутренние отвалы, минуя транспортные операции.

Качество взрывной подготовки горной массы при бестранспортной технологии приобретает особое значение, поскольку параметры развала – его ширина, высота, форма поперечного сечения – влияют на коэффициент переэкскавации и коэффициент сброса.

В технической литературе накоплен значительный объём методик прогнозирования параметров развала [2]. Однако большинство из них направлены на определение высоты и ширины развала для обеспечения безопасных условий ведения горных работ, эффективной работы выемочно-погрузочного оборудования и сокращения простоев по переносу транспортных путей, ЛЭП и прочих коммуникаций, но не учитывают специфики бестранспортной технологии, где критическое значение имеет форма развала.

Наиболее точные методы определения параметров развала применительно к условиям бестранспортной технологии, основанные на экспериментальных исследованиях в условиях разрезов Кузбасса, представлены в трудах Репина Н.Я., Ташкинова А.С., Сысоева А.А. [3-6]. Данные работы заложили фундамент современных представлений о формировании развала и до сих пор являются основой для инженерных расчетов. Однако принципиально важно отметить, что эти исследования проводились более полувека назад. За прошедший период произошли существенные изменения в технологии буровзрывных работ - применение новых типов взрывчатых веществ (ВВ), современных средств инициирования, высокоточного бурового оборудования. В этой связи возникает объективная необходимость верификации классических расчётных зависимостей применительно к современным горнотехническим условиям.

Для проверки применимости классических методик была выполнена серия натурных экспериментов на геологических участках Сибиргинский-7 и Сибиргинский-8 разреза «Красногорский» (ПАО «Южный Кузбасс»). Исходные параметры взрыва фиксировались в проекте массового взрыва блока скважин. После взрыва маркшейдерской службой разреза производилась инструментальная съемка развала. Параллельно по формулам рассчитывались теоретические значения параметров развала для данных условий. Сравнение расчетных и фактических данных выполнялось путем наложения профилей (рис. 1). Для количественной оценки между расчётными и фактическими параметрами развала вычислялись абсолютная (Δ) и относительная (δ) погрешности. Результаты расчётов сведены в таблицу 1.

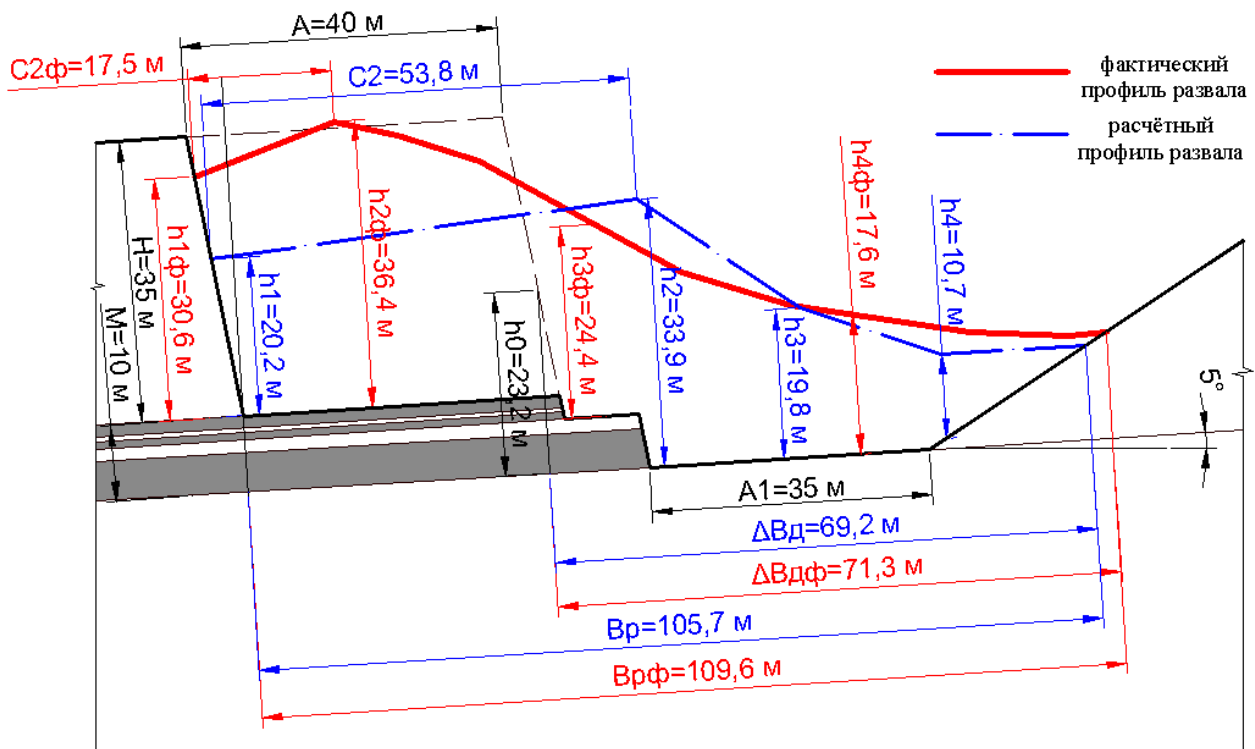


Рис. 1. Сравнение фактического и расчётного профилей развала на поперечном сечении взорванного блока № 230815-к05-01

Таблица 1

Наименование параметра	Обозначение	№230815-к05-01 (поперечное сечение)				
		значение		погрешность		отн. отклонение
		расч.	факт	абс. Δ	отн. δ	
Дальность взрывного перемещения, м	ΔB	69,2	71,3	2,1	2,9%	-2,9%
Ширина развала, м	B_p	105,7	109,6	3,9	3,6%	-3,6%

Наименование параметра	Обозначение	№230815-к05-01 (поперечное сечение)				
		значение		погрешность		отн. отклонение
		расч.	факт	абс. Δ	отн.δ	
Смещение пика развала относительно последнего ряда скважин, м	C2	53,8	17,5	36,3	207,4%	207,4%
Высота развала, м	h1	20,2	30,6	10,4	34,0%	-34,0%
	h2	33,9	36,4	2,5	6,9%	-6,9%
	h3	19,8	24,4	4,6	18,9%	-18,9%
	h4	10,7	17,6	6,9	39,2%	-39,2%
(ΔВ+А-С2)/3, м	-	18,5	31,7	13,2	41,6%	-41,6%
Коэффициент разрыхления	Kp	1,33	1,31	0,02	1,5%	1,5%

В результате сравнительного анализа данных установлено, что для условий разреза «Красногорский» (блок №230815-к05-01) методика [6] обеспечивает прогноз дальности взрывного перемещения с относительной погрешностью 2,3-7,9%, ширины развала – с погрешностью 3,6-8,5%, что не выходит за рамки допустимых инженерных отклонений.

При этом относительная погрешность при вычислении параметра C_2 составила 180,9-207,4%, что свидетельствует о неприменимости рассматриваемой методики в её исходном виде. Столь значительное расхождение между расчётными и фактическими данными требует детального анализа физических предпосылок, заложенных в расчётную модель, и выявления факторов, не учтённых в ней, но оказывающих влияние на формирование развала при бестранспортной технологии. Установлено, что принципиальное значение при расчёте параметра C_2 имеют два элемента: эмпирический коэффициент 1,12 и значение проектного удельного расхода ВВ ($q_{пр}$):

$$C_2 = 1,12 \cdot q_{пр} \cdot A,$$

Согласно литературным данным [7,8,9], в период разработки рассматриваемой методики (1960-1970-е годы) для ведения взрывных работ на разрезах (в том числе Кузбасса) применялись тротилсодержащие ВВ, энергетические характеристики которых были выше, чем у современных бестропиловых ВВ (гранулиты и эмульсии на основе аммиачной селитры).

Сопоставление коэффициентов разрыхления, определённых различными методами, также выявило их существенное различие. Расчётные значения на разных сечениях (1,32-1,36) и значение, определённое в целом по блоку на

основе маркшейдерского замера (1,31), практически совпадают, что свидетельствует о корректности объёмных расчётов. В то же время значения, полученные графоаналитическим способом (отношение площади профиля развала к площади блока до взрыва на поперечном сечении), значительно выше: для модели – 1,47, фактический – 1,78. Выявленное расхождение объясняется двумя основными факторами. Во-первых, коэффициент разрыхления на сечении характеризует локальную деформацию массива в конкретном створе, тогда как объёмный коэффициент отражает интегральное изменение объёма всего блока. Превышение профильных значений над интегральными свидетельствуют о неравномерности параметров развала по фронту взорванного блока. Во-вторых, расхождение между расчётным (1,47) и фактическим (1,78) профильными значениями указывает на то, что использованная методика прогнозирования формы развала недооценивает степень локального разрыхления в конкретных сечениях.

Проведённое исследование позволяет сделать вывод о невозможности прямого применения классических расчётных зависимостей, предложенных Репиным Н.Я., Ташкиновым А.С., Сысоевым А.А., в современных условиях, так как эмпирический коэффициент 1,12, заложенный в формулу параметра C_2 , был получен на основании экспериментальных данных, характерных для 1960-1970-х годов, и неявно аккумулировал в себе энергетические характеристики применявшихся в тот период ВВ.

В этой связи возникает объективная необходимость пересмотра эмпирических коэффициентов, используемых в расчётных формулах, с их адаптацией к современным типам ВВ и фактическим значениям удельного расхода, применяемым в условиях бестранспортной разработки на разрезах Кузбасса.

Список литературы:

1. Теория и практика открытых разработок/Н. В. Мельников, Э. И. Реентович, Б. А. Симкин и др. 2-е изд., перераб. и доп. М., Недра, 1979. 636 с.
2. Копылов, С. В. Схемы и модели развала отбитой породы на карьерах / С. В. Копылов, Н. Н. Казаков // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2007. – № S5. – С. 41-46. – EDN MUPAFR.
3. Репин Н. Я. Исследование процессов взрывной подготовки и экскавации вскрышных пород угольных разрезов. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, Кемерово, 1971.
4. Ташкинов А. С. Исследование влияния качества взрывной подготовки пород на эффективность их бестранспортной разработки с использованием драглайнов (применительно к условиям Кузбасса). Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Кемерово, 1971.
5. Сысоев А. А. Теоретическое и экспериментальное исследование взрывного перемещения скальных горных пород в условиях угольных разрезов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Кемерово, 1976.

6. Кузнецов, В. И. Повышение эффективности взрывных работ на разрезах Кузбасса / В. И. Кузнецов, А. С. Ташкинов, А. В. Бирюков, В. М. Мазаев. – Кемерово: Кемеровское кн. изд-во, 1989. – 168 с.
7. Репин Н. Я. Подготовка и экскавация вскрышных пород угольных разрезов. М., «Недра», 1978. 256 с.
8. Потапов М.И. Исследование и выбор рациональных параметров буровзрывных работ на угольных карьерах южного Кузбасса. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Кемерово, 1967.
9. Кутузов Б. Н. История горного и взрывного дела: Учебник для вузов. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, издательство «Горная книга», 2008. – 414 с.