УДК 622.235

Н.Н.КАЗАКОВ
Институт проблем комплексного освоения недр РАН,
Москва, Россия

ПРОГРАММА РАСЧЕТА РАЗВАЛА ПОРОДЫ ПРИ ОТБОЙКЕ РУДЫ ДВУХУСТУПНЫМИ БЛОКАМИ

В статье приведены некоторые положения алгоритма комплексов компьютерных программ «Развал – Каскад 1» и «Развал – Каскад 2», описаны примеры расчета развалов, дано их графическое изображение.

In clause some positions of algorithm of complexes of computer programs «Disorder – cascade 1» and «Disorder – cascade 2» are stated. Examples of calculation of disorders are resulted and described. Graphic representations of disorders are displayed the monitor and printed.

Разрабатываемая в ИПКОН РАН технология крупномасштабной отбойки руды двух и более уступными блоками позволяет при проведении массового взрыва на карьере сократить количество взрываемых блоков до 2-3. Объем взрываемого ВВ на блоке возрастает в 5-7 раз в сравнении с широко принятыми в настоящее время взрываемыми блоками на крупных карьерах. По этой технологии на смежных по высоте участках уступов карьера, объединенных в один блок, бурят по трапециевидным площадям, заряжают и взрывают одновременно на двух уступах вертикальные и наклонные скважины обычной глубины и глубокие скважины.

Наличие глубоких скважин и существенное увеличение массы взрываемого ВВ на блоке изменит форму и параметры развала, прогноз которых должен осуществляться на стадии проектирования буровзрывных работ на блоке.

В ИПКОН РАН разработан комплекс компьютерных программ «Развал» для расчета формы и параметров развала отбитой взрывом горной массы на одноуступных блоках. С использованием этих программ разработано два комплекса программ: «Развал – Каскад 1» и «Развал – Каскад 2», позволяющие рассчитать форму и параметры развала по разным его поперечным сечениям при взрывании двухуступных блоков.

На рис.1 представлена схема поперечного сечения двухуступного блока, обуренного двенадцатью рядами скважин. Четыре ряда скважин обычной глубины пробурены на нижнем уступе. Четыре ряда глубоких скважин пробурены с верхней площадки верхнего уступа до подошвы (плюс перебур) нижнего уступа. Четыре ряда скважин обычной глубины пробурены на верхнем уступе.

При адаптации комплекса программ «Развал» к новым условиям во все программы введены дополнительные начальные условия: число рядов скважин на нижнем уступе; число рядов глубоких скважин; число рядов скважин обычной глубины на верхнем уступе; высоты верхнего и нижнего уступов.

По центральной части развала расчеты во всех программах комплекса «Развал Каскад 1» выполняются в три этапа. На первом этапе проводится расчет для скважинных зарядов нижнего уступа, на втором этапе – для зарядов в глубоких скважинах, на третьем – для зарядов верхнего уступа, размещенных в скважинах обычной глубины. Этапы выделяются с помощью счетчика строк m.

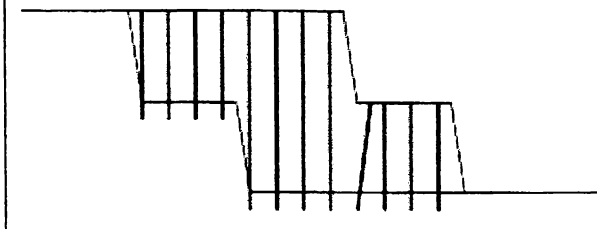


Рис.1. Схема обуривания двухуступного блока

На первом этапе

$$0 < m < n_1 n_{ст} n_{c1},$$

где n_1 число рядов скважин на нижнем уступе; $n_{ст}$ число расчетных столбиков около каждой скважины; n_{c1} число расчетных строк в каждом расчетном столбце на нижнем уступе.

На втором этапе

$$n_1 n_{ст} n_c < m < (n_1 n_{ст} n_{c1} + n_{12} n_{ст} n_{c12}),$$

где n_{12} число рядов глубоких скважин; n_{c12} – число расчетных строк в каждом расчетном столбце для глубокой скважины.

На третьем этапе

$$(n_1 n_{ст} n_{c1} + n_{12} n_{ст} n_{c12}) < m <$$

$$< (n_1 n_{ст} n_{c1} + n_{12} n_{ст} n_{c12} + n_2 n_{ст} n_{c2}),$$

где n_2 – число рядов скважин обычной глубины на верхнем уступе; n_{c2} – число расчетных строк в каждом расчетном столбце на верхнем уступе для скважин обычной глубины.

Для определения координаты X характерных точек на обуренных уступах и на будущей подстилающей поверхности ипользуются следующие зависимости:

$$X_{11} = OT + n_{12} b;$$

$$X_{12} = OT + n_{12} b - H_2 \cos\alpha / \sin\alpha;$$

$$X_{21} = OT;$$

$$X_{22} = OT - H_2 \cos\alpha / \sin\alpha;$$

$$X_{112} = OT + (n_1 + n_{12} + n_2) b;$$

$$X_{122} = OT + (n_1 + n_{12} + n_2) b - H_1 \cos\alpha / \sin\alpha;$$

$$X_{212} = OT + (n_{12} + n_2) b;$$

$$X_{222} = OT + (n_{12} + n_2) b - H_1 \cos\alpha / \sin\alpha,$$

где OT отступ, ширина площадки для размещения обратного выброса породы; b – расстояние между рядами скважин; α – угол откоса рабочего уступа карьера.

На флангах развала расчеты во всех программах комплекса «Развал – Каскад 2» выполняются в два этапа. Средний (второй) этап исключается из расчетов. В расчет вводятся зависимости, учитывающие имеющиеся разрывы между обуренными рядами скважинами на нижнем и верхнем уступах и наличие недобуренных рядов скважин на верхнем уступе.

На рис.2, *а* представлен поперечный разрез развала породы по центру блока, рассчитанный с использованием комплекса программ «Развал – Каскад 1» для следующих условий взрывания: высота верхнего и нижнего уступов 15 м; на нижнем уступе пробурено 10 рядов скважин, шесть рядов глубоких скважин; в тыльной части верхнего уступа пробурено шесть рядов скважин обычной глубины. Верхней ломаной линией представлен контур уступов во время бурения скважин, нижней ломаной линией контур подстилающей развал поверхности, образующийся после взрыва. Отбитая порода выброшена взрывом за пределы откоса нижнего уступа на 35 м. Высота развала в отдельных местах незначительно превышает отметку в 30 м.

На рис.2, *б* представлен поперечный разрез развала породы по центру блока, рассчитанный с использованием комплекса программ «Развал» для следующих условий взрывания: высота уступа 15 м; пробурено и взорвано четыре ряда скважин. Такая схема обуривания и взрывания наиболее часто применяется на карьерах. При сравнении рис.2, *а* и *б* заметно существенное изменение объема отбиваемой горной массы за один взрыв на блоке. При четырехрядном взрывании скважинных зарядов отбитая горная масса выбрасывается взрывом за пределы откоса уступа на 35 м. Высота развала в отдельных местах незначительно превышает отметку в 10 м.

На рис.2, *в* представлен разрез развала породы по флангу двухуступного блока, рассчитанный с использованием комплекса программ «Развал – Каскад 2». Из-за трапециевидной площади обуривания в этом фланговом сечении пробурено два ряда скважин на нижнем уступе и восемь рядов скважин на верхнем. Верхняя ломаная линия контур уступов во время бурения, нижняя ломаная

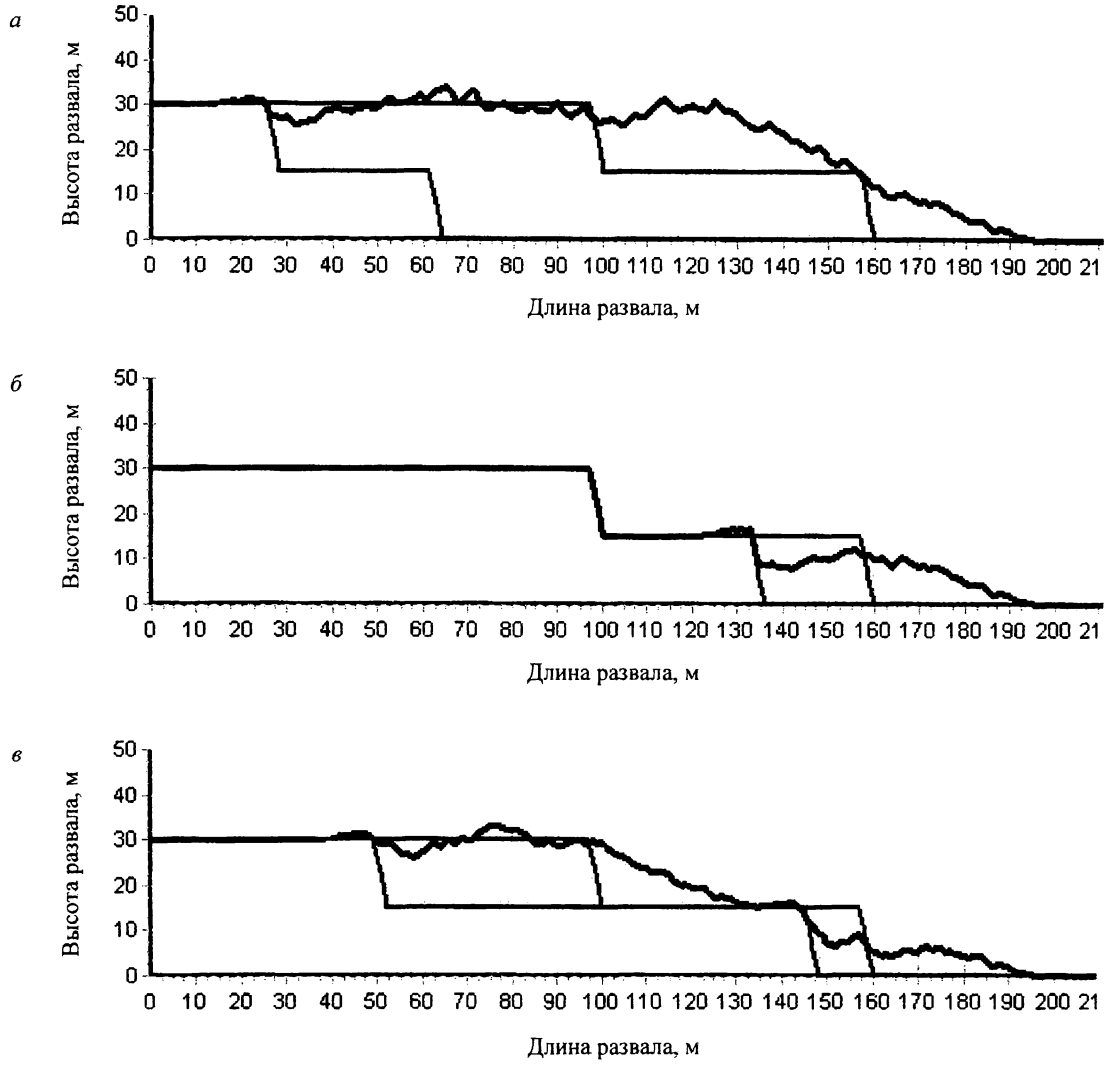


Рис.2. Развал породы по центру блоков (*а*, *б*) и по флангу двухуступного блока (*в*)

линия контур подстилающей развал поверхности. Взрывом в этом сечении сформированы два разделенных в пространстве развала: на нижнем и верхнем уступах. На верхнем уступе высота развала в отдельных местах незначительно превышает отметку в 15 м. Порода выброшена взрывом за пределы откоса верхнего и нижнего уступов на 35 м. Высота развала на нижнем уступе в основной части не превышает отметку в 7 м и только под вновь образованным уступом приближается к отметке в 10 м.

Разработанные в ИПКОН РАН комплексы компьютерных программ «Развал – Каскад 1» и «Развал – Каскад 2» позволяют рассчитать параметры развала в любом его поперечном сечении и в графическом виде изобразить на экране монитора форму развала при отбойке руды двухуступными блоками.