

## ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

**УДК 622.271.4**

**Е.В. Курехин**

### **ВЫЕМКА МАЛОМОЩНЫХ ПЛАСТОВ ГИДРАВЛИЧЕСКИМИ ЭКСКАВАТОРАМИ ЗАРУБЕЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

В Кузбассе за последнее десятилетие при открытом способе разработки угольных месторождений внедряется высоко-производительная техника зарубежного производства. Её внедрение напрямую связано с разработкой угленасыщенных зон карьерных полей разрезов. Дело в том, что угленасыщенные зоны представлены свитами (до 2-10) угольных пластов, часто залегание которых осложнено пликативными и дизьюктивными нарушениями.

В общем объёме горной массы угленасыщенные зоны составляет 72-84 % на месторождениях центра Кузбасса и около 70 % на месторождениях севера и юга бассейна.

Вся сложность их разработки заключается в раздельной выемки угля и породы, при наличии пластов угля различной мощности от 1-2 до 30-40 м в одной свите [1].

Свиты, в основном, представлены пластами маломощными и средней мощности. Более 80 % всех запасов угля сосредоточены в пластах мощностью до 10 м. В маломощных пластах, мощность которых не превышает 3-5 м, сосредоточено 40-50 % всех запасов угля.

Согласно исследованиям КФ НИИОГР [1] наиболее адаптированными для ведения добывочных работ в рассматриваемых условиях являются обратные гидравлические лопаты. При их применении уровень потерь угля при выемке пластов малой и средней мощности минимальный. По этой причине наибольшее применение при

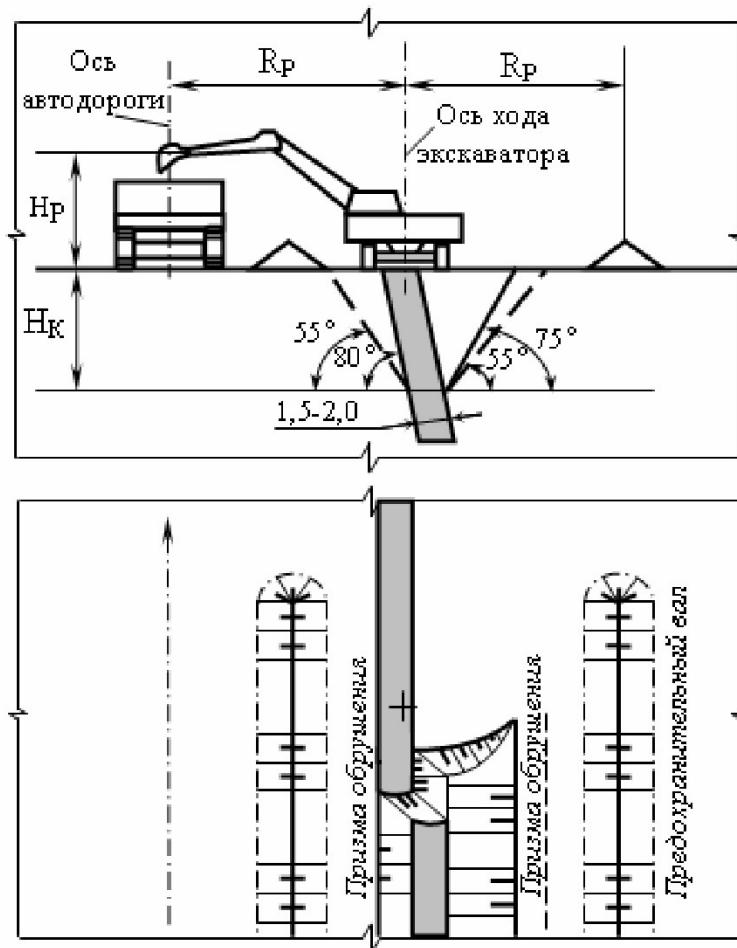
разработке сложноструктурных залежей нашли обратные гидравлические лопаты, позволяющие раздельно вынимать в угленасыщенной зоне вскрытую породу и полезное ископаемое.

В настоящее время на разрезах бассейна рабочий парк гидравлических экскаваторов зарубежного производства представлен моделями: Caterpillar, Liebherr, Volvo и Terex

имеющие вместимость ковша от 1,5 до 20 м<sup>3</sup>, причём с вместимостью ковша до 5 м<sup>3</sup> - более 10 единиц, а эксплуатационная производительность при разработке взорванных пород достигает 100-900 м<sup>3</sup>/час.

С появлением гидравлических экскаваторов появилась возможность разрабатывать угольные пласты мощностью от 1 м и более.

Эта задача является акту-



*Рис.1. Технологическая схема отработки маломощного пласта обратной гидравлической лопатой*

альной для разрезов Кузбасса. Техническая возможность их выемки обратными гидравлическими лопатами с вместимостью ковша 1,5-7,0 м<sup>3</sup> показана на рис. 1.

Согласно этой схеме отработка сложного породоугольного забоя производится с попаременной выемкой сначала породы, а затем угля. Экскаватор располагается на породном массиве на фланге проходимой траншеи и поэтому устойчивость откоса забоя достаточна и экскаватор может работать с максимальной глубиной копания.

При установке экскаватора на откосе породного уступа (породной или угольной насыпи) глубина черпания будет меньше максимальной, поскольку необходим учет устойчивости откоса.

В этом случае для конкретной модели экскаватора в инженерных расчётах предлагается более простой графический метод определения рабочей глубины черпания, чем довольно сложный аналитический предложенный в работе [1].

Схема предложенного графического метода показана на рис. 2.

На схеме приняты следующие обозначения:  $H_{Ч.B.max}$  – максимальная высота верхнего черпания, м;  $R_{Ч}$  (при  $H_{Ч.B.max}$ ) – радиус черпания при максимальной высоте черпания, м;  $R_{Ч,max}$  – максимальный радиус черпания на уровне оси пятныши (параметр  $h_{ПС}$ ), м;  $R_{Ч,y}$  – радиус черпания на уровне стояния экскаватора, м;  $H_{Ч,max}$  – максимальная паспортная глубина черпания, м;  $R_{Ч2}$  – радиус черпания при максимальной глубине черпания (пересечение луча, проведенного из т.О под углом 60° к горизонту, с траекторией движения режущей кромки зубьев ковша в т.2 [1]), м;  $l_{ПС}$  – положение оси пятныши относительно оси вращения экскаватора, м;  $B_0$  – положение оси вращения экскаватора относитель-

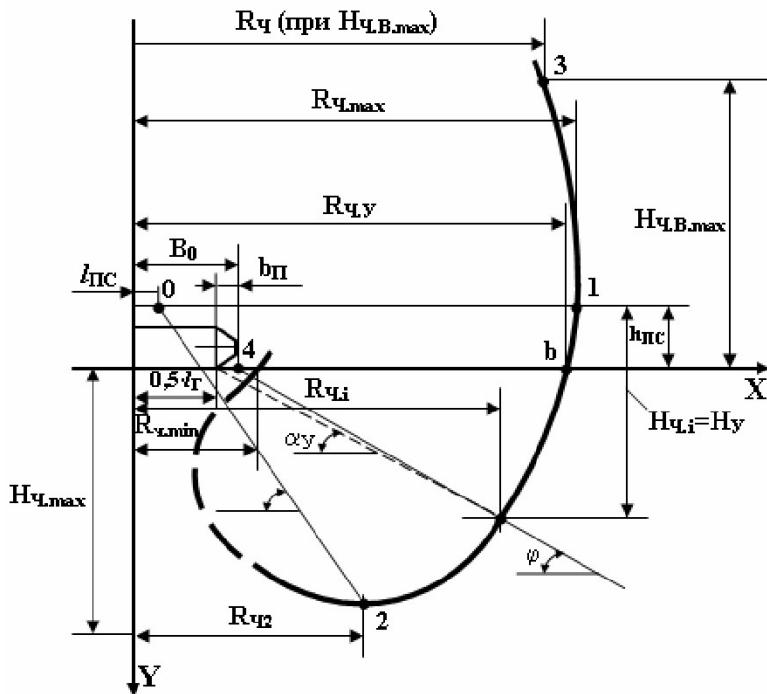


Рис. 2. Схема к определению технической высоты нижнего уступа при работе обратной гидролопаты

но верхней бровки откоса уступа (т. 4), м;  $b_{ПС}$  – ширина призмы возможного обрушения, м;  $R_{Ч,min}$  – минимальный радиус черпания на горизонте установки экскаватора, м;  $\Phi$  – рабочий угол откоса уступа, град;  $\alpha_y$  – устойчивый угол откоса уступа, град;  $H_{Ч,i}$  ( $H_y$ ) – рабочая глубина черпания экскаватора (высота подуступа), м;  $R_{Ч,i}$  – необходимый радиус копания при высоте подуступа ( $H_y$ ), м.

По предлагаемой схеме по т. 3-1-б-2 строится рабочий участок траектории движения зубьев ковша.

Затем от верхней бровки откоса уступа (т.4) проводится линия его откоса под углом  $\phi$ .

Точка пересечения этой линии  $i$  с траекторией движения режущей кромки зубьев ковша определит рабочую глубину черпания ( $H_{Ч}$ ) или, высоту что тоже самое нижнего подуступа ( $H_y$ ).

Опыт работы ряда разрезов центрального Кузбасса показал, что выемка маломощных пластов обратными гидравличес-

скими лопатами экономически оправдана.

Для планирования ведения горных работ (месячного, квартального, годового) необходимо достаточно точно прогнозировать производительность обратной гидравлической лопаты.

С этой целью на разрезах Кузбасса проведены экспериментальные наблюдения за работой экскаваторов Caterpillar ( $E=1,5$  м<sup>3</sup>), Volvo ( $E=2,5$  м<sup>3</sup>), Liebherr ( $E=8,0$  м<sup>3</sup>), Terex ( $E=10,7$  м<sup>3</sup>), где  $E$  – вместимость ковша экскаватора, м<sup>3</sup>.

Разрабатываемые развалы породы представлены песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Высота уступа составляла 3-5 м. Экскаваторы располагались на верхней площадке уступа, работали нижним черпанием, разгрузка породы производилась в автосамосвалы, установленные ниже уровня стояния.

Одновременно с хронометрированием времени цикла и измерением угла поворота экскаватора на разгрузку ( $\beta$ ) (использовался паспорт забоя с фиксацией конкретного места

## Продолжительность цикла, с

Продолжительность операций цикла экскаватора	Экспериментальные данные	Расчёты*
черпание породы в забое, $t_Q$	6,1-6,3	6,2
поворот экскаватора на разгрузку, $t_{П.Р}$	4,0-7,5	7,4
разгрузка породы, $t_P$	3,0-5,0	3,0
поворот экскаватора обратно в забой, $t_{П.З}$	4,0-7,5	7,5
цикл экскаватора, $T_Q$	17,2-26,3	24,1

\*Расчёты произведены при угле поворота экскаватора на разгрузку  $\beta=90^\circ$ , а экспериментальные данные соответствуют  $\beta=45-120^\circ$ .

установки автосамосвала) осуществлялось измерением планометрическим методом среднего диаметра куска породы в развале  $d_{CP}$  [2].

Как известно продолжительность цикла ( $T_Q$ ) экскаватора равна, с,

$$T_Q = t_Q + t_{П.Р} + t_{П.З} + t_P, \quad (1)$$

где  $t_Q$  – продолжительность черпания, с;  $t_{П.Р}$  – продолжительность поворота экскаватора на разгрузку, с;  $t_{П.З}$  – продолжительность поворота экскаватора от точки разгрузки в забой, с;  $t_P$  – продолжительность разгрузки, с.

Установлена взаимосвязь между временем черпания ( $t_Q$ ), с учётом среднего диаметра куска взорванной породы ( $d_{CP}$ ), и вместимостью ковша экскаватора ( $E$ ), с,

$$t_Q = 4,0 \cdot d_{CP}^{0,57} + 1,7 \cdot E^{0,24} \quad (2)$$

По замерам продолжительность поворота ( $t_{П.Р}$ ) экскаватора на разгрузку равна продолжительности поворота в забой, т.е  $t_{П.Р}=t_{П.З}$ .

Время поворота на разгрузку равно:

$$t_{П.Р} = 0,115 \cdot \beta^{0,84} \cdot E^{0,15} \quad (3)$$

Время разгрузки ковша ( $t_P$ ) на основе данных хронометражных наблюдений составляет 3-5 с.

Тогда формула времени цикла обратных гидравлических лопат примет вид (1), с:

$$T_Q = 4,0 \cdot d_{CP}^{0,57} + 1,7 \cdot E^{0,24} + 2 \cdot [0,115 \cdot \beta^{0,84} \cdot E^{0,15}] + t_P \quad (4)$$

где  $d_{CP}$  – средней диаметр куска взорванной породы, м;  $E$  – вместимость ковша экскаватора, м<sup>3</sup>;  $\beta$  – угол поворота экскаватора на разгрузку, град.

В таблице дано сравнение

результатов экспериментальных наблюдений и полученных расчётом по формулам (1-4).

Как видно из таблицы, расчёты значения близки экспериментальным, что говорит о достоверности предлагаемого метода.

Приведенные в работе материалы могут быть использованы при проектировании и планировании горных работ на сложноструктурных угольных месторождениях Кузбасса с применением зарубежных обратных гидравлических лопат с вместимостью ковша 1,5-10 м<sup>3</sup>.

Внедрение новой техники позволит повысить полноту выемки угольных пластов на действующих и новых угольных месторождениях Кузбасса.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Томаков, П.И. Гидравлические обратные лопаты для разработки сложноструктурных месторождений Кузбасса / П.И. Томаков, А.С.Ненашев, Б.Н. Рыбаков // М.: Обзор ЦНИЭУ. – 1984. – 49 с.
2. Кутузов, Б.Н. Лабораторные и практические работы по разрушению горных пород взрывом. Учеб. пособие для вузов / Б.Н. Кутузов, В.И.Комащенко, В.Ф. Носков, А.А. Бобрышев, Г.М. Крюков, В.П. Тарасенко, С.Б. Габдрахманов, М.Г. Горбонос // М., Недра, 1981. – 255 с.

□ Авторы статьи:

Курехин

Евгений Владимирович  
– канд. техн. наук, доц. каф. открытых горных работ КузГТУ,  
[kev.ormpi@kuzstu.ru](mailto:kev.ormpi@kuzstu.ru)