

УДК 622.273.

О.И Литвин, А.С.Никифорова

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАБОТКИ ХРОНОМЕТРАЖНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ОБРАТНЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЛОПАТ

Обратные гидравлические экскаваторы при производстве вскрышных работ на разрезах являются относительно новым видом выемочного оборудования, которое требует адаптации в части обоснования параметров буро-взрывных работ и параметров технологических схем разработки вскрышных пород. Решение этих задач возможно на основе детального исследования производительности экскаваторов в зависимости от совокупности основных горнотехнических факторов, которая, в свою очередь, в значительной степени определяется продолжительностью технологического цикла.

В настоящей статье рассматриваются результаты обработки хронометражных наблюдений за процессом экскавации горной массы при использовании экскаваторов Liebherr-984C, 994, 9350, Terex RH-200 с геометрической емкостью ковша от 5 до 21 м³. При этом проанализировано и обработано более 200 наблюдений (циклов) при работе экскаваторов в различных горнотехнических условиях.

Общая продолжительность технологического цикла экскаватора включает в себя продолжительность следующих составляющих операций:

- разгрузка ковша;
- поворот и опускание ковша от кузова автосамосвала до места наполнения ковша в забое отрабатываемого слоя;
- наполнение ковша;
- поворот и подъем ковша на уровень разгрузки.

Продолжительность операции разгрузки ковша возможно замерить с точностью 1 с. Кроме того, во многих случаях она пересекается с операцией поворота ковша примерно на 0,5 с. Поскольку такие отклонения незначительно влияют на производительность экскаватора продолжительность разгрузки ковша формализовалась по средним значениям всей серии наблюдений в зависимости от геометрической емкости ковша. По данным хронометражных наблюдений средняя продолжительность разгрузки с высокой степенью точности аппроксимирована зависимостью

$$t_{разгр} = 2.6\sqrt[3]{E} .$$

Поворот и опускание ковша производятся в подавляющем большинстве случаев одновременно. Продолжительность этой операции пропорциональна длине траектории ковша (рис.1) по мере его движения от кузова автосамосвала до места очередного наполнения в забое и обратно пропорциональна линейной скорости движения ковша.

Поэтому при хронометраже помимо непосредственно продолжительности этой операции фиксировались угол поворота в наблюдаемом технологическом цикле и высота подъема ковша:

$$t_{опуск} = \frac{1}{v_{опуск}} \left[\left(\frac{\pi \cdot \alpha_{пov} (R_{чy} + 2)}{360} \right)^2 + (c_1 h_{cl} + h_{ac} + 2)^2 \right]^{0.5} ,$$

где $v_{опуск}$ – скорость ковша в процессе поворота и опускания, м/с; $\alpha_{пov}$ – угол поворота экскаватора, град.; $R_{чy}$ – радиус черпания на уровне установки ковша, м; h_{cl} – мощность отрабатываемого слоя, м; c_1 – признак уровня установки автосамосвала ($c_1 = 0$ – при нижней установке, $c_1 = 1$ – при установке выше уровня стояния экскаватора); h_{ac} – высота автосамосвала на уровне козырька, м.

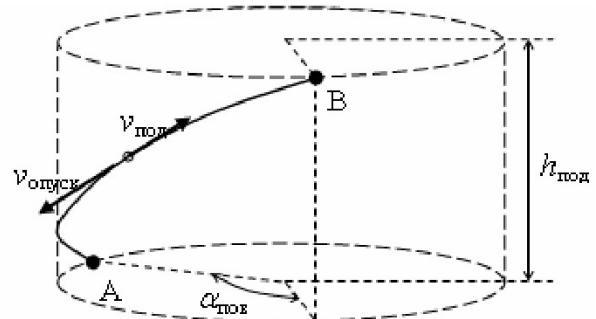


Рис.1. Схемы к расчету длины траектории движения ковша

Продолжительность подъема и поворота ковша определяются такой же зависимостью. Отличие заключается только в величине скорости движения ковша

$$t_{под} = \frac{1}{v_{под}} \left[\left(\frac{\pi \cdot \alpha_{пov} (R_{чy} - 0.84h_{cl} + 2)}{360} \right)^2 + (c_1 h_{cl} + h_{ac} + 2)^2 \right]^{0.5}$$

где $v_{под}$ – скорость движения ковша при подъеме и повороте.

Результаты обработки времени поворотных операций, представленных в зависимости от линейной скорости движения ковша при фактических значениях угла поворота и высоты подъема или опускания ковша, показаны на рис 2. Скорость движения ковша составляет 1,4...1,8 м/с.

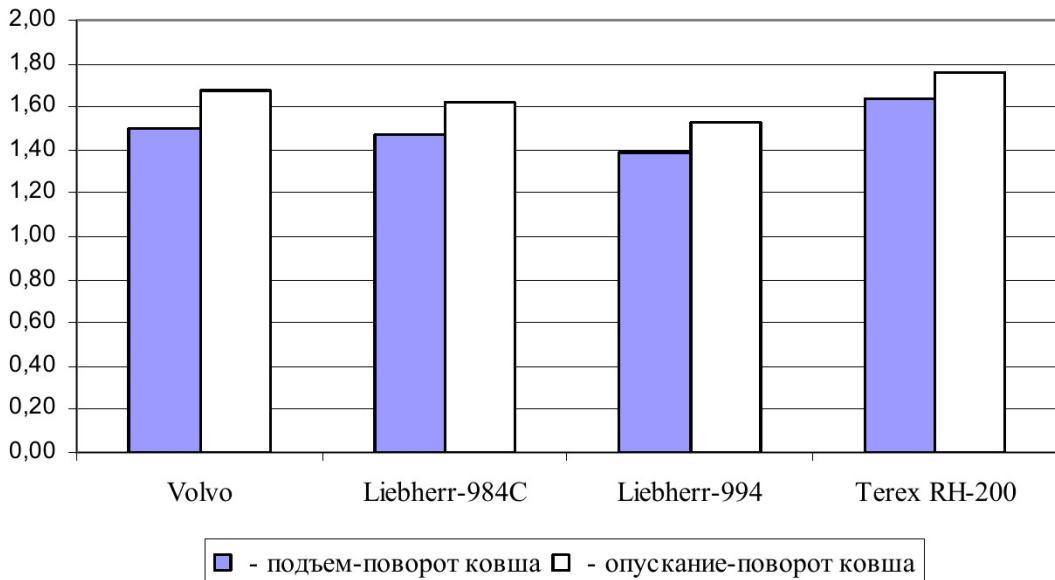


Рис. 2. Скорость движения ковша (м/с.) различных типоразмеров экскаватора

При выполнении операции опускания скорость несколько выше, чем при подъеме. Следует сказать, что значения скорости в отдельных наблюдениях имели достаточно большой разброс – среднеквадратичное отклонение для рассматриваемых типоразмеров экскаваторов составило 0,25...0,34 м/с. Это объясняется тем, что визуальную оценку угла поворота экскаватора и высоты подъема ковша невозможно сделать точно. Тем не менее, количество наблюдений (более 80) и нормальный их разброс относительно средних значений позволяют считать полученные результаты достаточно адекватными и использовать их в расчетах.

Продолжительность времени наполнения ковша при самом благоприятном качестве дробления породы составляет значения, представленные в таблице.

Продолжительность наполнения ковша:

	Геометрическая емкость ковша, м ³						
	5,2	6,0	7,5	10,3	11,0	13,8	20,6
t _{нап}	8	10	11	13	13	14	15

В технической документации на экскаваторы имеется анализ усилий на кромке ковша экскаватора в процессе его наполнения, который свидетельствует о том, что наибольшие усилия имеют

место при высоте слоя близкой к длине рукояти. Хронометраж рабочего цикла подтвердил увеличение продолжительности наполнения ковша при отклонении высоты слоя в большую или меньшую сторону по отношению к длине рукояти.

На основании этих данных продолжительность времени наполнения ковша аппроксимирована с достоверностью 0,97 зависимостью

$$t_{\text{нап}} = 4.2 \cdot E^{0,45} \left[1 + 2 \left[\left(0.25 - \frac{h_{\text{сл}} + c_1}{R_{\text{xe}}} \right)^2 \right]^{0.5} \right]$$

Записанные формулы в совокупности являются математической моделью технологического цикла обратных гидравлических лопат. Адекватность модели определяется адекватностью аппроксимации отдельных операций цикла и характеризуется, в частности, достоверностью аппроксимации операций, которая составляет не менее $R=0.89$ по всей серии наблюдений.

Разработанная модель необходима для расчета технической и других категорий производительности экскаватора с последующей оценкой значимости исходных факторов при разработке типовых технологических схем выемочных работ с использованием рассматриваемого типа карьерных экскаваторов.

□ Авторы статьи:

Литвин
Олег Иванович
– зам. директора по перспективе
ОАО УК "Кузбассразрезуголь",
тел: 8(384-2) 52-38-00

Никифорова
Анна Сергеевна
– инспектор Кузнецкого управ-
ления Госгортехнадзора РФ,
тел: 8(384-2) 64-54-23