

УДК 622.3, 004.942.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА НАПОЛНЕНИЯ КОВША ЭКСКАВАТОРА ПРЯМАЯ МЕХАНИЧЕСКАЯ ЛОПАТА ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ЭКСКАВАТОРНО-АВТОМОБИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

к.т.н., Кузнецов И.С. доцент¹, старший научный сотрудник²

Кузнецова А.В. студентка¹ гр. АРм -241

¹КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева,

²ФИЦ УУХ СО РАН

г. Кемерово

Производство подготовленных вскрышных пород на разрезах в основном осуществляется с использованием экскаваторно-автомобильных комплексов (ЭАК). Одним из основных технологических процессов при эксплуатации ЭАК является – погрузка вскрышной породы в автосамосвалы, выполняемые одноковшовым экскаватором цикличного действия.

Эффективность работы ЭАК во многом зависит от эффективности работы экскаватора с рациональными рабочими и технологическими параметрами. Одной из главных характеристик работы экскаватора, является его суточная эксплуатационная производительность, зависящая как от условий эксплуатации, параметров экскаватора так и физико-механических свойств вскрышных пород формула 1 [1,2]:

$$Q_{\text{эк}}^{\text{сум}} = \left(\left(\frac{3600 \cdot E_{\text{эк}}}{5,5 \cdot \sqrt{E_{\text{эк}}} + 0,1 \cdot \beta + \frac{2,5}{1,07 \sqrt[3]{E_{\text{эк}}}}} \cdot \frac{k_{\text{нк}} \cdot k_{m.e}}{k_{p\vartheta}} \right) \cdot T_{\text{см}} \cdot k_{\text{эк}} \right) \cdot n_{\text{см}} \quad (1)$$

где $Q_{\text{эк}}^{\text{сум}}$ - суточная эксплуатационная производительность экскаватора, м³/сут.; $k_{m.e}$ - коэффициент влияния технологии выемки (коэффициент влияния параметров забоя) ($k_{m.e} = 0,8$ - траншейный забой, $k_{m.e} = 0,9$ - торцевой забой); $E_{\text{эк}}$ - вместимость ковша экскаватора, м³; $k_{\text{нк}}$ - коэффициент наполнения ковша экскаватора; $k_{p\vartheta}$ - средний коэффициент разрыхления вскрышной породы в ковше экскаватора; $T_{\text{см}}$ - продолжительность смены, ч; $k_{\text{эк}}$ - коэффициент использования экскаватора в течении смены; $n_{\text{см}}$ - количество смен в течении суток, шт; d_{cp} - диаметр средневзвешенного по объему куска вскрышной породы, м.

С целью учёта среднего значения коэффициента наполнения ковша экскаватора по типу прямая механическая лопата в зависимости от диаметра средневзвешенного по объёму куска вскрышной породы и вместимости ковша, при цифровизации процесса проектирования работы экскаватора и ЭАК в целом, произведена аппроксимация значения коэффициента наполнения ковша в зависимости от ранее указанных параметров с использованием MS Excel.

В результате установлено, что изменением коэффициента наполнения ковша в зависимости от диаметра средневзвешенного по объёму куска вскрышной породы в развале описывается формулой:

$$k_{hk} = 1,2 - \frac{(7,542 \cdot d_{cp})^{1,958}}{E^{0,749}}, \quad (2)$$

где k_{hk} - коэффициент наполнения ковша; d_{cp} - диаметр средневзвешенного по объёму куска вскрышной породы в развале, м; E - вместимость ковша экскаватора, м³.

Оценка адекватности результата аппроксимации проводилась путём сравнения фактических данных полученные из источника [3] и данных полученные с помощь полученных уравнений. Расхождение определялось по следующей формуле и условию [4]:

$$\Delta_i = \frac{k_{hk}^\phi - k_{hk}^p}{k_{hk}^\phi} \cdot 100\%, \quad (5)$$

$$\Delta_{max} \leq 10\% \quad (6)$$

где k_{hk}^ϕ - фактическое значение коэффициента наполнения ковша; k_{hk}^p - расчётное значение коэффициента наполнения ковша; Δ_i - расхождение при i -ом значении диаметра средневзвешенного по объёму куска вскрышной породы в развале, %; Δ_{max} - максимальное расхождение.

Таблица 1 Сравнение результатов

E_{ex} = 12,5 м ³			
d_{cp}	k_{hk}^ϕ	k_{hk}^p	Δ_i
0,15	1,18	1,17	0,85%
0,25	1,16	1,12	3,45%
0,35	1,09	1,05	3,67%
0,45	1	0,96	4,00%

Продолжение таблицы 1

0,55	0,88	0,85	3,41%
0,65	0,72	0,71	1,39%
0,75	0,55	0,55	0,00%
0,85	0,38	0,37	2,63%

Аналогичные исследования были проведены для вместимостей ковшей: $E_{\text{экв}} = 80$; $E_{\text{экв}} = 50$; $E_{\text{экв}} = 40$; $E_{\text{экв}} = 35$; $E_{\text{экв}} = 20$; $E_{\text{экв}} = 15$; $E_{\text{экв}} = 10$; В результате максимальное расхождение составило $\Delta_{\max} = 5,00\%$, что не превышает допустимого значения в 10%.

Таким образом, можно утверждать, что полученная математическая зависимость адекватна и ещё можно использовать при планировании работы ЭАК.

Благодарности: Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук» проект FWEZ-2021-0002 «Разработка эффективных технологий добычи угля роботизированными горнодобывающими комплексами без постоянного присутствия людей в зонах ведения горных работ, систем управление и методов оценки технического состояния и диагностики их ресурса и обоснование обеспечения воспроизводства минерально-сырьевой базы» (рег. № AAAA-A21-121012290021-1).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Литвин, О.И. Основы горного дела (открытая геотехнология). Практикум : учеб. пособие / О. И. Литвин, М. А. Тюленев, А. А. Хорешок, С. О. Марков, Я. О. Литвин; – КузГТУ. – Кемерово, 2019. – 116 с.
- 2) Фурман, А.С. Оценка эффективности эксплуатации экскаваторно-автомобильных комплексов на технологических трассах разрезов Кузбасса: дис. ... канд. тех. наук: 05.05.06 / Фурман Андрей Сергеевич. – КузГТУ. – Кемерово, 2018. – 137 с.
- 3) Челпанова, Е.В. Открытые горные работы : учеб.-метод. пособие / Е.В. Челпанова, Е.В. Лукьянец. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2020. – 73 с.
- 4) Зиновьев, В.В. Разработка методов динамического моделирования горноподготовительных работ: дис. ... канд. тех. наук: 05.13.16, 05.15.02

/ Зиновьев Василий Валентинович. – Институт угля и углехимии СО РАН.
Кемерово, 1998. – 219 с.

5) Потапов, В.Д. Имитационное моделирование производственных процессов в горной промышленности / В.Д. Потапов, А.Д. Яризов. – М.: Высшая школа, 1981. – 189 с.