

Список литературы

1. Фисенко Г.Л. Укрепление откосов в карьерах / Г.Л. Фисенко, М.А. Ревазов, Э.Л. Галустьян. – М.: Недра, 1974. – 206 с.
2. Попов С.И., Совместное определение угла погашения и глубины открытых работ. Сб. "Горное дело". Тр. Горно-метал. Инст., Metallurgizdat, Свердловск, 1951. С 67-75.
3. Методические указания по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров. / Л.: ВНИМИ. –1972. –164 с.
4. Новожилов М.Г. Высокопроизводительные глубокие карьеры / М.Г. Новожилов, А.Ю. Дриженко, А.М. Маевский и др.. – М.: Недра, 1984. – 188 с.
5. Арсентьев А.И., Букин И.Ю., Мироненко В.А. Устойчивость бортов и осушение карьеров. Учебник для вузов. М.: Недра, 1982. – 165 с.
6. Галустьян Э.Л. Конструирование бортов глубоких карьеров с оптимальными параметрами. Проектирование открытой разработки месторождений. Сб. науч. трудов. Л.: изд ЛГИ. 1984. С –20-26.
7. Галустьян Э.Л. Управление геомеханическими процессами в карьерах – М.: Недра, – 1980. – 182 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Симоненком В.І.
Надійшла до редакції 21.12.13*

УДК 622.271

© Б.Е. Собко, А.М. Маевский, Н.В. Несвитаило, М.А. Чебанов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ШИРИНЫ ЗАХОДКИ ЭКСКАВАТОРА-ДРАГЛАЙНА ПРИ РАБОТЕ ЕГО В КОМПЛЕКСЕ С АВТОСАМОСВАЛАМИ

Приведены результаты исследований по установлению оптимальной ширины заходки экскаватора, работающего совместно с большегрузными автосамосвалами. Разработан методологический подход к определению производительности экскаватора, позволяющий в одном аналитическом выражении учесть основные факторы, влияющие на достижение ее максимальной величины.

Наведені результати досліджень по встановленню оптимальної ширини заходки экскаватора, працюючого сумісно з великовантажними автосамоскидами. Розвинутий методологічний підхід до визначення продуктивності экскаватора, дозволяє в одному аналітичному виразі врахувати основні фактори, які впливають на досягнення її максимальної величини.

The results of investigations to establish the optimum width stope excavator working together with heavy dump. Developed a methodological approach to the determination of the performance of the excavator, which allows one to take into account the analytical expression of the main factors affecting the achievement of its maximum value.

Горнотранспортные комплексы циклического действия, включающие экскаваторы-драглайны и большегрузные автосамосвалы применяют при разработке мягких вскрышных пород и, в особенности, при сложных гидрогеологических условиях, когда несущая способность пород существенно снижается. Такие комплексы оборудования в настоящее время работают на Еристовском (ПГОК) и Матроновском (ВГМК) карьерах. Основной задачей обеспечения эффективности их

работы является повышение производительности экскаваторов -драглайнов, которая в сравнении с бестранспортной схемой снижается на 10–15 %.

В теории открытой разработки месторождений вопросы определения производительности драглайнов, как выемочно-погрузочного оборудования, исследованы недостаточно.

Анализ ранее выполненных научных исследований по рассматриваемому вопросу показывает, что при установлении зависимости производительности драглайна, работающего в комплексе с автосамосвалами, от ширины его заходки не учитывается ряд факторов: угол поворота на разгрузку; место установки автосамосвала на погрузку; схема работы экскаватора в забое (верхнее или нижнее черпание) и др. Так в работе [1] приведены результаты исследования по установлению оптимальной ширины заходки экскаватора при усложненной бестранспортной системе разработки марганцеворудных месторождений. приведена зависимость производственной мощности карьера Q_k от параметров забоя драглайна (ширины заходки – A и высоты уступа – H). Область оптимальных значений A от 10–20 м до 40 м (при $H=28м$), т.е. диапазон большой. В приведенной зависимости $Q_k = f(A)$ не учитывается угол поворота экскаватора из забоя на разгрузку, который зависит от величины A . Кроме того, эта зависимость не предназначена для комплекса "драглайн + автосамосвалы", хотя такие факторы влияния на производительность драглайна как продолжительность его перешагивания при отработке смежных блоков и продолжительность заоткоски уступов должны учитываться при установлении зависимости $Q_3 = f(A)$ для рассматриваемого комплекса.

В целом, анализируя результаты исследования [1], следует отметить, что принятый критерии достижения $Q_{k.max}$, при определении оптимальной ширины заходки не дает полного и точного обоснования A_{opt} .

В работе [2] детально рассмотрен вопрос по определению оптимальной ширины заходки драглайна, работающего в комплексе с автосамосвалами. В качестве основного критерия для определения A_{opt} авторами приняты потери годовой производительности драглайна в зависимости от угла поворота драглайна, который зависит от ширины заходки, а также потерь времени на перешагивание и заоткоску уступов.

Определение A_{opt} произведено аналитически и графически, но зависимости $Q_3^{год} = f(A)$ нет. Поэтому невидна четкая взаимосвязь между годовой производительностью драглайна и шириной его заходки. Кроме того, такой методологический подход также характеризуется большим диапазоном изменения A_{opt} в области экстремума.

В развитие методологического подхода к установлению зависимости $Q_3^{год} = f(A)$ авторами данной статьи рекомендуется рассматривать годовую производительность драглайна как

$$Q_{3.ф}^{год} = f(Q_{3.т}^4; K_{у.б}; K_{у.з}), м^3/год, \quad (1)$$

где $Q_{3.ф}^{год}$ – фактическая (эксплуатационная) производительность экскаватора; $Q_{3.т}^4$ – техническая производительность экскаватора, $м^3/ч$; $K_{у.б}, K_{у.з}$ – соответственно коэффициенты использования экскаватора в течение года, учитывающие

потери времени на перешагивание его при обработке смежных блоков (t_6) и на заоткоску уступов (t_3).

Все указанные величины: $Q_{э.м}^ч$, $K_{и.б}$ и $K_{и.з}$ являются зависимыми от ширины заходки драглайна. Рассмотрим детально эти зависимости.

Годовую эксплуатационную производительность драглайна можно представить в виде

$$Q_{э.ф}^{год} = Q_{э.м}^ч \cdot T, \text{ м}^3/\text{год} \quad (2)$$

где T – годовой фонд времени работы экскаватора, ч

$$T = T_{см} \cdot n_{см} \cdot n_{р.д} \cdot K_{и}, \quad ч \quad (3)$$

где $T_{см}$ – продолжительность смены работы экскаватора, ч; $n_{см}$ – количество смен в сутки; $n_{р.д}$ – количество рабочих дней в году; $K_{и}$ – коэффициент использования экскаватора во времени в течение смены.

$$Q_{э.м}^ч = \frac{E \cdot 3600 \cdot K_n}{T_{ц} \cdot K_p}, \quad \text{м}^3/\text{ч} \quad (4)$$

где E – объем ковша экскаватора, м^3 ; K_n – коэффициент наполнения ковша экскаватора; K_p – коэффициент разрыхления породы в ковше экскаватора; $T_{ц}$ – время рабочего цикла экскаватора, с.

Время цикла складывается из отдельных операций, которые могут быть разделены на две части: независимую от ширины заходки экскаватора (t_n) и зависимую (t_n), т.е.

$$T_{ц} = t_n + 2t_n, \quad (5)$$

где t_n – время затрачиваемое на черпание, разгрузку ковша и др., с. По данным хронометражных наблюдений $t_n=19,6$ с (для ЭШ-14/50; t_n – время поворота экскаватора на разгрузку, с.

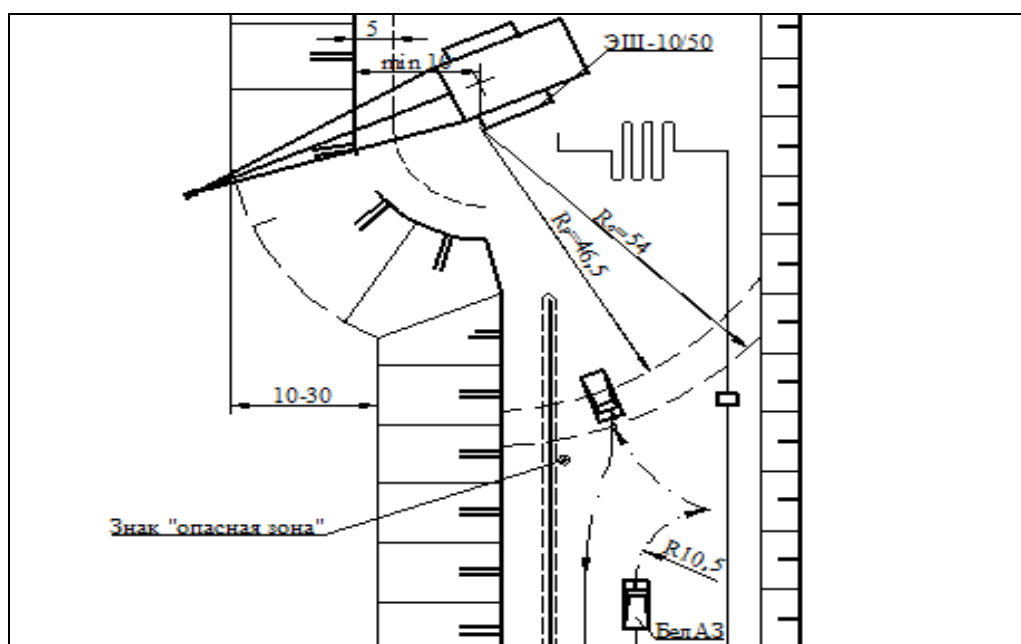


Рис. 1. Схема работы экскаватора ЭШ-10/50 при обработке добычного уступа с погрузкой в автосамосвал в условиях Мотроновского карьера (ВГМК)

Продолжительность поворота экскаватора определялась по эмпирической формуле [3]

$$t_n = \left(0,5 + \frac{2,5}{E}\right) \cdot \sqrt[3]{\frac{(103 \cdot E - 300)^{5/3} \cdot \varphi_n^2}{E}}, \text{ с} \quad (6)$$

где φ_n – угол поворота драглайна, рад.

Угол поворота определяем по формуле, исходя из схемы работы экскаватора ЭШ-10/50

$$\varphi_n = \text{arctg} \frac{0,5 \cdot A + H \cdot \text{ctg} \gamma + z}{R_q - H \cdot \text{ctg} \gamma}, \text{ град} \quad (7)$$

где A – ширина заходки, м; H – высота уступа, м; R_q – радиус черпания экскаватора, м; z – ширина призмы возможного обрушения, м; γ – угол откоса уступа, град.

По формуле (6) для экскаватора ЭШ-14/50 та ЭШ-11/70 можно получить следующую зависимость (рис. 2).

Из графика видно, что время поворота $\sum t_n$ логично увеличивается с увеличением угла поворота φ_n от $\sum t_{n.min1} = 7,0$ с, $\sum t_{n.min2} = 6,1$ с при $\varphi_n = 10^\circ$ до $\sum t_{n.max1} = 37,0$ с, $\sum t_{n.max2} = 31,8$ с при $\varphi_n = 180^\circ$.

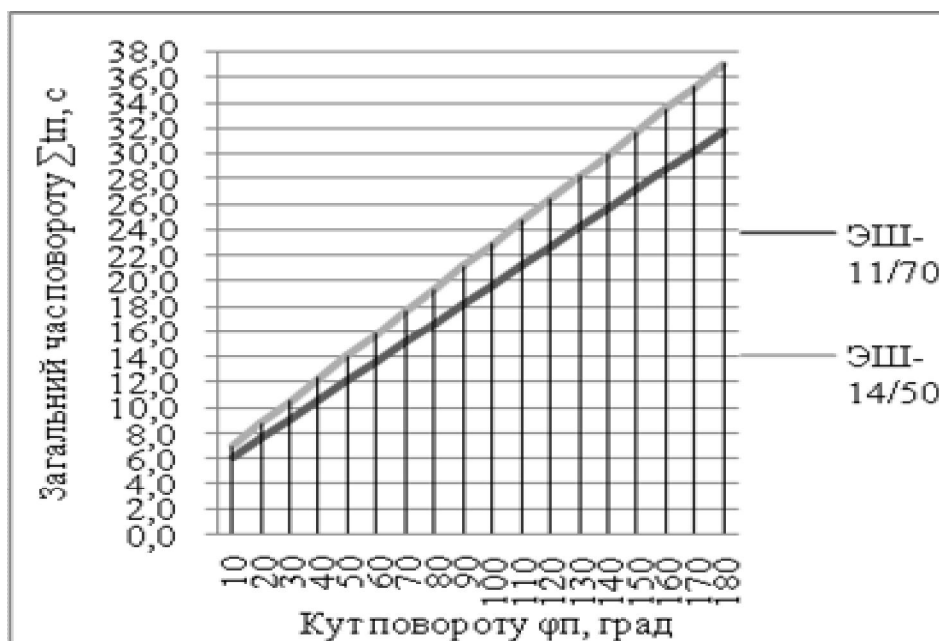


Рис. 2. Зависимость времени поворота $\sum t_n$ от угла повороту φ_n для экскаваторов ЭШ-14/50 и ЭШ-11/70 (по формуле М. Г. Домбровского)

Можно сделать вывод, что значения продолжительности поворота являются заниженными и не отвечают практическим данным, полученным с помощью хронометража.

Воспользуемся эмпирической формулой для определения времени поворота, предложенной В. В. Ржевским [3], а также построим зависимость $\sum t_n = f(\varphi_n)$ (рис. 3.).

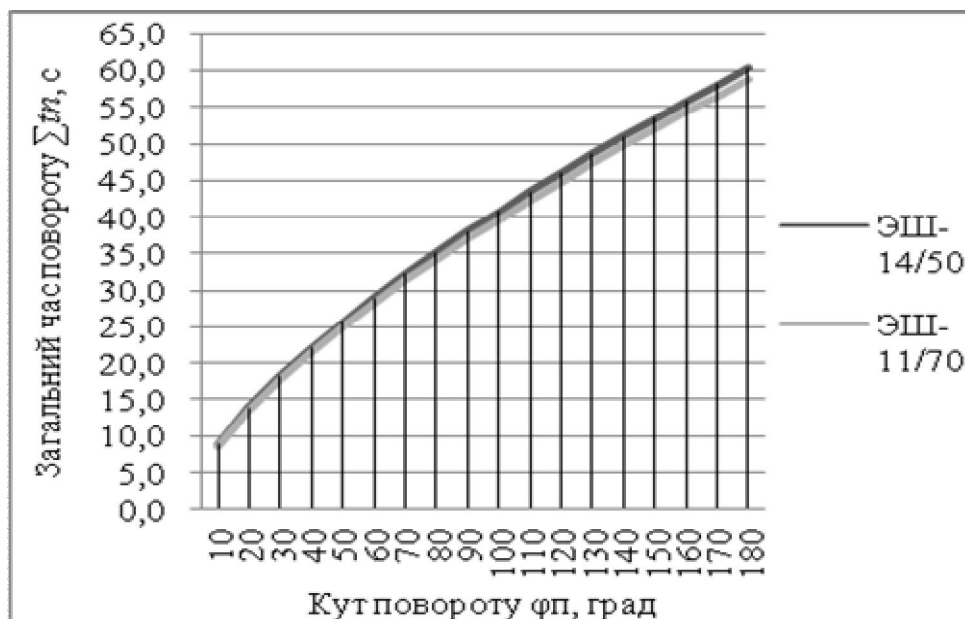


Рис. 3. Зависимость времени поворота $\sum t_n$ от угла поворота φ_n для экскаваторов ЭШ-14/50 и ЭШ-11/70 (по формуле В.В. Ржевского)

Где $Q_{э.т.}^ч$ - фактическая (эксплуатационная) часовая производительность драглайна, учитывающая потери времени на его перешагивание и выполнение заоткоски уступа, м³.

Тогда окончательное выражение для определения $Q_{э.т.}^ч$ представляется как

$$Q_{э.ф.}^ч = Q_{э.т.}^ч \cdot \left(1 - \frac{Q_{э.ф.}^ч \cdot t_б}{A \cdot H \cdot l} \right) \left(1 - \frac{Q_{э.ф.}^ч \cdot t_з}{A \cdot \sin \gamma} \right) \text{ м}^3/\text{ч} \quad (13)$$

По данному выражению выполнены расчеты для определения $Q_{э.т.}^ч$, $K_{и.б.}$ и $K_{и.з.}$, которые представлены в таблице 3 и на рис. 4.

Таблица 3

Значения $Q_{э.т.}^ч$, $K_{и.б.}$ и $K_{и.з.}$

Ширина заходки А, м	$K_{и.з.}$	$K_{и.б.}$	Часовая производительность, $Q_3^ч$ м ³ /ч
10	0,86	0,872	610
20	0,93	0,938	736
30	0,96	0,959	773
40	0,97	0,97	785
50	0,97	0,976	791
60	0,98	0,98	788
70	0,98	0,984	786
80	0,98	0,986	784

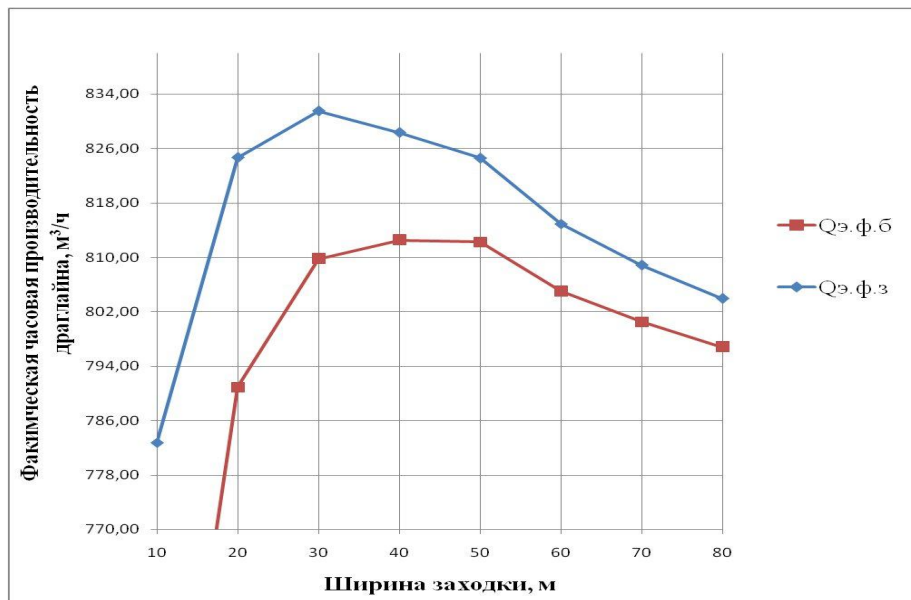


Рис. 4. График зависимостей часовой производительности драглайна по фактору перешагивания ($G_{э.ф.б}$) и ($G_{э.ф.з}$).

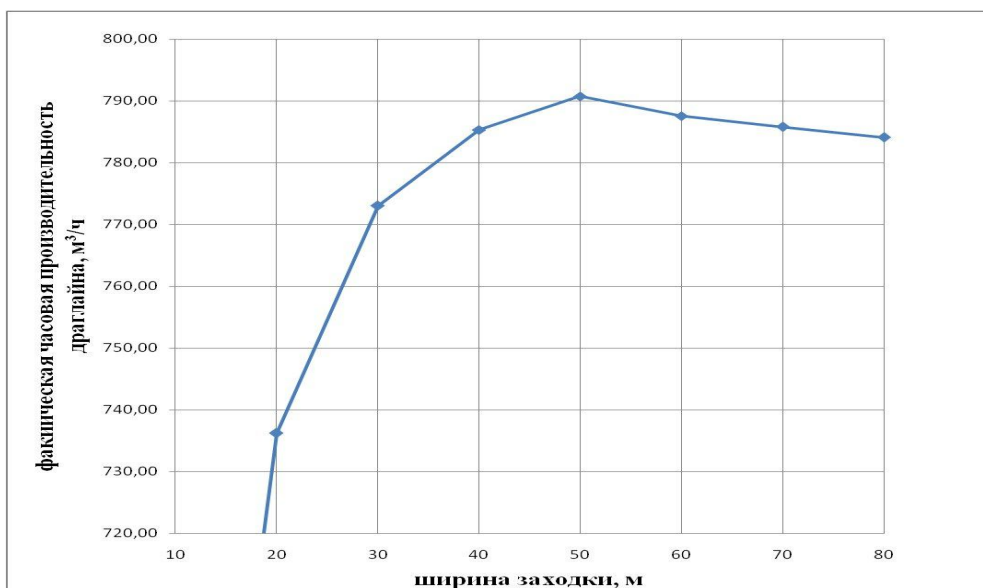


Рис. 5. График зависимости $Q_{э.ф.}^ч$ с учетом совместного влияния двух факторов

Как видно из приведенных результатов расчетов максимальная производительность драглайна достигается при зношениях $A = 40-60$ м. Учитывая то, что расчеты выполнены для экскаватора ЭШ-14/50, оптимальная ширина его заходки $A_{опт}$ составляет 50 м, что видно из графиков (рис. 4 и 5).

Таким образом, полученные результаты расчетов показывают, что зависимость $Q_{э.ф.}^ч = f(A)$ имеет область экстремума, а аналитическое выражение для определения часовой производительности драглайна (13) может использоваться и для определения его годовой производительности по формуле (12).

Выводы. На основе проведенных исследований впервые установлена аналитическая зависимость производительность экскаватора драглайна от ширины его заходки при работе в комплексе с автосамосвалами с учетом совместного влияния трех факторов:

- 1) угла поворота экскаватора на разгрузку ковша и обратно в забой;
- 2) потерь времени на перешагивание экскаватора при отработке смежных блоков;
- 3) потерь времени на заоткоску уступов.

Разработана методика расчета производительности может быть использована при установленной оптимальной ширины заходки для конкретных условий транспортной системы разработки с мягкими породами вскрыши и полезного ископаемого. Результаты исследований могут быть также использованы при обосновании технологических схем и их параметров в условиях использования бестранспортной системы разработки месторождений.

Список литературы

1. Новожилов М.Г., Эскин В.С., Корсунский Г.Я. Теория и практика открытой разработки горизонтальных месторождений.– М.: Недра, 1978.– 328 с.
2. Маевський А.М., Дробаха А.В. Оптимізація параметрів забою екскаваторів-драглайнів, що працюють у комплексі з автосамоскидами. Науково-виробничий збірник: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського.–Кременчук: КНУ, 2010 (6). С–72-81.
3. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Часть 1. Производственные процессы. Учебник для вузов.– 4-е изд., перераб. и доп.– м.: Недра, 1985.– 509 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Симоненком В.І.
Надійшла до редакції 23.11.13*

УДК 622.271

© Собко Б.Е.

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ГОРНОТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МОТРОНОВСКО-АННОВСКОГО УЧАСТКА МАЛЫШЕВСКОГО РОССЫПНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Проведені дослідження по обґрунтуванню та вибору різних варіантів застосування основного гірничотранспортного обладнання для виконання розкривних та видобувних робіт в умовах Мотронівсько-Аннівської дільниці Малишевського родовища титано-цирконієвих руд.

Проведены исследования по обоснованию и выбору различных вариантов применения основного горнотранспортного оборудования для производства вскрышных и добычных работ в условиях Мотроновско-Анновского участка Малышевского месторождения титано-циркониевых руд.

Researches are conducted on a ground and choice of different variants of prime-neniya of basic mine transport equipment for the production of stripping and do-bychnykh works in the conditions of Motronovsko-Annovskogo of area of Malyshevskogo mestorozhdeniya of titano-zirconia ores.