УДК 622.271.3:514.112 https://doi.org/10.33271/crpnmu/60.143

© М.О. Чебанов[1]
[1] Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО МІСЦЯ УСТАНОВКИ ЕКСКАВАТОРА ДРАГЛАЙНА У ВИБОЇ ПРИ ЙОГО РОБОТІ З АВТОСАМОСКИДАМИ

© M. Chebanov[1]
[1] Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

SUBSTANTIATION OF THE RATIONAL INSTALLATION LOCATION OF A DRAGLINE EXCAVATOR IN THE FACE WHEN WORKING WITH DUMP TRUCKS

Мета роботи. Обґрунтувати раціональне місце розташування екскаватора драглайна у вибої, при його роботі в комплексі з автосамоскидами, для зменшення кута загального повороту.

Об'єкт дослідження. Виймально навантажувальні роботи комплексів гірничотранспортного обладнання «драглайн+автосамоскид».

Предмет дослідження. Параметри вибою та місце установки драглайна у вибої.

Методика. Встановлення раціонального місця установки екскаватора драглайна у вибої, здійснювалось шляхом визначення загального кута повороту драглайну при різних положеннях. Алгоритм включає в себе аналіз науково-технічних публікацій, графоаналітичний метод для моделювання процесу роботи екскаватора драглайна в комплексі з автосамоскидом та метод математичного моделювання для встановлення залежності між місцем розташування екскаватора і кутом повороту.

Результати. Отримані формули визначення загального кута повороту драглайна, при його розташуванні на відстані *B, 0,5A*, *0,75A* та *A* від верхньої бровки уступу. Встановлена залежність загального кута повороту драглайна від ширини заходки. Встановлено, що при ширині заходки від 16,5 м до 43 м значення загального кута повороту при різних положеннях екскаватора майже не змінюється. Раціональним положенням при роботі драглайна в комплексі з автосамоскидам, є розташування екскаватору на відстані *0,5A* від верхньої бровки уступу.

Наукова новизна. Для визначення раціонального місця установки драглайна при його роботі в комплексі з автосамоскидами, розроблені дві нові формули визначення загального кута повороту для різних положень екскаватора у вибої. Вперше проаналізований вплив місця установки драглайну на загальний кут повороту, що дозволило визначити раціональне положення екскаватора у вибої.

Практична значимість. Розроблена методика дозволяє визначати раціональне місце розташування драглайна у вибої, для різних схем роботи екскаватора в комплексі з автосамоскидами, що дозволить оптимізувати робочий цикл екскаватора та підвищити його продуктивність.

Ключові слова: *драглайн, кут повороту, автосамоскид, ширина заходки, вибій, раціональне місце розташування.*

Вступ. В сучасній практиці при розробці родовищ з м'якими, сипучими породами та зі складними гідрогеологічними умовами, все частіше застосовуються комплекси гірничотранспортного обладнання «драглайн+автосамоскид. Це обумовлено технічними параметрами екскаваторів драглайнів, а саме їх малим пи-

томим тиском на ґрунт. Це дозволяє йому видобувати нестійкі водонасичені породи. Однак при роботі екскаватора драглайна з розвантаженням в автосамоскид, його продуктивність падає, за рахунок більш складного процесу розвантаження.

Одним із важливих параметрів, які впливають на продуктивність драглайна, є його кут повороту на розвантаження. Так, на сам перед кут повороту залежить від місця установки екскаватора у вибої, та параметрів вибою. Тому визначення раціонального місця розташування екскаватора драглайна в вибої є актуальним завданням.

Основна частина. При роботі драглайна по класичній безтранспортній технології він розташовується на безпечній відстані *B* від верхньої бровки уступу, яка обмежена зоною можливого обрушення. Це обумовлено зменшенням відстані до внутрішнього відвалу, куди розвантажується драглайн. Однак при розвантаженні в автосамоскид розташування біля верхньої бровки уступу може бути не раціональним.

В Україні найбільшого поширення застосування комплексів «драглайн+автосамоскид» знайшли при розробці Малишевського родовища Мотронівським ГЗК та порід розкриву на Єристівському залізорудному кар'єрі. Дослідження по визначенню раціонального місця розташування екскаватора драглайна виконаємо для обладнання та умов Мотронівського ГЗК. Розробка родовища виконується драглайнами ЕШ-10/50 з розвантаженням гірничої маси в автосамоскид Cat 773e.

Для встановлення раціонального місяця розташування драглайна у вибої, була розглянута технологічна схема роботи екскаватора з нижнім черпанням та розвантаженням в автосамоскид, що знаходиться на рівні установки екскаватора (рис.1).

Для дослідження було прийнято чотири можливих положення екскаватора драглайна у вибої: 1 – на безпечній відстані *B* від верхньої бровки уступу; 2 – на відстані *0,5A*; 3 – на відстані *0,75A*; 4 – на відстані *A* (рис.1.)

Загальний кут повороту драглайна складається з двох кутів: кута повороту у вибій, та кута повороту до автосамоскида на розвантаження. Для розрахунку кута загального повороту у першому та другому положенні були обрані формули які отримані у роботі [1]:

1 Положення

$$\varphi_n = \arcsin\frac{A-r_б-a+b_в+0{,}5\cdot b_а}{R_{ч.max}} \pm \operatorname{arctg}\frac{\left|0{,}5A-H_y\cdot ctg\,\alpha_у-r_б-a+0{,}5H_y\cdot ctg\,\alpha\right|}{R_{ч.max}-0{,}5H_y\cdot ctg\,\alpha_з}, \text{ град} \qquad (1)$$

де $\alpha_з$ – кут вибою драглайна, він дорівнює куту стійкого укосу уступу; $\alpha_з=\alpha_у=32^o$; H_y – висота уступу, м; $R_{ч.max}$ – максимальний радіус черпання драглайна, м; $r_б$ – радіус бази драглайна, м. Для ЕШ-10/50, $r_б$ = 5 м; a_1 – безпечна відстань від верхньої бровки стійкого уступу до бази екскаватора, м. Приймаємо a_1 = 2 м; $b_в$ – ширина запобіжного валу, м. Приймаємо $b_в$ =3 м; $b_а$ – ширина кузову автосамоскида, м. Приймаємо $b_а$=6м.

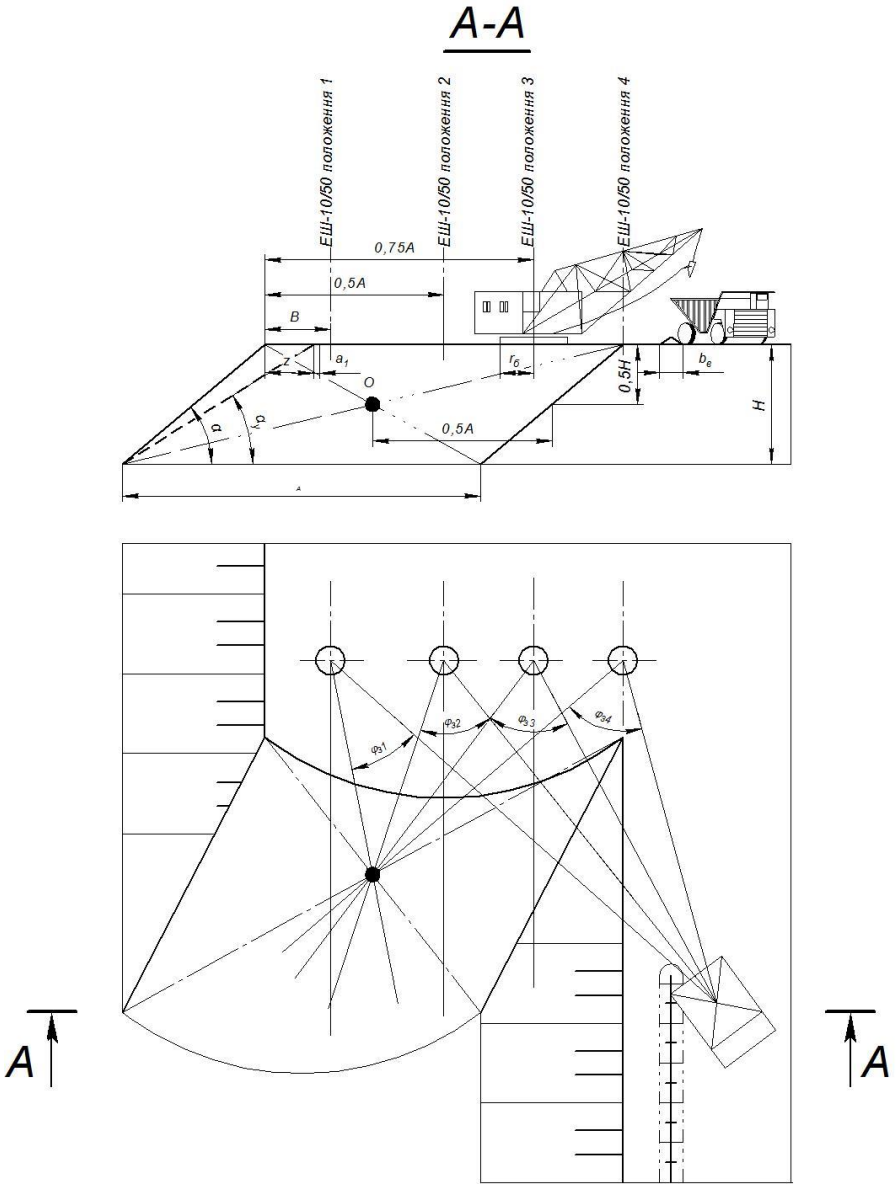

Рис.1. Схема роботи ЕШ-10/50 нижнім черпанням з розвантаженням в автосамоскид, при різних положеннях розташування екскаватора у вибої

2 Положення

$$\varphi_n = \text{arctg}\frac{0{,}5 \cdot H \cdot ctg\alpha}{R_{ч.max} - 0{,}5 \cdot H \cdot ctg\alpha_з} + \arcsin\frac{0{,}5 \cdot A + z + b_в + 0{,}5 \cdot b_а}{R_{ч.max}} + \varphi_у, \text{ град} \qquad (2)$$

де z – ширина призми можливого обрушення, м.

Аналогічно були отримані формули для визначення загального кута повороту для 3 та 4 положення.

3 положення

$$\varphi_n = \text{arctg}\frac{0{,}25 \cdot A + 0{,}5 \cdot H \cdot ctg\alpha}{R_{ч.max} - 0{,}5 \cdot H \cdot ctg\alpha_з} + \arcsin\frac{0{,}25 \cdot A + z + b_в + 0{,}5 \cdot b_а}{R_{ч.max}} + \varphi_у, \text{ град} \qquad (3)$$

4 положення

$$\varphi_n = \text{arctg}\frac{0{,}5 \cdot A + 0{,}5 \cdot H \cdot ctg\alpha}{R_{ч.max} - 0{,}5 \cdot H \cdot ctg\alpha_з} + \arcsin\frac{z + b_в + 0{,}5 \cdot b_а}{R_{ч.max}} + \varphi_у, \text{ град} \qquad (4)$$

Для встановлення раціонального місця розташування драглайна у вибої, необхідно розрахувати загальний кут повороту для кожного положення екскаватора, при різній ширині заходки.

Обираючи діапазон значень ширини заходки для розрахунку, необхідно враховувати умови безпечної роботи драглайна та його максимально можливі робочі параметри при різних положеннях. Так для 1 та 2 положення мінімальні та максимальні значення ширини заходки для екскаватора ЕШ-10/50 були розраховані в роботі [2]. Аналогічно розрахунку в роботі [2] визначимо максимальне значення ширини заходки для положення 3 та 4, з урахування максимально радіусу черпання:

3 положення:

$$A_{max} = \frac{R_{ч.max} - H_у \cdot ctg\alpha}{0{,}75}, \text{ м} \quad (5)$$

4 положення:

$$A_{max} = R_{ч.max} - H_у \cdot ctg\alpha, \text{ м} \quad (6)$$

Таблиця 1

Загальний кут повороту драглайна при різному положенні розташування його у вибої, та змінній ширині заходки

Ширина заходки *A*, м	Загальний кут повороту, при розташуванні драглайна на відстані *x* від верхньої бровки				Ширина заходки *A*, м	Загальний кут повороту, при розташуванні драглайна на відстані *x* від верхньої бровки		
	x=B	*x=0,5A*	*x=0,75A*	*x=A*		*x=B*	*x=0,5A*	*x=0,75A*
16,5	35,18	33,43	33,78	34,03	46	58,41	55,29	52,89
18	35,75	34,42	34,76	34,98	48	65,23	57,06	54,18
20	36,53	35,75	36,06	36,23	50		58,90	
22	37,34	37,10	37,37	37,45	52		60,81	
24	38,18	38,47	38,67	38,66	54		62,81	
26	39,07	39,86	39,97	39,84	56		64,92	
28	40,02	41,27	41,27	41,00	58		67,14	
30	41,07	42,70	42,57	42,13	60		69,52	
32	42,22	44,16	43,86	43,24	62		72,09	
34	43,43	45,64	45,16	44,33	64		74,92	
36	44,99	47,16	46,45	45,40	66		78,11	
38	46,70	48,70	47,74		68		81,88	
40	48,71	50,28	49,03		70		86,76	
42	51,16	51,91	50,32		72		98,47	
44	54,24	53,57	51,61					

Провівши розрахунки максимально допустимої ширини заходки для 3 та 4 положення драглайна було визначено, що при розміщенні екскаватора на відстані *0,75A* від верхньої бровки уступу A_{max} = 48 м, а при розміщенні на відстані *A* максимальна ширина заходки не повинна перевищувати A_{max} = 36 м.

За отриманими формулами (1,2,3,4) були визначенні значення загального кута повороту для кожного з прийнятих положень екскаватора, при різних параметрах ширини заходки. Результати розрахунку приведені в табл. 1.

За отриманими розрахунками побудуємо графік залежності кута повороту від ширини заходки, для кожного з положень екскаватора у вибої (рис. 2).

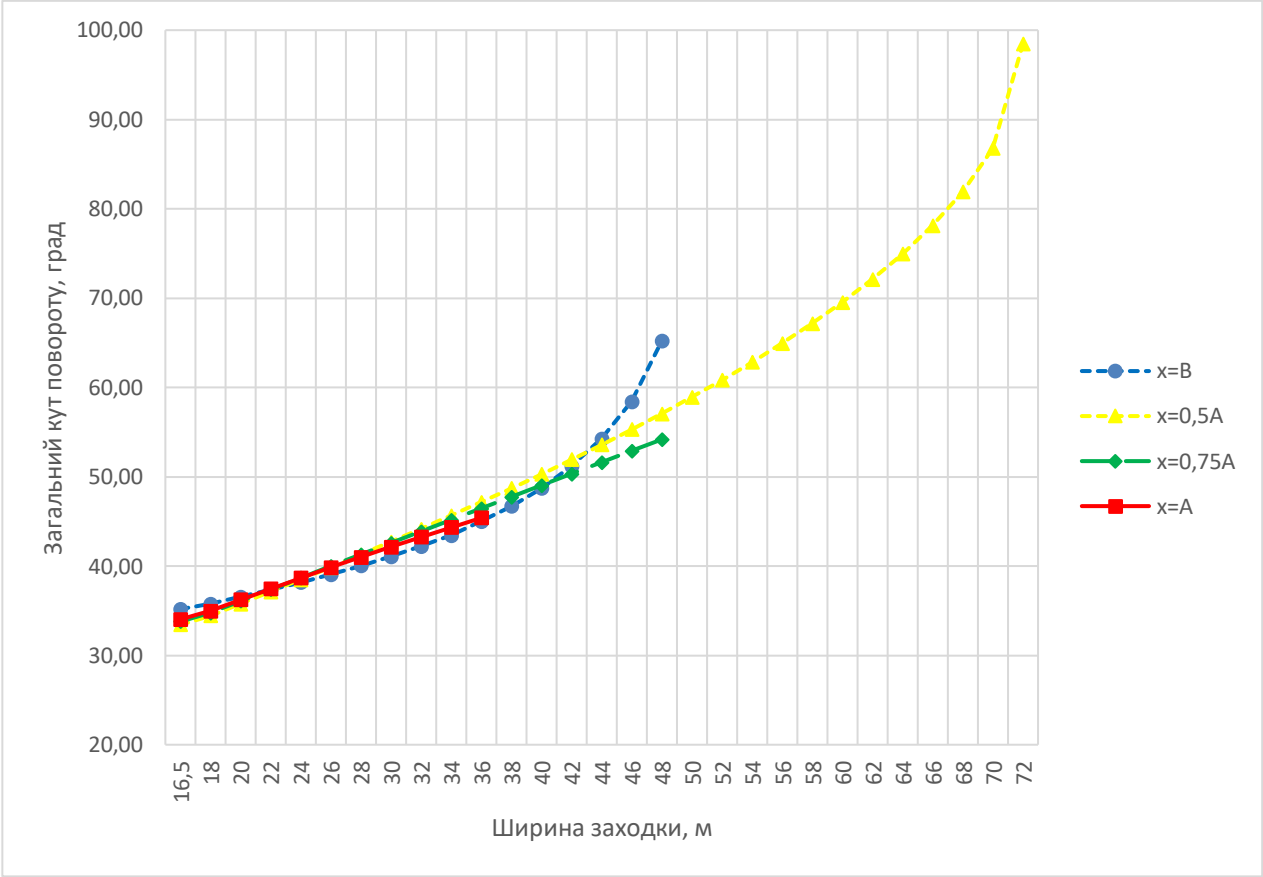

Рис. 2. Графік залежності загального кута повороту від ширини заходки

Із даних зображених на графіку рис. 2 ми бачимо, що при збільшенні ширини заходки загальний кут повороту також збільшується. При ширині заходки від 16,5 м до 43 м значення загального кута повороту при різних положеннях екскаватора мають розбіжності до 1°, це дуже не значна різниця. Тому можемо стверджувати, що при ширині заходки *A* = 16,5 ÷ 43м положення екскаватора майже не впливає на загальний кут повороту драглайна. Однак при збільшенні ширини заходки різниця загального кута повороту стає більшою.

Висновки. Провівши дослідження по визначенню раціонального місця розташування екскаватора драглайна ЕШ-10/50 при його роботі з автосамоскидами встановлено:

- при розміщенні драглайна на різній відстані від верхньої бровки уступу, значення максимально можливої для роботи ширини заходки відрізняються для кожного з положень. Так найбільше значення A_{max} = 72 м, можливе при розташуванні екскаватора на відстані *0,5A* від верхньої бровки уступу. Також A_{max} = 48 м можливе при розташуванні екскаватора на відстані *B* та *0,75A*, та A_{max} = 36 м на відстані *A* від верхньої бровки. Це обумовлено безпечною зоною поблизу верхньої бровки уступу, та максимальним радіусом черпання драглайна.

- при значенні ширини заходки від 16,5 до 43 м положення екскаватора у вибої майже не впливає на загальний кут повороту. Однак для формування рівномірного профілю вибою, та забезпечення максимального огляду вибою при роботі машиніста, раціональним буде положення драглайна на відстані *0,5A* від верхньої бровки уступу. Це також дає можливість працювати екскаватору драглайну при ширині заходки до 72 м, що більше ніж при інших положеннях.

Перелік посилань

1. Собко, Б.Ю., Маєвський, А.М., & Чебанов, М.О. (2015) Встановлення залежності кута повороту від ширини заходки та висоти уступу, при розвантажуванні драглайна у автосамоскид. *Збірник наукових праць Національного гірничого університету*, 49, 81-86.
2. Собко, Б.Ю., & Чебанов, М.О. (2017) Безпечні параметри вибою екскаватора драглайна при навантаженні автосамоскидів. *Збірник наукових праць Національного гірничого університету*, 52, 8-16.

АННОТАЦИЯ

Цель работы. Обосновать рациональное место установки экскаватора драглайна в забое. При его роботе в комплексе с автосамосвалами, для уменьшения общего угла поворота.

Объект исследования. Выемочно-погрузочные роботы комплексов горнотранспортного оборудования «драглайн+автосамосвал».

Предмет исследования. Параметры забоя та место установки драглайна в забое.

Методика. Установление рационального места установки экскаватора драглайна в забое, осуществлялось путем определения общего угла поворота драглайна в разных положениях установки. Алгоритм включает в себя анализ научно-технических публикаций, графоаналитический метод для моделирования процесса работы экскаватора драглайна в комплексе с автосамосвалом и метод математического моделирования для определения зависимости между местом расположения экскаватора и углом поворота.

Результаты. Получены формулы определения общего угла поворота драглайна, при его расположении на расстоянии *B, 0,5A, 0,75A* и *A* от верхней бровки уступа. Установлена зависимость общего угла поворота драглайна от ширины заходки. Установлено, что при ширине заходки от 16,5 м до 43 м значение общего угла поворота при разных положениях экскаватора, почти не изменяется. Рациональным положением при работе драглайна в комплексе с автосамосвалами, является расположение экскаватора на расстоянии *0,5A* от верхней бровки уступа.

Научная новизна. Для определения рационального места установки драглайна при его роботе в комплексе с автосамосвалами, разработаны две новые формулы определения общего угла поворота для разных положений экскаватора в забое. Впервые проанализировано влияние места установки драглайна на общий угол поворота, что позволило определить рациональное местоположение экскаватора в забое.

Практическая значимость. Разработанная методика позволяет определять рациональное местоположение драглайна в забое, для разных схем работы экскаватора в комплексе с автосамосвалами, что позволит оптимизировать рабочий цикл экскаватора и увеличить его производительность.

Ключевые слова: *драглайн, угол поворота, автосамосвал, ширина заходки, забой, рациональное местоположение.*

ABSTRACT

The goal. To substantiate the rational location of the dragline excavator in the bottom, when working in combination with dump trucks, to reduce the overall angle of rotation.

Object of study. Mining and loading works of complexes of the mining transportation equipment "dragline + dump truck".

Subject of study. Bench face parameters and location of dragline excavator in the bench face.

Methods. Establishing a rational place for the installation of dragline excavator in the bench face by determining the total angle of rotation for dragline placed at different positions, was carried out. The algorithm includes the analysis of scientific and technical publications, a graphoanalytical method for modeling the operation of a dragline excavator in combination with a dump truck, and a mathematical modeling method for establishing the relationship between the location of the excavator and the angle of rotation.

Results. Formulas for determining the total angle of rotation of a dragline, with its location at a distance of B, 0,5A, 0,75A and A from the crest of bench, were obtained. The dependence of the total angle of rotation of the dragline on the bench width is established. It is established that at the bench width from 16.5 m to 43 m, the value of the total angle of rotation at the different positions of the excavator is almost unchanged. The rational position when working dragline in combination with dump trucks is the location of the excavator at a distance of 0.5A from the crest of bench.

Scientific novelty. To determine the rational location of the dragline during its work in combination with dump trucks, two new formulas for determining the total angle of rotation for different positions of the excavator in the bottom were developed. For the first time, the effect of the dragline installation location on the overall angle of rotation was analyzed. This allowed us to determine the rational position of the excavator in the bench width.

Practical importance. The developed technique allows us to determine the rational location of the dragline in the face, for different schemes of excavator work in combination with dump trucks, which will allow us to optimize the working cycle of the excavator and increase its productivity.

Keywords*: dragline, angle of rotation, dump truck, bench width, bench face, rational location.*