

ЧИСЕЛЬНИЙ МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ЗАБОЇВ МАШИН ДЛЯ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ

Вадим Богуславський

Київський національний університет будівництва і архітектури, 03680, Повітофлотський пр-кт 31, Київ, Україна,
+38(044)241-55-52

NUMERAL METHOD OF EVALUATION OF COALFACES OF MACHINES FOR EARTHMOVINGS

Vadim Boguslavskiy

Kyiv National University of Construction and Architecture, 03680, Povitoflotsky Prospect 31, Kyiv, Ukraine

АНОТАЦІЯ. З допомогою аналізу літературних джерел конкретизовано поняття «забій машин для земляних робіт», запропонована методика визначення якості забоїв, одержані одиничні і комплексні показники якості, показані можливі діапазони якості, їх вплив на робочий процес машин для земляних робіт, а також зв'язок якості забоїв з потужністю і продуктивністю машин.

Ключові слова: машини для земляних робіт, якість забоїв, одиничні і комплексні показники, діапазони якості, зв'язок з потужністю і продуктивністю машин.

АННОТАЦИЯ. С помощью анализа литературных источников конкретизировано понятие "забой машин для земляных работ", предложена методика определения качества забоев, получены единичные и комплексные показатели качества, показаны возможные диапазоны качества, их влияние на рабочий процесс машин для земляных работ, а также связь качества забоев с мощностью и производительностью машин.

Ключевые слова: машины для земляных работ, качество забоев, единичные и комплексные показатели, диапазоны качества, связь с мощностью и производительностью машин.

SUMMARY. Purpose. The purpose of this research is development of methods a mathematical description slaughter as part of the specified system and defining communication as faces of the main parameters machine which will allow more reasonably solve a number of problems and technology excavation. **Methodology/approach.** writing quality slaughter through specific energy performance earthmover was found connections between machine and slaughter. **Findings.** Result of the study received parameters power and performance cars, assessing the quality of slaughter and defined guidelines for its preparation. **Research limitations/implications.** Result of the research methodology of the numerical evaluation of faces machines for earthworks proposed categories and ranges of faces as shown Communication as faces of power and performance cars in different ranges as these faces. This approach allow more reasonably choose the way of training faces and to plan energy and performance cars. The technique may be the basis for solving a number of problems of comprehensive mechanization of excavation, operation of machines, assess their technical level. **Originality/value.** A results are important and necessary for the qualitative development slaughter the soil.

Key words: machines for earthmovings, quality of coalfaces, single and complex indexes, ranges of quality, copulas with power and productivity of machines.

Вступ

Відомо, що ефективність і продуктивність роботи машин для земляних робіт визначається системою «оператор-машина-забій». При аналізі цієї системи є досить повна інформація тільки про одного її елемента – машину. Решта елементів можуть бути визначені досить приблизно. Це ускладнює аналітичний опис системи і, як наслідок, прогнозування її робочого процесу.

Особливо невизначеним елементом є забій. Поняття забою трактується різними авторами по-різному. Академік В.В. Ржевський визначає забій, як «поверхню горної породи в масиві або розвалі, що є об'єктом розробки» [1]. Академік М.В. Мельников дає опис забою як «поверхні, що обмежує горну виробку і переміщується в результаті виконання горних робіт». [2]. Професор М.Г. Новожилов не дає визначення по забою в цілому, але вказує на «зону копанья» і «зону розвантаження». [3]. Професор

В.С. Хохряков описує забій, як «торець заходки» [4]. Більш широке трактування дає чл.-корр. АН УРСР Ю.А. Ветров [5]. Відповідно його трактування «під забоем екскаватора розуміють його робочу зону. Сюди входить майданчик (на якому розміщується екскаватор), частина поверхні масиву (в якій виконується виймання ґрунту або корисної копалини), а також майданчик для транспортних засобів, що подаються під завантаження. Коли розробка провадиться у відвал, до забою належить також майданчик для розміщення ґрунту, що вивантажується із ковша». У підручнику з технології будівельного виробництва під редактуванням професора Ю.І. Беякова забій розуміють, як «робочу зону, що містить майданчик, де розміщується екскаватор, частину розроблюваного масиву, а також майданчик для транспортних засобів» [6].

Останні визначення є найбільш інформативними і, незважаючи на те, що вони торкалися тільки екскаваторів, на нашу ду-

мку можуть бути розповсюджені і на інші машини для земляних робіт.

Ще одним важливим поняттям є якість забою. Під якістю забою розуміється комплекс природних, технічних і технологічних факторів, що безпосередньо впливають на процес розробки ґрунту або породи. Якість забою є більш широким поняттям ніж категорія ґрунту, бо крім властивостей ґрунту або породи, воно містить параметри машини. Один і той же забій може підходити для однієї машини і зовсім не підходити для іншої.

Данні про забій такі, як вид і стан ґрунту, геометричні параметри, тощо, як правило задають у формі опису, що перешкоджає чисельному аналізу роботи системи «оператор-машина-забій» і порівнянню роботи машин у різних технологічних умовах. Невизначеність понять «забій» і «якість забою» призвело до того, що заводи - виготовлювачі припинили позначати теоретичну і технічну продуктивність у характеристиках машин.

Слід зазначити, що в даному випадку забій розглядається тільки як об'єкт розробки машинами для земляних робіт безвідносно до цінності корисних копалин або повноти їх виймання.

Мета і завдання досліджень

Метою цієї роботи є розробка методики математичного опису забою, як елемента вказаної системи, а також з'ясування зв'язку якості забоїв з основними параметрами роботи машини, що дозволить більш обґрунтовано вирішувати ряд задач по вдосконаленню техніки і технології земляних робіт.

Завдання досліджень полягають у:

- відбору системи одиничних показників якості забоїв;
- формуванні комплексних показників якості;
- визначенні категорій якості і їхніх діапазонів;
- знаходженні зв'язку якості забоїв з потужністю і продуктивністю роботи машини.

Виклад основного матеріалу

Формування комплексних показників якості доцільно виконувати на основі одиничних показників, основними з яких є опір копанню і щільність ґрунту або породи, а також технологічні параметри машини.

Крім того, важливими показниками є висота забою, відстань транспортування, опір переміщенню, наявність або відсутність негабариту, абразивні властивості ґрунту, адгезія і т.д. Таким чином слід урахувати тільки ті показники, які безпосередньо і суттєво впливають на робочий процес машини. Важливою вимогою до комплексних показників є їх простота і доступність.

Дослідження показали, що у ролі комплексного показника якості забою доцільно приймати питому корисну роботу машини, що витрачається:, по-перше, на руйнування і, по-друге, - на транспортування ґрунту. Структура комплексного показника залежить не тільки від властивостей забою, але і від особливостей машини.

Так для екскаваторів з прямою і зворотною лопатою показник якості забою має вигляд відповідно:

$$A_1 = K_F + \gamma \frac{H_3}{2}, \text{ кДж/м}^3, \quad (1)$$

$$A_2 = K_F + \gamma \left(\frac{H_3}{2} + H_B \right) \text{ кДж/м}^3. \quad (2)$$

Той же показник для бульдозерів і скреперів відповідно:

$$A_3 = K_F + \gamma (f_T \pm i), \text{ кДж/м}^3, \quad (3)$$

$$A_4 = K_F + \gamma (f_{on} \pm i), \text{ кДж/м}^3, \quad (4)$$

де K_F - питома робота копання ґрунту, кДж/м^3 , (чисельно дорівнює питомому опору копанню, кПа); γ - питома вага ґрунту, кН/м^3 ; H_3 - висота забою, м; H_B - висота розвантаження, м; f_T - коефіцієнт тертя ґрунту по ґрунту; i - уклон шляху транспортування; f_{on} - коефіцієнт опору руху скрепера.

В разі необхідності в одержанні вирази додають коефіцієнти, які враховують адгезію ґрунту, його абразивні властивості, наявність негабариту, тощо.

Аналогічні формули отримані і для інших машин для земляних робіт, таких як багатокішшеві екскаватори, навантажувачі тощо.

Слід відмітити, що сформовані залежності не претендують на точний опис фізичного процесу розробки ґрунту і мають тільки приблизний, критеріальний характер. За їхньою допомогою конкретний забій замінюється приблизною моделлю, адекватність якої підвищується введенням вказаних коефіцієнтів.

За аналогії з промисловою продукцією для оцінки якості забоїв пропонуються наступні категорії:

- номінальна якість;
- гранично-рекомендаційна якість;
- гранична якість.

Під *номінальною* розуміється така якість забою, при якій машина розвиває теоретичну продуктивність при номінальній потужності привода.

Під *гранично-рекомендаційною* розуміється така якість забою, при якій досягається повне заповнення ковша або відвала при застосуванні максимальної потужності привода.

Під *граничною* розуміється така якість забою, нижче якої робота машини стає не доцільною, в зв'язку з різким зниженням продуктивності, зростанням кількості відмов, небезпечними умовами роботи.

Для спрощення міркувань є сенс введення ще однієї категорії – *нульової*, що відповідає умовам «розробки повітря», тобто холостим рухам робочих органів, імітуючим процес копання.

Після цього увесь ряд можливої якості забоїв можна поділити на такі діапазони:

- нульова – номінальна;
- номінальна - гранично-рекомендаційна;
- гранично-рекомендаційна - гранична;
- гірше граничної.

Комплексний показник якості забою має взаємозв'язок з потужністю і продуктивністю машин. Наприклад, для однокішшевих екскаваторів в діапазоні якості «гранично – рекомендаційна – гранична» ця залежність має вигляд:

$$A = 3600 \frac{N}{n} \eta_{\text{мех}} \eta_{\text{тех}}, \text{ кДж/м}^3, \quad (5)$$

де N- потужність приводів копання машини, кВт; П – технічна продуктивність, м³/год.; $\eta_{\text{мех}}$ - механічний ККД приводів; $\eta_{\text{тех}}$ – технологічний ККД машини.

Під технологічним ККД розуміється доля копання у робочому циклі машини:

$$\eta_{\text{тех}} = \frac{t_{\text{коп}}}{t_{\text{ц}}}, \quad (6)$$

де $t_{\text{коп}}$ – тривалість копання, с; $t_{\text{ц}}$ - тривалість циклу, с.

В інших діапазонах залежність між якістю забою, продуктивністю машини і її потужністю, що витрачається, більш складна.

Фізичний сенс категорій якості забоїв і їхній зв'язок з потужністю і продуктивністю машини показаний на графіку (рис. 1), на якому по вісі абсцис відкладається комплексний показник якості забою, а по вісі ординат - потужність і технічна продуктивність машини.

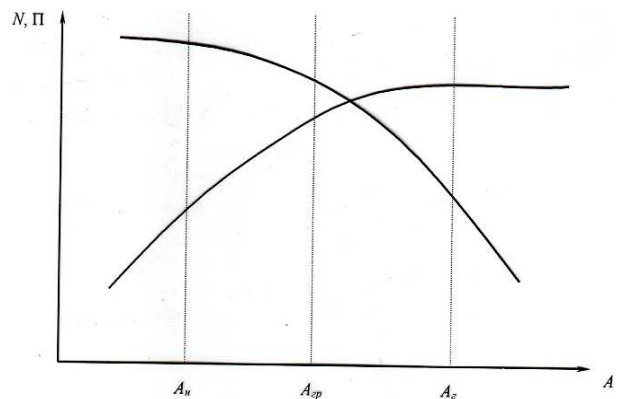


Рис.1. Залежність витраченої потужності і технічної продуктивності екскаваторів від якості забоїв:

N- витрачена потужність; П - технічна продуктивність;

$A_{\text{н}}$ - номінальна якість забою;

$A_{\text{гр}}$ - гранично-рекомендаційна якість забою;

$A_{\text{г}}$ - гранична якість забою

Fig.1. The dependence of consumed power and technical performance of excavators quality working faces:

N-power expended, П - technical performance;

$A_{\text{н}}$ - Nominal quality of slaughter;

$A_{\text{гр}}$ - Limit recommendation quality slaughter;

$A_{\text{г}}$ - Limit quality slaughter

Аналіз графіків показує, що в діапазоні $A_{\text{н}}$ - $A_{\text{гр}}$ спостерігається повільне зменшення продуктивності, що пов'язано із зростанням тривалості копання.

При цьому потужність повільно збільшується, частково компенсуючи погіршення умов роботи. В діапазоні $A_{гр} - A_r$ виникає різке падіння продуктивності внаслідок зменшення товщини стружки і неповного заповнення ковша. В цих випадках потужність досягає свого максимуму і в подальшому залишається постійною. При якості забою гірше A_r робота стає неефективною внаслідок низької продуктивності і великої кількості відмов. У такому разі необхідна підготовка забою шляхом вибухового або механічного розпушення ґрунту або породи.

Висновки

Таким чином в результаті виконаних досліджень розроблена методика чисельної оцінки забоїв машин для земляних робіт, запропоновані категорії і діапазони якості забоїв, показаний зв'язок якості забоїв із потужністю і продуктивністю машин в різних діапазонах якості забоїв. Такий підхід дозволить більш обґрунтовано обирати спосіб підготовки забоїв, а також планувати енерговитрати і продуктивність машин. Запропонована методика може бути підґрунтям для вирішення ряду задач комплексної механізації земляних робіт, експлуатації машин, оцінки їхнього технічного рівня.

Подальші дослідження доцільно проводити в напрямку експериментальної перевірки теоретичних положень, а також створення приладів для реалізації запропонованого метода.

Література

1. *Ржевский В.В.* Открытые горные работы. М., «Недра», 1985.– 510 с.
2. *Мельников Н.В.* Краткий справочник по открытым горным работам. М., «Недра», 1974. – 456 с.
3. *Новожилов М.Г., Ройзен Я.Ш., Эрперт А.М.* Качество рудного сырья черной металлургии. М., «Недра», 1977.- 344 с.
4. *Хохряков В.С.* Проектирование карьеров. М., «Недра», 1980. – 456 с.
5. *Ветров Ю.А.* Экскаваторный забой. К., Гос. издат. тех. литературы, 1955.- 211 с.
6. *Технология строительного производства.* Учебник для инженерно-строительных вузов и строительных факультетов/ Под редакцией О.О. Литвинова и Ю.И. Белякова. К. «Вища школа», 1985.- 476 с.

References

1. *Rzhevskiy V.V.*, 1985. *Otkrytye gornye raboty [Open mining works]*. Moscow, Nedra Publ., 510.
2. *Melnikov N.V.*, 1974. *Kratkij spravochnik po otkrytym gornym rabotam [Short reference book on open mountain works]*. Moscow, Nedra Publ., 456.
3. *Novogilov M.G., Royzen Y.S., Arpert A.M.*, 1977. *Kachestvo rudnogo syrja chernoj metalurgii [Quality of ore raw material of black]*. Moscow, Nedra Publ., 344.
4. *Hohriakov V.S.*, 1980. *Proektirovanie karerov [Planning of quarries]*. Moscow, Nedra Publ., 456.
5. *Vetrov Yu. A.*, 1955. *Ekskavatornyj zaborj [Excavator ground face]*. Kyiv, Gosizdat Publ., 211.
6. *Litvinov O.O., Belyakov Yu.I.*, 1985. *Tehnologija stroitel'nogo proizvodstva. Uchebnik dlja inzhenerno-stroitelnyh vuzov i stroitelnyh fakultetov [The technology of building production. Textbook for engineering and construction of high school and engineering faculties]*. Kyiv, Vischa shkola Publ., 476.

Надійшла до редакції
01.10.2012 р.

Затверджена до друку
15.10.2012 р.