

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ АВТОДОРІГ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЕКСКАВАТОРНО-АВТОМОБІЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ

Мета дослідження – вивчення впливу ширини технологічних автодоріг на продуктивність екскаваторно-автомобільних комплексів та розробка способу формування кар'єрних транспортних комунікацій.

При відпрацюванні родовищ корисних копалин через вплив ряду факторів нерідко виникають ситуації, що призводять до утворення ділянок доріг, параметри яких не відповідають нормам безпеки. До подібних ситуацій приводять осипання і обвалення ділянок борту через вплив природних та техногенних чинників, відставання у веденні розкривних робіт тощо.

Все це, у поєднанні з тенденцією до використання у кар'єрах автосамоскидів з вантажопідйомністю більшою за 120-130т, приводить до збільшення кількості вузьких місць на кар'єрних дорогах, часу простоїв в очікуванні проїзду зустрічного транспорту та зменшення ефективності функціонування екскаваторно-автомобільного комплексу.

Використання на глибоких горизонтах кар'єрів самоскидів підвищеної вантажопідйомності потребує збільшення ширини транспортних берм, яке на низці дільниць борту кар'єру виконати неможливо, що є передумовою недосягнення екскаваторно-автомобільним комплексом проектної продуктивності. Рішенням даної проблеми може бути застосування в цій зоні кар'єра самоскидів меншої вантажопідйомності, що не потребують збільшення ширини транспортних берм.

Дослідження роботи екскаваторно-автомобільного комплексу кар'єру виконано з використанням імітаційного моделювання.

Постановка завдання: у глибинній зоні сучасних залізрудних кар'єрів використовується гірничотransпортний комплекс, що включає екскаватори і кар'єрні автосамоскиди різної вантажопідйомності. Відомий час навантаження і розвантаження транспортних засобів та час їх руху між пунктами, через які він переміщується від вибоїв до місць розвантаження. Крім цього, транспортна система включає ділянки доріг з різними технологічними параметрами (довжина, нахил, ширина, якість покриття дороги), майданчики примикання автомобільних доріг до горизонтів. Схема роботи екскаваторно-автомобільного комплексу на рис.1 включає три розкривних вибої, автомобільну трасу з чотирьох характерних ділянок з різними характеристиками, бульдозерний відвал. При іншій кількості екскаваторних вибоїв, пунктів розвантаження та топології автомобільних доріг принципова схема аналогічна.

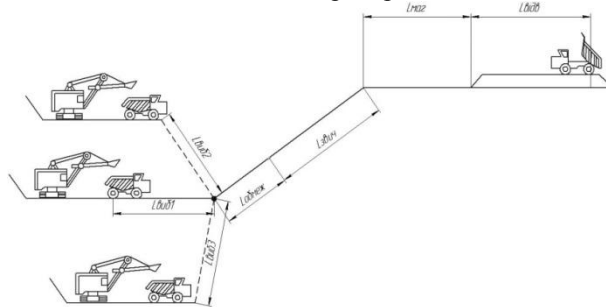


Рис.1 Схема роботи екскаваторно-автомобільного комплексу

У дослідженні розглянуто дві групи варіантів:

1. Автосамоскиди БелАЗ-7513 (130т). Нормативна ширина двополосної дороги 30-34м, однополосної - 21м. За умовою моделювання один із з'їздів на шляху руху самоскидів має ширину, що не дозволяє організувати двосторонній рух. На даній обмежувчій ділянці рух автосамоскидів в кожному з напрямків здійснюється у порядку черги, що утворюється біля обмежувчого з'їзду з боку вантажного і порожнього напрямів.

2. Автосамоскиди БелАЗ-7555 (60 т). Нормативна ширина двополосної дороги 25м, однополосної - 15м. Параметри всіх з'їздів дозволяють розташувати на них технологічну автодорогу з двостороннім рухом.

Для кожного з варіантів розглянуто три підваріанти, що розрізняються кількістю вантажопотоків, що проходять через обмежувчу ділянку траси. Розглянуті варіанти з одним, двома і трьома екскаваторами.

Для першого варіанту також розглядається вплив на продуктивність кількості обмежувчих з'їздів на шляху транспортування (загальна довжина ділянки обмеження руху). Розглянуті варіанти з довжиною обмежувчого з'їзду рівною 187,5м, 375м, 562,5м, що відповідає висоті підйому автосамоскиду на 15м, 30м і 45м. А також - за відсутності ділянки з обмежувчими умовами.

Поставлену задачу можна інтерпретувати у термінах GPSS (мова імітаційного моделювання) наступним чином. Транспортні засоби розглядаються, як транзакти, які здійснюють рух по моделі. Одному транспортному засобу відповідає один транзакт моделі. Місця навантаження (екскаваторні вибої), розвантаження (відвал) і характерні ділянки траси (початок вузьких з'їздів, їх примикання до горизонтів), що здатні обслуговувати лише один транзакт одночасно, моделюються, як одноканальні пристрої (ОКП), а місця, де відбувається паралельне обслуговування кількох транзактів (бульдозерний відвал, вузькі з'їзди по довжині) – як багатоканальні пристрої (БКП). Сміність БКП (число каналів) дорівнює максимальній кількості транзактів, що обслуговуються одночасно.

Характерна ділянка автомобільної траси (частина обмежуючого з'їзду, майданчик примикання з'їзду до горизонту) моделюється, як одноканальний пристрій (ОКП), що обслуговує автосамоскиди при їх русі від вибоїв до місця розвантаження та у зворотному напрямі. Вхід самоскидів в ОКП здійснюється, якщо він пустий. З'їзд по довжині моделюється, як БКП. Ділянка дозволяє пропускати транзакти лише в одному з напрямів руху одночасно. При цьому навантажені самоскиди мають вищий пріоритет при проходженні ділянки, ніж порожні.

Робота у системі здійснюється по відкритому циклу, тому використовуються засоби моделювання роботи диспетчерської служби, що відправляють транзакт (автосамоскид) до найменш завантаженого ОКП (екскаваторного вибою).

Модель включає 2 сегменти: сегмент, моделюючий роботу автосамоскидів і сегмент – таймер. Час у моделі вимірюється у секундах. Блок-схема сегментів моделі показана на рис. 2.

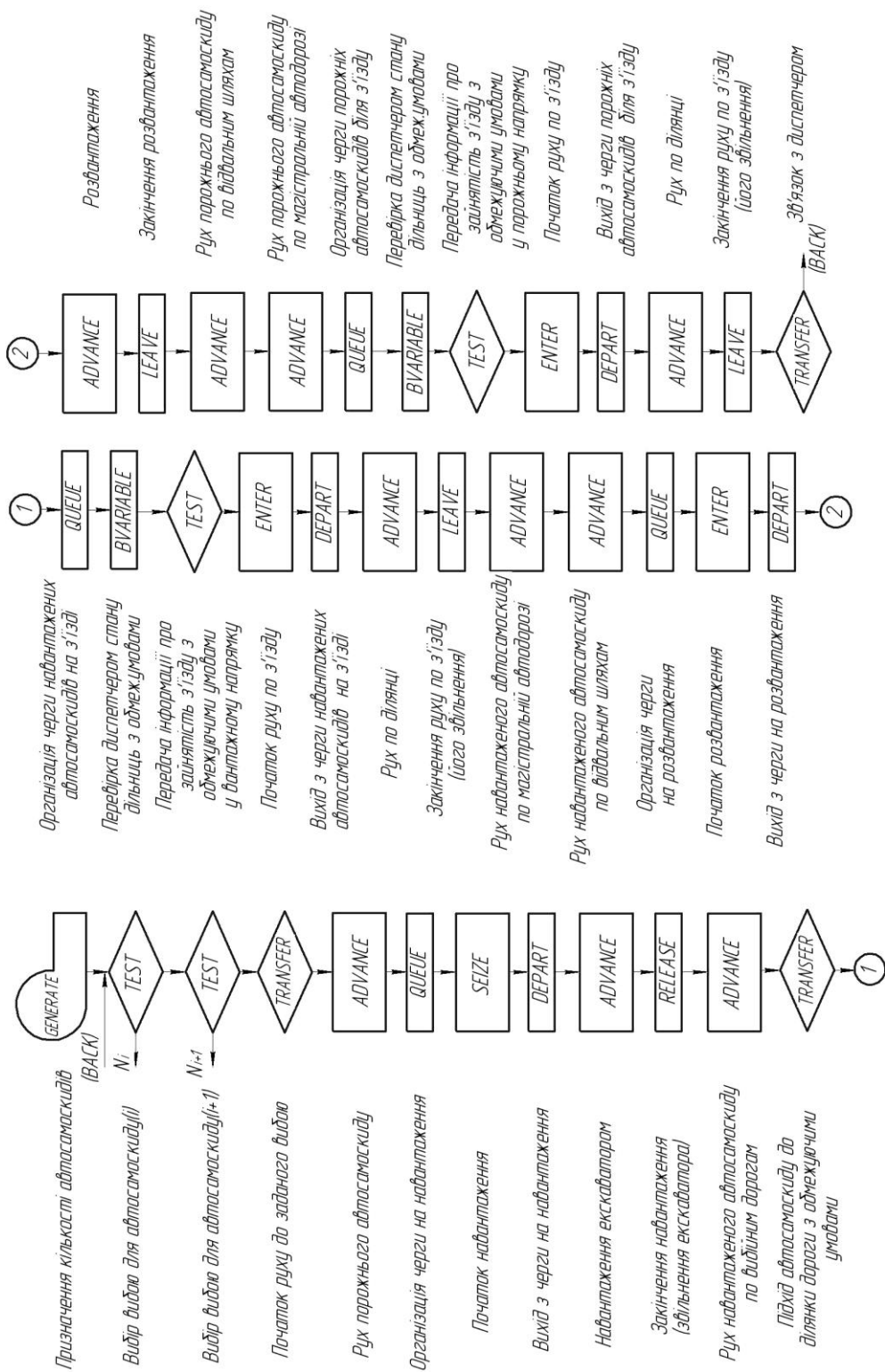


Рис. 2 Модель екскаваторно-автомобільного комплексу

Аналіз результатів моделювання для обох варіантів та всіх їх підваріантів показав, що у міру збільшення кількості автосамоскидів експлуатаційна продуктивність екскаватора зростає, досягаючи максимально можливого значення для даних умов. Але у міру збільшення кількості робочих вибоїв та транспортної техніки, що їх обслуговує, значно зростає вплив вузьких ділянок на шляху транспортування (автошляхи з ненормативною шириною) на загальну продуктивність комплексу та продуктивність кожної його складової ланки. Результати моделювання відображені на рис.3-4.

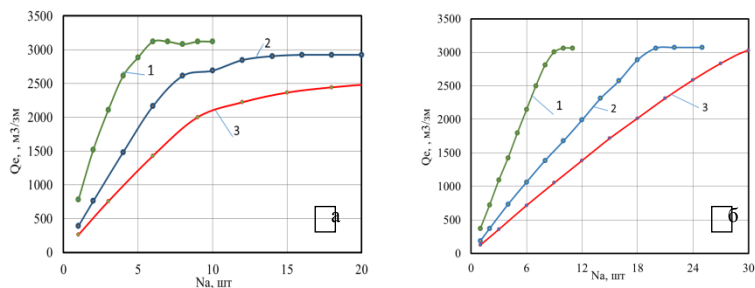


Рис.3. Графік залежності середньої продуктивності екскаватора від кількості автосамоскидів, що обслуговують комплекс при:  
а) довжині ділянки з обмежувачими умовами 562,5м; б) використанні автосамоскидів меншої ширини. 1,2,3 – кількість екскаваторів у комплексі.

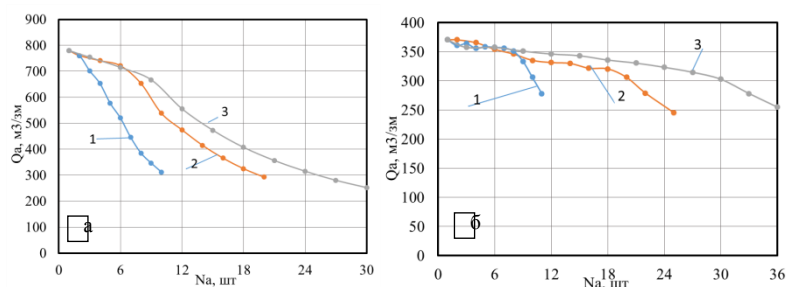


Рис.4. Графік залежності середньої продуктивності автосамоскидів від кількості екскаваторів у комплексі при:  
а) довжині ділянки з обмежувачими умовами 562,5м; б) використанні автосамоскидів меншої ширини. 1,2,3 – кількість екскаваторів у комплексі.

Так при довжині ділянки з одностороннім рухом 187,5м відчутне падіння середньої експлуатаційної продуктивності екскаватора відбувається лише за умови одночасної роботи 3 екскаваторних вибоїв і складає: 90-100 м<sup>3</sup>/зм. При обмежувачих ділянках більшої довжини (375м, 562,5м) починає проявлятися значне падіння продуктивності екскаватора і у комплексах з двома вибоями - досягає 50 м<sup>3</sup>/зм та 170 м<sup>3</sup>/зм відповідно. А у випадку одночасної роботи 3 вибоїв падіння середньої продуктивності екскаватора у комплексі складає 7% і 24% його можливої продуктивності при сприятливих гірничотехнічних умовах (120 м<sup>3</sup>/зм та 600 м<sup>3</sup>/зм відповідно).

Результати свідчать, що кожного разу при існуванні на шляху транспортування ділянок з умовами, обмежувачими рух, необхідно обґрунтувати раціонально допустиму довжину ділянки (як правило, до 150-250м) та провести техніко-економічне порівняння варіантів з можливістю виключення даного впливу на продуктивність комплексу.

## Висновки

1. Розроблена імітаційна модель, що дозволяє проводити оцінку впливу ділянок з одностороннім рухом на роботу екскаваторно-автомобільного комплексу кар'єру.

2. Встановлено, що зниження продуктивності екскаватора в екскаваторно-автомобільному комплексі зі значною кількістю вантажопотоків при наявності однієї ділянки дороги з поперемінним одностороннім рухом становить 3-5%, при наявності двох ділянок зниження продуктивності досягає 6-7%, при наявності трьох ділянок – 6-24%.

3. Прийнята норма технологічного проектування максимальна довжина ділянки з одностороннім рухом, що дорівнює 500м, не впливає на продуктивність екскаваторно-автомобільного комплексу, тільки якщо через дану ділянку обслуговується 1 екскаватор.