

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Дніпропетровський національний університет
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

Кафедра „Прикладна механіка та матеріалознавство”

«ДО ЗАХИСТУ»
Завідувач кафедри

_____ С.В.Ракша
(підпис) (ПІБ)

«_____» _____ 20__ р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»
(шифр)

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Тема: «Дослідження технологічної системи «екскаватор-самоскид» з метою підвищення техніко-економічних показників»

Theme «Research of the technological system "excavator-dump truck" for the purpose of increase of technical and economic indicators»

ДІТ. 630000. 311 МРПЗ

Керівник дипломної роботи доцент _____ І.М.Щека
(посада) (підпис) (ПІБ)

Керівник розділу з ОП ст.викладач _____ О.І.Саблін
(посада) (підпис) (ПІБ)

Нормоконтролер ст.викладач _____ О.П.Посмітюха
(посада) (підпис) (ПІБ)

Виконавець, студент групи 1921ПМ _____ М.Р.Ткаченко
(підпис) (ПІБ)

Student

(Tkachenko Mykhaylo)

Дніпро
2020

Факультет Технічна інженерія кафедра Прикладної механіки та матеріалознавства

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

завідувач кафедри

_____ С.В.Ракша

” ____ ” _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

до магістерської дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

студента групи ПМ1921

(номер групи)

Ткаченко Михайло Романович

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема дипломного проекту Дослідження технологічної системи «екскаватор-самоскид» з метою підвищення техніко-економічних показників.

Затверджена наказом по університету № 820 ст від ”28” жовтня 2019 р.

2. Термін подання студентом закінченого проекту (роботи) 10 грудня 2020 р.

3. Вихідні дані до дипломної роботи: Технічні характеристики екскаваторів та самоскидів.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань до розробки). Вступ. Тенденції розвитку механізації земляних робіт. Аналіз планування роботи екскаваторних комплексів в транспортному будівництві. Дослідження процесу функціонування технологічної системи «екскаватор – самоскид». Аналіз виробничих можливостей технологічної системи «екскаватор- самоскид».. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік креслень (демонстраційного матеріалу) 1) Схеми технологічної системи - «екскаватор -самоскид» 2) Графи стану функціонування технологічної системи 3) Залежність продуктивності системи «екскаватор - самоскид» від зміни часу роботи системи 4) Залежність продуктивності системи «екскаватор - самоскид» від зміни технічної швидкості руху самоскида. 5) Залежність продуктивності системи «екскаватор - самоскид» від зміни часу навантаження-розвантаження самоскиду 6) Закономірності зміни продуктивності систем «екскаватор - самоскид» при зміні відстані перевезення.

6. Консультанти (з назвами розділів)

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Саблін О.І.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва розділу дипломної роботи	Термін виконання	Обсяг розділу, %
Аналіз планування роботи екскаваторних комплексів	12.11.19-01.04.2020	20
Дослідження процесу функціонування екскаваторних комплексів	01.04-01.10.2020	30
Дослідження впливу техніко-економічних показників (ТЕП) на роботу технологічної системи «екскаватор-самоскид»	01.10-15.11.2020	60
Аналізу виробничих можливостей технологічних систем «екскаватор- самоскид».....	15.11-30.11.2020	80
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Підготовка доповіді	01.12-06.12.2020	100

Дата видачі завдання «12» листопада 2019 р.

Керівник дипломної роботи _____ І.М.Щека
(підпис) (ПІБ)

Завдання прийняв до виконання _____ М.Р.Ткаченко
(підпис) (ПІБ)

РЕФЕРАТ

Кількість томів: _____ 1 _____

В пояснювальній записці всього _____ 92 _____ сторінок

Найменування роботи: Дослідження технологічної системи «екскаватор-самоскид» з метою підвищення техніко-економічних показників

Ілюстрації: схем _____ 10 _____, рисунків _____ 15 _____

графіків _____ 9 _____, фотографій _____ 0 _____

таблиць _____ 13 _____.

Ключові слова: технологічна система, екскаватор, самоскид, техніко-економічних показники

Текст реферату:

Метою дослідження є встановлення закономірності впливу техніко-експлуатаційних показників роботи самоскидів на продуктивність системи «екскаватор-самоскид» і екскаватора зокрема. Розглянута класифікація систем «екскаватор - самоскид». Проведені дослідження процесу функціонування систем «екскаватор - самоскид». Виявлені умови які призводять до збільшення вироблення системи «екскаватор – самоскид». Отримані закономірності зміни продуктивності дозволяють створити модель опису функціонування системи «екскаватор - самоскид» з урахуванням дискретності технологічного процесу.

ЗМІСТ

ВСТУП

1.АНАЛІЗ ПЛАНУВАННЯ РОБОТИ ЕКСКАВАТОРНИХ КОМПЛЕКСІВ.....	9
1.1. Тенденції розвитку механізації земляних робіт.....	9
1.2. Тенденції в транспортному будівництві.....	14
1.3. Дослідження наукових праць щодо планування роботи екскаваторних комплексів та планування роботи екскаваторів на практиці в організаціях і підприємствах.....	18
2.ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕКСКАВАТОРНИХ КОМПЛЕКСІВ.....	23
2.1 Обґрунтування застосування системного підходу в дослідженнях.....	23
2.2.Класифікація систем «екскаватор самоскид».....	27
2.3. Дослідження процесу функціонування систем «екскаватор - самоскид».....	39
3.ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ (ТЕП) НА РОБОТУ СИСТЕМИ «ЕКСКАВАТОР-САМОСКИД».....	48

					ДІП. 631000. 311. МРПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Дослідження технологічної системи «екскаватор-самоскид» з метою підвищення техніко-економічних показників</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Ткаченко</i>						4	92
<i>Перевір.</i>	<i>Щека</i>							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>	<i>Посмітюха</i>							
<i>Затверд.</i>	<i>Ракша</i>							
						<i>ДНУЗТ, гр. 1921-ПТМ</i>		

ВСТУП

Експлуатаційна продуктивність одноківшевого екскаватора є одним з критеріїв оцінки ефективності функціонування парку машин.

Проведені дослідження показали, що наявні в даний час формули для визначення продуктивності одноківшевого екскаватора створені в 50-60-і роки прийнятими до розгляду тільки для випадків розробки ґрунту у відвал. Для систем функціонування екскаватора спільно з автотранспортними засобами [] математична модель визначення експлуатаційної продуктивності одноківшевого екскаватора відповідає окремого випадку, коли автомобілі надходять на обслуговування безперервно, тобто інтервал подачі машин дорівнює часу, що витрачається на навантаження автомобіля. Спроби застосування раніше створеного математичного апарату для планування роботи сукупності «екскаватор - самоскид» або «екскаватор - самоскиди» не дозволили отримати адекватний практиці результат, а в більшості випадків такий підхід супроводжується великими помилками як у розрахунках потреби в матеріальних ресурсах, так і в економічній сфері .

Тому результати застосування для планування сукупності «екскаватор - самоскиди» або не дозволяють отримати прийнятний для практики варіант, або взагалі дають відповідь на можливу величину ймовірності відхилення, тоді як для практики потрібно відповідь в конкретних величинах і в даний момент.

Для високої точності планування робіт потрібно розробити моделі, які дають можливість з високою точністю розрахувати потребу в техніці, людей і ресурсах, а також витрати на виробництво робіт на стадії укладання договорів. В даний час відсутній математичний апарат, що описує взаємодію одноківшевого екскаватора і автотранспортних засобів, як систему взаємопов'язаних елементів, з позицій дискретності процесу доставки ґрунту споживачеві, що призводить до значних прорахунків, як в плануванні, так і в організації робіт.

					ДІПТ. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Це приводить до нераціонального планування матеріальних ресурсів, неефективного використання екскаваторів і транспортних засобів, невиконання обсягів робіт, необґрунтоване формування договірних цін.

В сучасних економічних умовах значна увага приділяється розвитку малих підприємств, що працюють в умовах обмежених ресурсів, в яких є незначна кількість технічних засобів. Тому планування і облік роботи кожної одиниці техніки для них дуже актуально. Найчастіше в таких підприємствах формування комплекту машин відбувається без попередніх розрахунків з урахуванням фінансових можливостей підприємства на даний момент часу, не враховується, в яких системах буде працювати техніка і на скільки ефективно буде їх взаємодія.

Об'єкт дослідження - системи, що складаються з одноківшевого екскаватора і самоскидів при доставці ґрунту споживачеві.

Предмет дослідження - закономірності впливу техніко-економічних показників автомобілів на вироблення систем «екскаватор - самоскид» і «екскаватор -самоскиди».

Цілі і завдання дослідження.

розглянути спільне функціонування одноківшевого екскаватора і самоскидів з позицій системного підходу;

розробити класифікацію систем функціонування екскаваторів і автотранспортних засобів;

встановити закономірності впливу техніко-експлуатаційних показників роботи самоскидів на продуктивність систем і екскаватора зокрема.

					ДІПТ. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. АНАЛІЗ ПЛАНУВАННЯ РОБОТИ ЕКСКАВАТОРНИХ КОМПЛЕКСІВ

1.1. Тенденції розвитку механізації земляних робіт

Міжнародними організаціями відзначається, що темпи розвитку України стримуються недостатнім розвитком транспортної інфраструктури. Остання повинна випереджати розвиток економіки. Перш за все, державна політика спрямована на формування опорної транспортної мережі. Її будівництво та капітальний ремонт пов'язаний з великими обсягами земляних робіт. Існуючі потужності будівельних організацій, оснащених застарілою і зношеною технікою, не зможуть забезпечити і частини цих обсягів робіт. Слід йти по шляху реалізації ресурсозберігаючої політики, розвитку інноваційних технологій і докорінного оновлення машинного парку. У той же час необхідно враховувати і надзвичайно обмежені можливості будівельних організацій у вирішенні проблеми підвищення продуктивності праці. За роки перебудови і занепаду збільшився розрив між світовим і вітчизняним рівнями розвитку техніки, зносився колишній технічний парк, вичерпаний амортизаційний фонд, який призначався для оновлення техніки і переозброєння галузі. Тому підвищення продуктивності праці і поліпшення виробничо-економічних показників при виробництві земляних робіт в складних та екстремальних умовах транспортного будівництва є актуальною задачею.

У Національній транспортній стратегії України на період до 2030 року головним чином приділяється увага створенню опорної транспортної мережі і виділяються найбільш важливі проекти розвитку транспортної інфраструктури.

Для впровадження Стратегії будуть виконані завдання за такими основними напрямками:

					ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

конкурентоспроможна та ефективна транспортна система;
інноваційний розвиток транспортної галузі та глобальні інвестиційні проекти;

безпечний для суспільства, екологічно чистий та енергоефективний транспорт;

безперешкодна мобільність та міжрегіональна інтеграція.

Серед переліку завдань, що необхідно виконати для розв'язання проблем є будівництво та реконструкція автомобільних доріг та залізниць.

Досвід транспортного будівництва України, а також вкрай мала кількість цільових публікацій в останні півтора-два десятиліття не дають достатнього фактичного матеріалу для аналізу розвитку засобів механізації та способів виробництва земляних робіт. Тому звернемося до досягнень 80-х років минулого століття, використовуючи фактичні дані мехколон на залізничному будівництві.

Починаючи з 50-х років чітко визначилася етапність зміни методів споруди земляного полотна. Хронологічно - це періоди 1946-1955 рр, 1956-1965 рр, 1966-1975 рр і 1976-1987 рр. Вихід на кожен новий етап супроводжувався підйомом рівня техніко-економічних показників роботи мехколон. (Табл. 1.1).

Таблиця 1.1 Зростання виробництва мехколон по етапах розвитку механізації земляних робіт

Етапи механізації земляних робіт по рокам	Рівень механізації, %	Середня місткість ковша екскаваторного парку, м ³	Річне виробництво мехколон, тис. м ³	Збільшення річного виробництва. %
1946-1955	92	0,5	350-500	-
1956-1965	95	0,65	600-700	52
1966-1975	99,3	0,85	800-1000	38
1976-1987	99,7	1	1100-1700	55

Дослідженнями встановлено тісні залежності між сумарною місткістю ківшів екскаваторного парку і річною програмою робіт мехколон, а також вплив цих факторів на все техніко-економічні показники їх роботи. Були визначені оптимальні розміри сумарних ємностей ківшів екскаваторного парку і річних програм робіт мехколон, що дають найвище значення економічних показників роботи мехколон. Середні фактичні значення цих величин, встановлені на основі статистичних даних, близькі до оптимальних (граничних) їх значень (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Оптимальні потужності екскаваторного парку і річного виробітку мехколон по етапах розвитку механізації земляних робіт

Етапи механізації земляних робіт по роках	Середня фактична сумарна ємність ківшів екскаваторного парку мехколони, м ³	Оптимальна сумарна ємність ківшів, м ³	Оптимальні річні обсяги робіт, тис.м ³
1956-1965	3,5-4,0	4,5-5,0	1000-1200
1966-1975	4,5-7,0	5,5-7,5	1200-1400
1976-1987	7,5-9,0	8-10	1800-2200

Приріст річного виробітку мехколон на всіх етапах розвитку механізації здійснюється, головним чином, за рахунок збільшення потужності екскаваторного парку. У той же час, як показав досвід, зростання парку машин і їх одиничної потужності не забезпечує пропорційного зростання продуктивності праці, а в ряді випадків навіть веде до збільшення витрат праці. Зростання механізації в його традиційних формах і застосування у технологічних схемах до 90-х років в основному вичерпали можливості подальшого значного підвищення техніко-економічних показників будівництва.

У зв'язку з цим на порядок денний постало (і залишається актуальною зараз) завдання розробки нових методів виробництва земляних робіт. Аналіз

									ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						10

тенденцій і можливостей сучасних засобів механізації показує, що при перспективному плануванні слід орієнтуватися на застосування більш потужної техніки. Критерій мінімізації вартості робіт не завжди є визначальним. Пріоритет часто переходить до прискорення темпу будівництва, підвищення продуктивності праці і, відповідно, до зниження трудомісткості.

Закордонній досвід може служити певним орієнтиром при виборі перспективних напрямків розвитку методів виробництва земляних робіт.

Вивчення літературних джерел дозволяє зробити висновок, що в області механізації земляних робіт основні тенденції складаються в збільшенні потужності, швидкості і маневреності дорожньо-будівельних машин, в широкому застосуванні навісного обладнання, в максимальному використанні машин за часом, в зниженні витрат на їх обслуговування і експлуатацію.

Основними особливостями організації і способів виробництва земляних робіт є:

- широке (до 80% загального обсягу) застосування машин пошарового різання (скреперів, бульдозерів);
- заміна дорогих однокішшових екскаваторів навантажувачами дешевшими як у виготовленні, так і в експлуатації;
- використання потужних розпушувачів замість буропідривних робіт;
- застосування транспортних засобів підвищеної вантажопідйомності;
- підбір машин за типами і в комплектації, найбільш раціональної для конкретних умов і обсягів робіт;
- в специфічних випадках - транспортування ґрунту за допомогою барж і стрічкових конвеєрів.

Наведемо ряд прикладів високопродуктивного використання різних видів машин і технологічних комплексів.

									ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						11

Висока продуктивність машин (і продуктивність праці) досягається при використанні потужної землерийно-транспортної техніки і раціональних технологічних схем. Так, змінне вироблення одного скрепера з ємністю ковша 18- 21 м³ при дальності візки 600-700 м досягає 900-1000 м³. У США на зведенні великої земляної греблі (4,6 млн. м³) середній виробіток одного робітника механізованого комплексу з автосамоскидів вантажопідйомністю 45 - 100тонн землевозів становила в зміну 15 00-1600 м³.

Бульдозери, навантажувачі успішно конкурують з екскаваторами. Визначилася чітка тенденція заміни кар'єрних екскаваторів колісними навантажувачами кар'єрного типу. Вони особливо ефективні при завантаженні великовантажних автосамоскидів. За даними фірми «Катерпіллар» (США) завантаження самоскида 35 т навантажувачем 4,6 м³ проводилася за 2-2,5 хв (4-5 циклів). Такий навантажувач замінює кар'єрний екскаватор з ємністю ковша 4 м³, вартість якого в 4-5 разів перевищує вартість навантажувача.

У зарубіжній практиці дорожнього будівництва вже в 60-і роки почали широко використовувати одноковшові навантажувачі (США, Канада, Фінляндія, Японія та ін.). Навантажувачі в поєднанні з розпушувачами і бульдозерами успішно застосовувалися при розробці ґрунтів значної щільності. Виконання робіт за цим типом техніки обходиться приблизно в два рази дешевше, ніж екскаваторами. При виконанні зосереджених обсягів робіт розробку і транспортування ґрунту здійснюють екскаваторного-автомобільними комплектами. Одноковшеві екскаватори та навантажувачі використовують в комплекті з великовантажними автосамоскидами вантажопідйомністю до 45 т і землевозами з кузовом місткістю до 50 м³. Оптимальним співвідношенням ємності ковша екскаватора (навантажувача) і ємності кузова транспортних засобів вважається 1: 3 - 1: 5.

					ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

З кінця 70-х років навантажувачі почали впроваджуватися і в виробництво робіт по спорудженню земляного полотна залізниць. Однак у зв'язку з незначними масштабами залізничного будівництва, що здійснюється ними, обсяг робіт був незначний.

Більшій популярності набувають екскаватори-навантажувачі, завдяки своїм обладнанням.

Інноваційною розробкою в області будівельної техніки був перший в світі гібридний екскаватор, випущений японським брендом Komatsu в 2008 році. Як і у традиційних моделей, в роботі всієї конструкції використовуються механічні приводи і дизельний двигун, в той час як для пересування застосовується гібридна установка. За допомогою електроприводу накопичується енергія під час поворотів робочої конструкції екскаватора навколо своєї осі. Відбувається перетворення механічної енергії в електричну і накопичення її в конденсаторі. У 2012 році моделі екскаваторів з гібридною установкою з'явилися у компанії Caterpillar.

1.2 Тенденції в транспортному будівництві

До останнього часу основним джерелом ґрунту для влаштування тіла насипу були резерви. Такий спосіб влаштування насипу, особливо для доріг державного призначення, йде в минуле, оскільки це веде до заболочування придорожніх смуг, зниження стійкості тіла насипу і морозного здимання. Тому в зарубіжному і вітчизняному будівництві, особливо з позиції екологічних вимог, підвищення надійності і довговічності доріг змінюються підхід до проектування і способу будівництва.

Починає переважати підхід, коли:

- тіло зводиться в основному з піску і супіску;

					ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

- розробку ґрунту ведуть в віддалених від траси кар'єрах, тобто використовують привізної ґрунт; основними машинами для спорудження земляного полотна автодороги стають одноковшевий екскаватор «зворотна лопата» і землевози - автосамоскиди-дорожники і позашляхові машини підвищеної прохідності (по тимчасовим ґрунтових дорогах);

- скорочується застосування бульдозерів і скреперів, а також практично не використовуються грейдер-елеватори.

Екскаватори «пряма лопата», скрепери і бульдозери великої потужності найбільш доцільно застосовувати при поздовжньому переміщенні ґрунту, тобто при спорудженні земляного полотна методом «з виїмки (кар'єра) в насип». При цьому використовується наступна техніка:

- при переміщенні ґрунту на малі відстані (до 100 м) використовується бульдозер;

- при середній відстані переміщення ґрунту (200-1500м) застосовуються скрепери;

- при відстані більше 1,5 км - екскаватор «пряма лопата» в комплекті з землевозами.

Що стосується вартості спорудження земляного полотна при використанні екскаватора «зворотна лопата», то основними витратами є:

- розробка і транспортування ґрунту;
- зволоження і ущільнення ґрунту в тілі земляного полотна;
- будівництво та утримання тимчасових ґрунтових (технологічних) доріг чи зміст існуючих автодоріг.

Значно меншу частку займають витрати на:

- пошарове розподіл ґрунту і пошарове профілювання;
- планування (і ущільнення) укосів земляного полотна;

									ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						14

- контроль якості робіт, охорону, транспортування техніки та інші роботи.

Оптимальним типорозміром екскаватора і землевозів можна вважати такий, яке забезпечує мінімальну вартість м³ (1000 м³) за зміну. Відповідно до цього визначається оптимальна годинна продуктивність одного потоку техніки (технологічного комплексу).

Провідною машиною в потоці зазвичай приймається екскаватор. При виборі (визначенні) типорозміру екскаватора керуються його продуктивністю. Продуктивність розраховується виходячи з ємності ковша і тривалості робочого циклу з урахуванням прийнятого коефіцієнта завантаження ковша і коефіцієнта використання екскаватора протягом зміни.

Основними факторами, що визначають вартість розробки і транспортування ґрунту, є:

- витрата палива машинами (екскаватором і автосамоскидами), які безпосередньо залежить від потужності двигуна і маси машини;
- вартість машин.

Практикою визначилося найкраще співвідношення основних параметрів екскаватора (навантажувача) і автосамоскида. Автосамоскиди (шляховики і позашляховики) підбираються з умови завантаження в них 4-6 ковшів екскаватора (навантажувача). При меншій кількості ковшів небезпечно збільшується ударна навантаження на шасі землевоза. При більшій кількості ковшів зростає тривалість простою самоскида під завантаженням і, відповідно, знижується його продуктивність.

Даються такі рекомендації щодо формування технологічних комплексів:

									Арк.
									15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДІП. 631000. 311. МРПЗ				

- при ємності ковша екскаватора 1,2 м³ слід використовувати дорожні автосамоскиди вантажопідйомністю від 9 до 13т (з навантаженням в кузов відповідно від 4 до 6 ківшів);

- при ємності ковша навантажувача 3,0 м³ слід використовувати позашляхові автомобілі-самоскиди з вантажопідйомністю від 16 до 26 т;

- при наявності дорожніх автомобілів-самоскидів вантажопідйомністю від 9 до 11т слід використовувати екскаватор 1,2 м³ або навантажувач з ковшем 1,65 м³;

- при наявності позашляхових автомобілів-самоскидів вантажопідйомністю 26 т слід використовувати екскаватори з ковшем ємністю 2,4 м³ (6 ківшів в кузов) або з ківшом ємністю 3,0 м³ (5 ківшів в кузов).

Також слід зазначити, що найкращі техніко-економічні показники роботи досягаються при формуванні комплексів тільки великовантажними автосамоскидами. При цьому зі зменшенням дальності зростає важливість ув'язки потужності навантажувальних засобів з вантажопідйомністю автомобіля. При наявності необхідного числа машин, грамотною організації праці і якісних дорогах такі комплекти за 10-годинну зміну можуть перевозити на відстань 7-10 км і укладати 900-1000 м³ ґрунту.

В цілому результати аналізу практичних показників дозволяють зробити наступний висновок.

1. Великовантажні самоскиди можуть успішно застосовуватися не тільки на малих (2-3 км), але і на середніх і великих відстанях візки ґрунту.

2. Зі збільшенням вантажопідйомності самоскидів і дальності перевезення вантажу економічна перевага великовантажних машин зростає і, в сприятливих умовах експлуатації, стійко зберігається.

					ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До технологічних причин зниження продуктивності машин будівельники відносять змерзання ґрунту, погані шляхи.

До організаційно-технологічних причин можна віднести такі як:

- технологічна неузгодженість параметрів машин виробничо-технологічної комплексів;
- технологічна неузгодженість показників застосування землерийних комплексів з будівельними характеристиками об'єктів робіт, чому сприяє відсутність ППР, ПОР.

1.3 Дослідження наукових праць планування роботи екскаваторних комплексів та планування роботи екскаваторів на практиці в організаціях і підприємствах

З проведеного аналізу стану питання в навчальній і науковій літературі можна зробити наступний висновок:

Найбільш поширена в науковій літературі математична залежність для визначення продуктивності екскаватора, що враховує вплив на продуктивність екскаватора всіх, досліджених раніше факторів, описує функціонування екскаватора з позицій безперервності процесу екскавації при роботі в системі «екскаватор - відвал». Годинна експлуатаційна продуктивність екскаватора в м / ч з урахуванням різних факторів показана в формулі (1.1).

$$P_e = \frac{3600}{T_{ц}} q_{ке} \frac{k_H}{k_p} k_{п} k_{т} k_{нал} k_{вр} k_{м}, \quad (1.1)$$

де $q_{ке}$ - місткість ковша екскаватора, м³;

$T_{ц}$ - тривалість циклу роботи, с;

k_H - коефіцієнт наповнення ківшу;

					ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

k_p - коефіцієнт розпушення ґрунту;

k_{Π} - коефіцієнт впливу пересування;

k_T - коефіцієнт впливу транспорту;

$k_{\text{нал}}$ - коефіцієнт налипання на внутрішню поверхню ковзання вологого ґрунту [13];

$k_{\text{вр}}$ - коефіцієнт використання робочого часу, (умовно його приймають 0,75-0,80 []);

k_m - коефіцієнт, який враховує кваліфікацію машиніста (для будівельних універсальних екскаваторів приймають рівним 0,86) [] .

Продуктивність екскаватора за зміну дорівнює $\Pi_{\text{зм}}$, де Π_e - годинна продуктивність екскаватора; $T_{\text{зм}}$ - час зміни.

$$\Pi_{\text{зм}} = \Pi_e T_{\text{зм}} \quad (1.2)$$

З урахуванням об'ємної маси ґрунту ν експлуатаційна продуктивність екскаватора за зміну в тонах визначається за формулою:

$$\Pi_{\text{зм}} = \frac{3600}{T_{\text{ц}}} q_{\Gamma} \nu \frac{k_{\text{н}}}{k_p} k_{\Pi} k_T k_{\text{нал}} k_{\text{вр}} k_m T_{\text{зм}}, \quad (1.3)$$

де q_{Γ} - геометрична ємність ковша екскаватора, ν - об'ємна маса ґрунту, т / м³.

Наведена формула не враховує взаємодію екскаватора з іншими учасниками функціонування системи і не враховує кількість автотранспортних засобів, тому прийнятна тільки для системи «екскаватор - відвал».

В роботі запропонована змінна експлуатаційна продуктивність комплекту машин , яка визначається за формулою (1.3). Як зазначалося раніше,

					ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

автор обмежується розглядом регулярних потоків надходження автосамоскидів на навантаження, тобто коли інтервал подачі автомобілів під навантаження дорівнює відношенню часу обороту автомобіля на час, що витрачається на одне навантаження. Однак, при функціонуванні одноківшевого екскаватора в системі «екскаватор - один самоскид» визначити продуктивність одноківшевого екскаватора за формулою (1.3) неможливо.

Насправді ж час роботи екскаватора і автомобіля різний, це показано на рисунку 1.1.

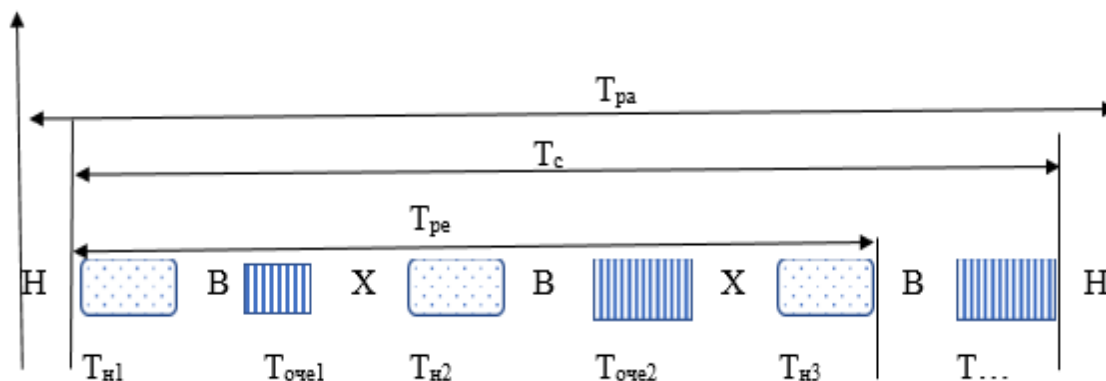




Рис. 1.1 Розподіл часу роботи екскаватора в часі роботи системи –  навантаження,  - розвантаження; В, Х - рух автомобіля з вантажем і без вантажу відповідно; Н - нульові пробіги (з парку в пункт навантаження і з пункту розвантаження в парк); T_c - час роботи системи відповідно; $T_{ра}$, $T_{ре}$ - час роботи екскаватора і автомобіля відповідно; T_{H_i} - час i -й навантаження; $T_{оче}$ - час очікування екскаватором повернення автомобіля під чергову навантаження.

Як видно з Рис 1.1 час роботи самоскиду більше, ніж час роботи системи на величину часу нульових пробігів, а час роботи екскаватора менше, ніж час роботи системи на величину часу навантаженого пробігу і розвантаження

автомобіля. При розробці моделі опису функціонування системи «одноковшевий екскаватор - самоскид» необхідно цей факт враховувати.

Земляні роботи виконуються одноковшевими екскаваторами при розробці ґрунту у відвал або в земляну споруду при:

- водогосподарському, нафтегазоводному і дорожньому будівництвах;
- в промисловому і житловому будівництвах під час риття котлованів з транспортуванням ґрунту самоскидами в заданий місце;

- в добувній промисловості, коли необхідно доставити ґрунт споживачеві: дорожно-будівельної організації (наприклад, при зведенні земляного полотна);

- на переробній (гірничо збагачувальний комбінат, цегельний завод, завод залізобетонних виробів і т.і.).

У дорожньо-будівельних організаціях, в організаціях промислово-цивільного будівництва виробництвом і плануванням робіт займаються виробничо-планові відділи:

- розробляють проекти виконання робіт, технологічні карти, плани-графіки виконання робіт, календарні графіки, наряди завдання ;

- складають відомості потреби матеріалів, кошторисну документацію, титульні списки, калькуляції;

- проводять списання основних матеріалів, перевірку накладних, що пред'являються сторонніми організаціями, приймання якості виконаних обсягів робіт, розрахунок відомості договірної ціни на будівництво;

- аналізують виробничо-економічні показники за місяць.

Згідно з технологічними схемами промислово-цивільного та дорожнього будівництва одноковшеві з дизельним двигуном екскаватори виконують земляні

					ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

роботи на початковому етапі будівництва. Від успішного проведення цих робіт залежать темпи будівництва, якість і собівартість кінцевих об'єктів будівництва.

При обслуговуванні екскаватором транспортних засобів пріоритет віддається машинам, які здійснюють перевезення ґрунту за довгостроковими договорами, так як вони працюють в єдиному технологічному ланцюжку з декількома самоскидами і простої в очікуванні вільного екскаватора призводять до збою в системі «екскаватор - самоскид»

Аналіз практики планування роботи систем функціонування екскаваторів спільно з самоскидами показує, що недоліки планування і відсутність поточного і оперативного планування полягають в тому, що розроблені раніше теоретичні положення часто не відповідають практиці. Тому необхідно розглянути опис функціонування екскаваторів і математичні моделі, які можуть застосовуватися при плануванні і аналізі роботи екскаваторів при взаємодії з самоскидами.

Висновки по розділу

1. Прогнозується інтенсивне зростання обсягів транспортного будівництва, що вимагає, зокрема, збільшення виробничої потужності будівельних організацій щодо виконання земляних робіт. Рішення проблеми слід шукати, перш за все, на шляхах розробки та впровадження високопродуктивних та ресурсозберігаючих технологій.

2. Ретроспективний аналіз за 60-річний період свідчить, що головна тенденція розвитку механізації земляних робіт в транспортному будівництві полягає в підвищенні потужності (місткості ківшу) екскаваторів і вантажопідйомності самоскидів, а також в застосуванні автонавантажувачів. Добрі результати дає застосування великовантажних самоскидів вантажопідйомністю від 27 до 40 т. Взимку та літній періоди, при малої,

					ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

середньої і дальніх перевезеннях ґрунту вони, в порівнянні з 10-14-тонними, самоскидами забезпечують підвищення продуктивності в 1,5 -1,8 раз.

3. Необхідно розглянути спільне функціонування одноківшевого екскаватора і самоскидів з позицій системного підходу з метою встановлення закономірностей впливу техніко-експлуатаційних показників роботи самоскидів на продуктивність систем і екскаватора зокрема.

					ДІПТ. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

2. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕКСКАВАТОРНИХ КОМПЛЕКСІВ

2.1 Обґрунтування застосування системного підходу в дослідженнях

Машина для розробки ґрунту, у тому числі і одноковшеві з дизельним двигуном екскаватори, є одним з основних видів техніки, яка використовується при видобутку корисних копалин, виробництві будівельних матеріалів, у вугільній промисловості та ін.

Земляні роботи є важливою складовою частиною будівництва інженерних споруд. Залежно від типу споруджуваного об'єкта, їх частка коливається від 3-5 до 80-90% загального обсягу будівельних робіт [].

У будівництві функціонування одноківшових екскаваторів і транспортних машин обмежена термінами проведення підготовчих робіт і витратами на проведення цих робіт:

$$Z_{\text{ПР}} = C_{\text{М.ч.}} \cdot AЧ_{\text{Р}}, \quad (2.1)$$

де $Z_{\text{ПР}}$ – наведені витрати при експлуатації машини,

$C_{\text{М.ч.}}$ – вартість машино-години роботи машини.

$$AЧ_{\text{Р}} = \frac{Q}{P_{\text{е}}}, \quad (2.2)$$

де Q – обсяг робіт на об'єкті,

$P_{\text{е}}$ – часова продуктивність машини.

Зниження витрат на будівництво і термінів дуже актуально в сучасних економічних умовах. Однак в літературі, присвяченій вивченню функціонування одноківшових екскаваторів до основних показників, що визначають умови експлуатації, належать фізико-механічні та властивості міцності ґрунту (тип, зчеплення, кут тертя); параметри, що визначають рельєф місцевості і будівельного об'єкта (обсяг робіт, дальність транспортування ґрунту) і ін.

					ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У зв'язку з цим для підвищення ефективності функціонування екскаваторів, зокрема підвищення їх продуктивності, в цих роботах досліджуються питання, спрямовані на:

— збільшення q (вдосконалення конструкції ковша, застосування захватів, технологічні прийоми, що сприяють збільшенню завантаження ковша, заходи спрямовані на зниження опору ґрунту копання та ін.);

— зниження $T_{ц}$, (вдосконалення робочого обладнання, системи важеля, підвищення потужності екскаватора, що сприяє підвищенню швидкості виконання операцій) [].

Аналізуючи представлені в різних джерелах моделі опису роботи одноківшового екскаватора, можна відзначити, що вони відповідають роботі екскаватора в замкнутій системі «екскаватор-ґрунт», тобто коли ґрунт йде у відвал (при ритті траншеї, при зведенні земляного полотна дороги та ін.). Але якщо екскаватор або кілька екскаваторів працюють в кар'єрі спільно з автотранспортними засобами, їх роботу можна розглядати як безліч елементів, що знаходяться у відносинах і зв'язках один з одним, утворюють певну цілісність, єдність, тобто як систему []. Тобто продуктивність екскаватора залежить від роботи самоскидів, і в разі відсутності таких екскаватор буде змушений простоювати, при цьому його продуктивність буде дорівнює нулю.

Найбільшою мірою пред'явленим до дослідження вимогам відповідає системний підхід, в основі якого лежить розгляд об'єктів дослідження як систем, який сприяє виявленню різноманітних типів зв'язків у системах і зведенню їх в єдину теорію.

Системний підхід до вирішення питання опису взаємодії одноківшових екскаваторів і транспортних засобів означає облік взаємозв'язків всіх елементів системи «екскаватор - самоскид», вивчення окремих її видів як структурних

					ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

частин більш складної системи, виявлення ролі кожної з них в загальному процесі функціонування екскаваторів і самоскидів. Тобто уявлення об'єкта дослідження у вигляді системи дозволяє розглянути кожен клас у вигляді підсистеми, вбудованої в ієрархічно впорядковану структуру управління процесом взаємодії екскаваторів і транспортних машин.

Знаючи склад системи, її зв'язку із зовнішнім середовищем і взаємозв'язки всередині системи (початкові умови) можна скласти опис функціонування системи [].

Таким чином, при описі процесу взаємодії екскаваторів і транспортних машин, при організації, плануванні та управлінні їх роботою необхідний системний підхід, який дозволяє розглядати роботу екскаватора не ізольовано, а в рамках єдиного транспортно технологічного процесу.

Названі два аспекти системи - безліч предметів і безліч відносин з деякими характерними ознаками - є двома очевидними підставами для класифікації систем [].

Згідно поняттю «система», в загальному випадку під системою в групі об'єктів, де однією з ланок є екскаватор, слід розуміти сукупність реальних об'єктів, включаючи зв'язки між ними, які використовуються для доставки «грунту», що розробляється споживачам.

Розглядаючи «системи» з позицій організації та управління робочими процесами, можна помітити, що будь-яка з систем, яких би вона не була розмірів, являє собою сукупність навантажувальних і розвантажувальних пунктів, місць розробки «грунту» (корисних копалин), засобів і шляхів сполучення, підрозділів планування, аналізу та управління процесами розробки і доставки «грунту» споживачам.

					ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В цілому землерийні машини зі своїми об'єктами, що обслуговуються являють собою сукупність великої кількості систем різного виду, які в галузі розташовані в певному порядку (ієрархії) по відношенню один до одного.

Серед найбільш характерних рис ієрархічного порядку структур можна вказати на наступне:

— є відмінність на порядок величини в розмірах характеристичних елементів різних рівнів;

— що саме утворює елемент даного конкретного рівня - залежить від механізму впливу, існуючого на цьому рівні.

Для успішності аналізу необхідно, щоб розглянуте явище було в достатній мірі ізольованим. Для кожного рівня можна вказати відповідні поняття взаємодії, що визначають елемент, який виділити для аналізу. З викладеного випливає, що, розробляючи класифікацію, необхідно враховувати властивість ієрархії систем.

Системи можуть бути розділені на класи за різними ознаками і, в залежності від розв'язуваної задачі, можна вибирати різні принципи класифікації. Як приклади можна вказати класифікацію за рівнями складності К. Боулдинга, Поворова Г.Н. і класифікацію за складністю поведінки, запропоновану Флейшманом Б.С. У цих класифікаціях, як правило, кожен наступний клас включає в себе попередній і при цьому вказується, що однотипні властивості проявляються у більш складних систем в якісно новій формі. Це в повній мірі відноситься до землерийних машин, наприклад, якщо в системі «екскаватор - відвал» експлуатаційна продуктивність екскаватора повністю визначає ефективність системи, то в системі «екскаватор - самоскид - споживач» експлуатаційна продуктивність потенційно формує тільки процес «розробка ґрунту» і витрати часу на навантаження транспортних машин. Таким чином, елемент «екскаватор» повністю входить до складу системи більш високого рівня,

					ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

і його експлуатаційна продуктивність супроводжується новою якістю - навантаження. Сама ж продуктивність стає залежною від наявності та роботи транспортних машин (самоскидів).

Якісна зміна притаманна багатьом показникам і тому на кожному рівні виникають нові властивості, які не можуть бути виведені як сума властивостей елементів.

В даному випадку мета розглянутої нижче класифікації полягає в тому, щоб обмежити вибір підходів до відображення систем, виробити мову опису, найбільш підходящий для розглянутих далі систем.

2.2 Класифікація систем, в яких функціонує екскаватор

Залежно від таких ознак як: склад системи, тобто індивідуальна робота екскаватора або спільно з транспортними машинами які доставляють «ґрунт»; кількості працюючих екскаваторів і транспортних машин; закономірностей впливу зміни величин техніко-експлуатаційних показників на ефективність екскаваторів і систем в цілому; кількості обслуговуваних споживачів і їх розташування; необхідності врахування послідовності входження транспортних засобів в систему, можливості застосування різного математичного апарату і у відповідності з їх ієрархічним розташуванням згідно поведінки - системи, де провідною ланкою є екскаватор (екскаватори) можна розділити на:

системи першого рівня - «**екскаватор - ґрунт**» - екскаватор працює незалежно від інших екскаваторів і транспортних машин.

системи другого рівня - один екскаватор працює спільно з транспортними машинами, які здійснюють доставку розробленого і завантаженого екскаватором «ґрунту» споживачам. Аналізуючи процес взаємодії екскаватора з

					ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

транспортними машинами, можна сказати, що екскаватор працює в системі, яка включає в себе пункт навантаження, екскаватор, самоскиди, транспортні зв'язки, пункт розвантаження. В даному випадку продуктивність екскаватора збігається з продуктивністю системи, яка відповідає обсягу вантажу розробленого і перевезеного в системі. Провідною ланкою в цій системі є екскаватор, від якого залежить обсяг розробленого вантажу, а обслуговуючим - самоскид. Але, проте, в разі невиконання своїх обов'язків одним з учасників системи ніякого вантажу не рухається і тоді продуктивність повинна розглядатися стосовно до системи. Кількість завантаженого вантажу буде дорівнює кількості вивезеного вантажу, а продуктивність екскаватора буде визначатися продуктивністю системи. Отже, продуктивність екскаватора дорівнює продуктивності транспортного засобу. Це ж відповідає продуктивності системи.

системи третього рівня - екскаватор працює в складі групи екскаваторів спільно з групою транспортних машин (автомобілів). Це найбільш складна система і знаходиться на більш високому ієрархічному рівні. Робота екскаватора в цій системі залежить від функціонування безлічі учасників процесу взаємодії.

Системи «екскаватор - ґрунт» складаються з екскаватора і розробленого ґрунту, який екскаватор переміщує у відвал. Ефективність системи повністю визначається властивостями ґрунту і продуктивністю екскаватора. Тому для опису функціонування систем першого рівня цілком придатний опис роботи (продуктивності) викладений в роботах [.].

У системах другого рівня, як було вище сказано, екскаватор працює спільно з автотранспортними машинами, при цьому слід розрізнити наступні системи

Екскаватор працює спільно з одним автомобілем. Така система складається з пункту навантаження (екскаватора), автомобіля, пункту розвантаження (споживача) і транспортного зв'язку (рис. 2.1).

									ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						28

автомобілів під першу навантаження (розробку графіків входу обслуговуючих автомобілів в систему), у зв'язку з чим тривалість роботи кожного автомобіля різна і зменшується у кожного наступного на величину витрат часу на перше навантаження екскаватором попереднього автомобіля.

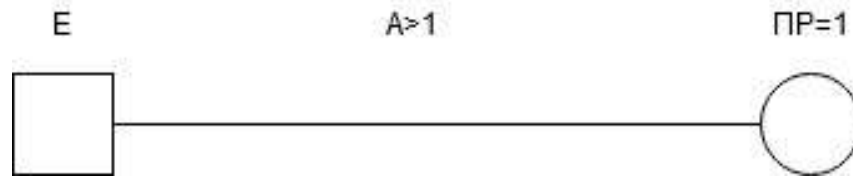


Рисунок 2.2 Схема технологічної системи - «екскаватор -самоскид - пункт розвантаження»

Такі системи можуть бути ненасиченими (по числу самоскидів), насиченими і перенасиченими.

Насиченою слід вважати таку систему, в якій інтервал руху самоскида (I_p) дорівнює ритму виконання вантажних робіт (R). З теорії вантажних автомобільних перевезень відомо, що додавання в систему ще одного самоскида неминуче створює чергу автомобілів при повторних навантаженнях або розвантаженнях, що не може надати позитивного впливу на роботу екскаватора і системи в цілому. Крім того, з екскаватором повинні працювати самоскиди певної вантажопідйомності, так якщо використовувати самоскиди малої вантажопідйомності, то можна максимально задіяти екскаватор за часом, але продуктивність екскаватора по ґрунту може зменшуватися.

Якщо в системі «екскаватор - самоскиди - пункт розвантаження» буде недостатня кількість самоскидів ($I_p > R$), то процес функціонування екскаватора буде супроводжуватися простоями. Це властивість *ненасичених* систем. І, навпаки, при $I_p < R$ система буде *перенасичена* і будуть простоювати самоскиди. Продуктивність екскаватора при цьому не збільшується.

									Діт. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						30

Як впливає з опису, всі властивості системи «екскаватор - самоскид - пункт розвантаження» знаходять своє місце в системі «екскаватор - самоскиди - пункт розвантаження», де в результаті застосування більшої кількості автомобілів виникають нові властивості, яких немає в системі «екскаватор - самоскид - пункт розвантаження». Отже, згідно теоретичними положеннями,

система «екскаватор - самоскиди - пункт розвантаження» за ознаками складності і складності поведінки відповідає більш високому рівню в ієрархії систем, в яких провідною ланкою є екскаватор, а тому для такої системи повинна бути розроблена своя модель, що враховує особливості її функціонування.

Аналіз дозволяє зробити висновок, що продуктивність системи дорівнює продуктивності групи самоскидів, і вона ж відповідає продуктивності екскаватора по «ґрунту».

Система, в якій екскаватор працює спільно з деякою кількістю самоскидів при доставці ґрунту на адресу кількох споживачів. Така підсистема складається з пункту навантаження (екскаватор), самоскидів, декількох пунктів розвантаження (споживачі) і транспортних зв'язків (рис. 2.3). Кількість самоскидів A , значно більше одиниці.

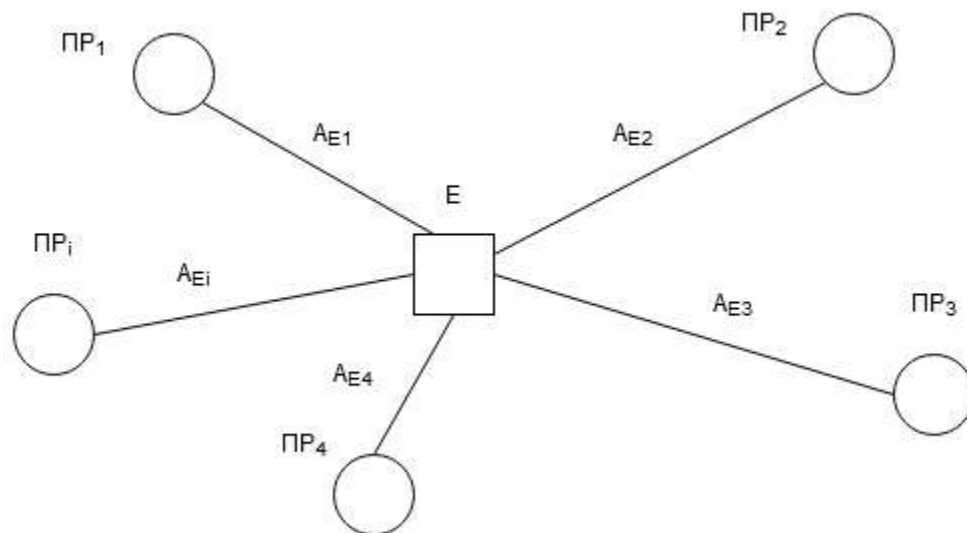


Рисунок 2.3 Схеми системи «екскаватор -самоскиди - пункти розвантаження»

- – екскаватор (пункт навантаження);
- _____ – транспортні зв'язки;
- – пункти призначення (розвантаження).

По своїй конфігурації системи «екскаватор - самоскиди - пункти розвантаження» (рис. 2.3) подібні радіальним автотранспортним системам. Кожна гілка загальної транспортної схеми точно відповідає транспортному зв'язку систем № 1 і № 2. Тому система № 3 включає в себе всі елементи систем № 1 і № 2 і додатково - кількість споживачів, число яких більше одиниці, і вони розташовані на різних відстанях по відношенню до ведучого елемента (екскаватора). Для даної системи необхідно розробляти не тільки графік входження самоскидів в систему, але і графіки (розклади) роботи самоскидів, щоб виключити можливі простої екскаватора і утворення черги самоскидів при повторних навантаженнях. У такій системі самоскид не обов'язково виконує доставку «грунту» тільки одному споживачеві. Володіючи всіма властивостями систем № 1 і № 2 і власними додатковими, система «екскаватор - самоскиди - пункти розвантаження» більш складна і займає наступне місце в ієрархії систем, де провідною ланкою є екскаватор.

Такі системи так само можуть бути ненасиченими, насиченими і перенасиченими.

Загальним для всіх систем другого рівня є те, що провідна ланка всіх систем представлено одним екскаватором. Розглядаючи всі системи другого рівня з позиції загальної теорії систем можна ще раз констатувати, що екскаватор є складовим елементом систем і його функціонування залежить від роботи

					ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Рис. 2.4 Схема системи «пункт навантаження - екскаватори - самоскиди - пункт розвантаження»

- працюють кілька екскаваторів, кілька самоскидів, кілька пунктів розвантаження

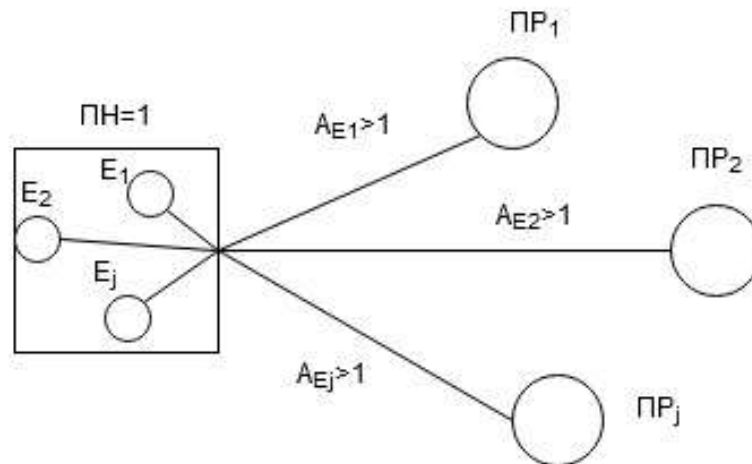
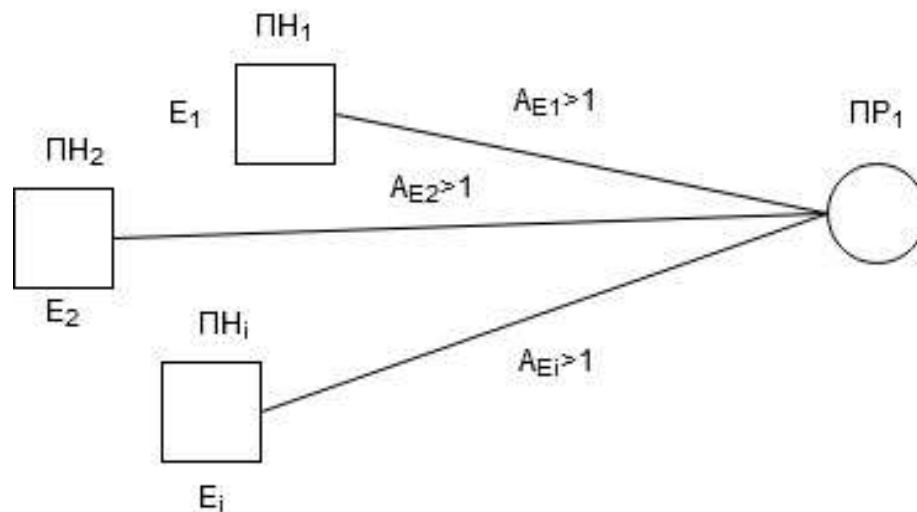


Рис. 2.5 Схема системи «пункт навантаження - екскаватори - самоскиди - кілька пунктів розвантаження»

- працюють кілька екскаваторів, по одному в декількох пунктах навантаження, кілька самоскидів, один пункт розвантаження



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Рис. 2.6 Схема системи «пункти навантаження - екскаватори - самоскиди - один пункт розвантаження»

- працюють кілька екскаваторів в декількох пунктах навантаження, кілька самоскидів, один пункт розвантаження

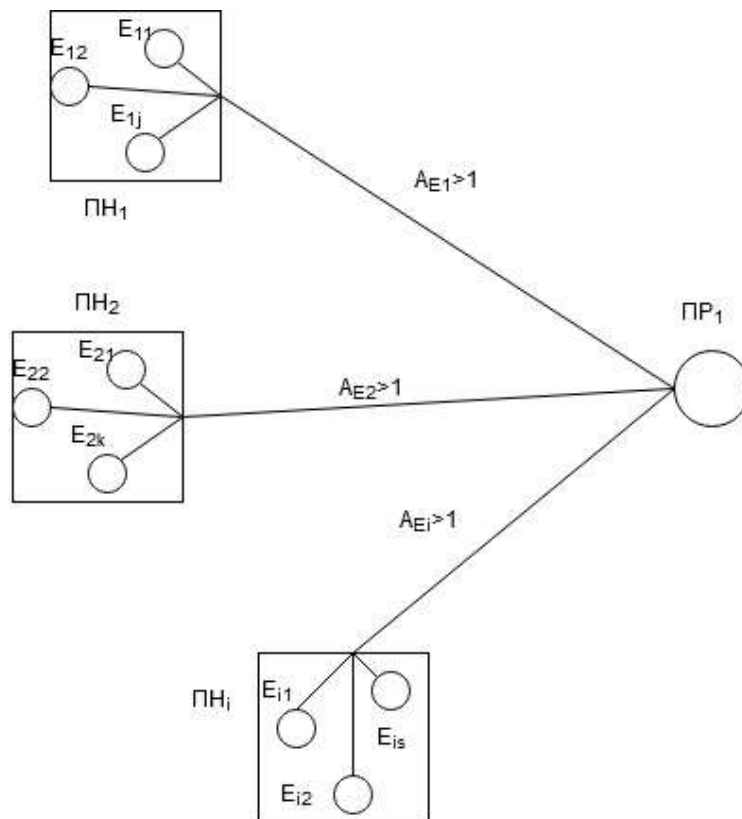


Рис 2.7 Схема системи «пункти навантаження - екскаватори - самоскиди - один пункт розвантаження»

- працюють кілька екскаваторів, по одному в декількох пунктах навантаження, кілька самоскидів, кілька пунктів розвантаження

					ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

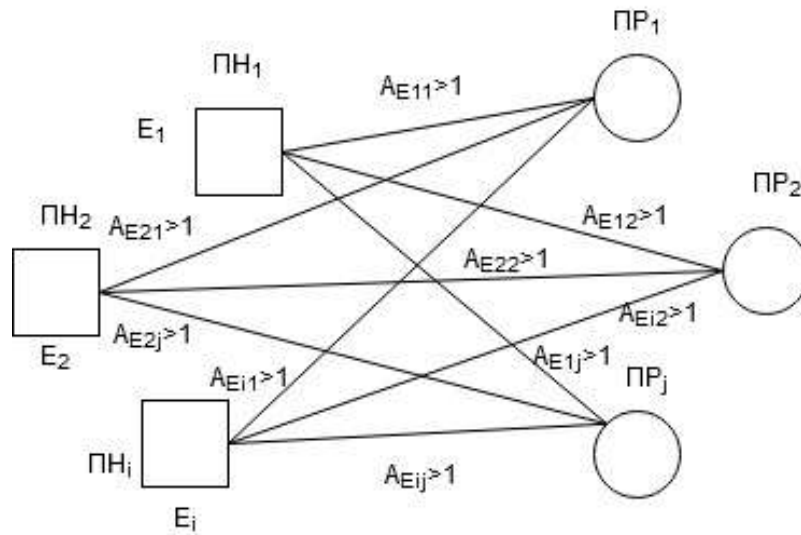


Рис. 2.8 Схема системи «кілька пунктів вантаження -
екскаватори - самоскиди - кілька пунктів розвантаження»

- працюють кілька екскаваторів в декількох пунктах навантаження, кілька самоскидів, кілька пунктів розвантаження (рис.2.9)

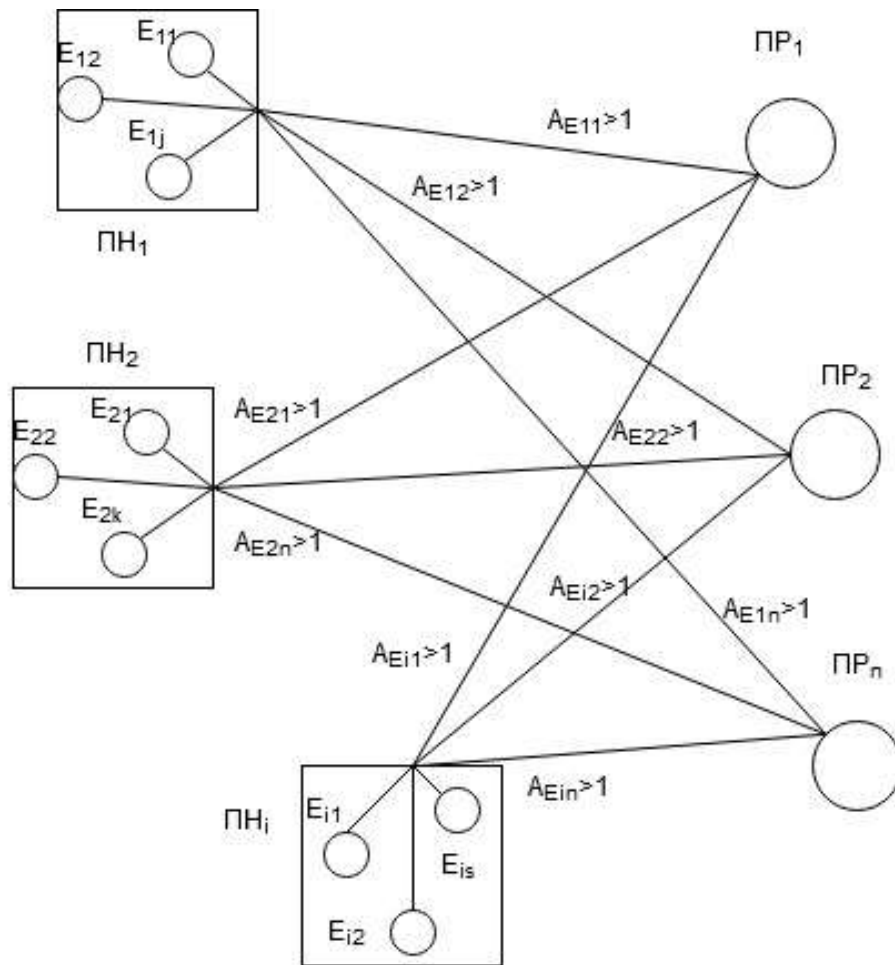


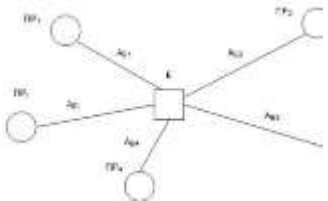


Рис. 2.9 Схема системи «кілька пунктів вантаження - екскаватори - самоскиди - кілька пунктів розвантаження»

Таким чином, продуктивність екскаватора визначається тією системою, в якій він буде працювати. З вище сказаного можна навести таку класифікацію систем функціонування екскаваторів і самоскидів (табл. 2.1):

									Арк.
									37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДІП. 631000. 311. МРПЗ				

Таблиця 2.1 Класифікація систем, в яких провідною ланкою є екскаватор

Найменування системи	Загальні класифікаційні ознаки	Класифікаційні ознаки		Транспортна схема перевезення вантажів	Особливості
		Загальні	Індивідуальні		
1	2	3	4	5	6
Система першого рівня	TC = 1, E = 1	-	-	-	$W_E = Q_C$
Система другого рівня	$N_{\Pi} = 1; E = 1; \beta = 0,5.$	TC = 1, $N_P = 1,$ $A_E = 1.$	$I_p > \frac{t_{ЦЕ} \cdot m}{3600},$ $t_{оч.А} = 0,$ $t_{оч.Е} > 0.$		$W_E = W_A = Q$
		TC = 1, $N_P = 1,$ $A_E > 1,$ $R = \max\{t_{\Pi}, I_p\}.$	Ненасичена $I_p > \frac{t_{ЦЕ} \cdot m}{3600},$ $t_{оч.А} = 0,$ $t_{оч.Е} > 0,$ $A_E < \frac{t_{о}}{I_d}.$		$W_E > W_A,$ $W_A < Q_C,$ $W_E = Q_C.$
			Насичена $I_d \leq \frac{t_{ЦЕ} \cdot m}{3600},$ $t_{оч.А} \geq 0,$ $t_{оч.Е} \geq 0,$ $A_E \geq \frac{t_{о}}{I_d}.$		
		TC = 1, $N_P = 1,$ $A_E > 1,$ $I_c = \frac{1}{\frac{1}{I_1} + \frac{1}{I_2} + \dots + \frac{1}{I_i}}$ $R = \max\{t_{\Pi}, I_p\}.$	Ненасичена $I_c > \frac{t_{ЦЕ} \cdot m}{3600},$ $t_{оч.А} = 0,$ $t_{оч.Е} > 0.$		$W_E > W_A,$ $W_A < Q_C,$ $W_E = Q_C.$
			Насичена $I_c \leq \frac{t_{ЦЕ} \cdot m}{3600},$		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

			$t_{Oч.A} \geq 0,$ $t_{Oч.E} = 0.$	
--	--	--	---------------------------------------	--

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
Система третього рівня	$TC > 1, E > 1, A_E > 1, \beta = 0,5.$	$N_{\Pi} = 1$ $S_{\Pi} > 1$	$N_p = 1$		Система масового обслуговування
			$N_p > 1$		
		$N_p = 1$	$N_{\Pi} > 1,$ $E_i = 1,$ $i = 1,2 \dots N_{\Pi}$		
			$N_{\Pi} > 1,$ $E_i > 1,$ $i = 1,2 \dots S_{\Pi}$		
		$N_{\Pi} > 1$ $N_p > 1$	$E_i = 1,$ $i = 1,2 \dots N_{\Pi}$		
			$E_i > 1,$ $i = 1,2 \dots S_{\Pi}$		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Примітка: T_C – кількість транспортних схем перевезень вантажів в системі; ПН – пункт навантаження; ПР – пункт розвантаження; N_{Π} – кількість пунктів навантаження; N_p – кількість пунктів розвантаження; S_{Π} – кількість постів навантаження; E – кількість екскаваторів в системі; A_E – кількість самоскидів системі; I_p – інтервал руху автомобілів; R – ритм пункту навантаження; $t_{Oч.А}$ – час очікування автомобілем початку навантаження; $t_{Oч.Е}$ – час очікування екскаватором під'їзду автомобіля під навантаження; β – коефіцієнт використання пробігу; W_E – вироблення екскаватора; W_A – вироблення самоскида; Q_C – вироблення системи.

2.3 Дослідження процесу функціонування систем «екскаватор - самоскиди»

Розглядаючи процес роботи екскаватора, з позицій загальної теорії систем можна зробити висновок, що в цьому випадку система складається з трьох елементів: «об'єкт, що розробляється - екскаватор - відвал». Прикладами таких систем є: риття котлованів, траншей та ін. У таких випадках робота (функціонування системи) не піддається впливу будь-яких технічних учасників процесу, а ґрунт, що розробляється екскаватор просто відправляє у відвал.

Згідно перерахованим вище формулам, процес виїмки ґрунту як би є безперервним протягом кожної години (рис. 2.10).

					ДІПТ. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

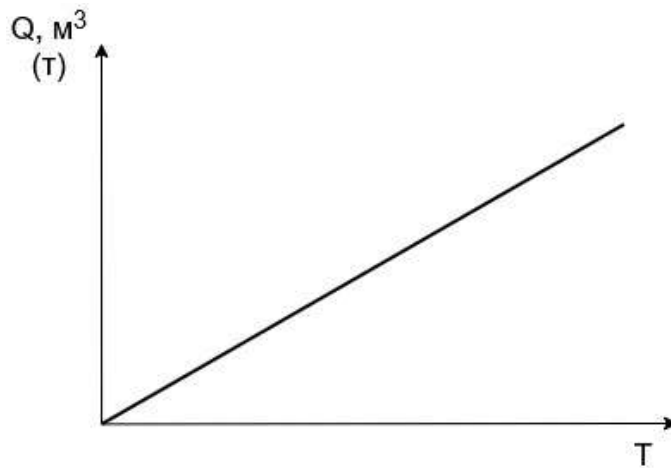


Рис. 2.10 Вироблення екскаватора при розробці ґрунту у відвал

Насправді ж він є неперервним. Перехід зазначеної системи із стану i в стан $i + 1$ відбувається під впливом виїмки чергової порції ґрунту і переміщенні її у відвал за час який дорівнює одному циклу.

Таким чином, стан системи «об'єкт, що розробляється - екскаватор - відвал» (далі «системи») щозміни починається зі стану S_0 (коли ще не виконано жодного циклу, тобто в відвал не відправлено ще жодного ковша ґрунту). Така система з плином часу змінює свій стан, переходячи послідовно зі стану S_0 в стан S_n , (коли викопано і поміщено в відвал n порцій ґрунту). Операції процесу роботи екскаватора розвиваються як випадкові події, характер і результат яких залежать від багатьох причин випадкового характеру. Перехід системи з одного стану в інший відбувається «стрибком», а так як кожен порцію ґрунту, вміщену в відвал можна перерахувати (пронумерувати), тобто процес роботи «системи» (екскаватора) є дискретним.

Розмічений граф стану «системи» (екскаватор) може бути представлений в наступному вигляді (рис. 2.11)

					ДІПТ. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Іншим типом системи, в якій працюють екскаватори, як показано в класифікації, є така система, де екскаватори взаємодіють з транспортними засобами. Наприклад, реально існують системи, де екскаватор, працюючи в кар'єрі, здійснює розробку ґрунту, навантаження його в самоскиди, які в свою чергу перевозять цей вантаж в пункти розвантаження. Найбільш проста схема системи така, коли вантаж (пісок, глина, щебінь, вугілля та ін.) Доставляється від одного екскаватора на адресу одного споживача.

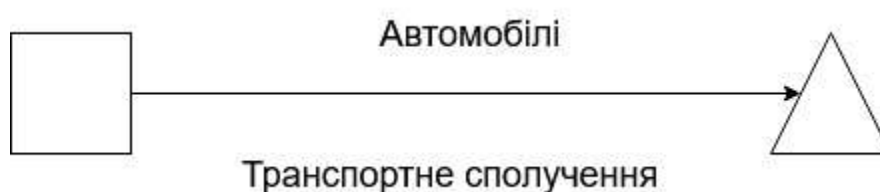


Рис. 2.12 Схема системи, де екскаватор взаємодіє з самоскидами: □ - екскаватор; △ - споживач (пункт розвантаження автомобіля).

Відповідно до представленої схеми екскаватор являє собою пункт навантаження, а працюючий там самоскид - засіб доставки вантажу і виробничий цикл закінчується в пункті призначення. Така система в результаті доставленої порції вантажу ($q\gamma$ - фактичне завантаження самоскиду) послідовно також переходить зі стану S_0 , коли не перевезено жодної порції вантажу (не виконана жодна поїздка), в стан S_z , коли виконана деяка кількість поїздок і, отже, доставлено кілька порцій вантажу.

Екскаватор в даній системі починає виробничий процес і працює до тих пір, поки не буде завантажений самоскид. Після цього робота його припиняється і починається знову з того моменту часу, коли під навантаження надійде черговий самоскид, або коли повернеться під повторне навантаження самоскид (в разі,

					ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

коли в системі використовується один самоскид). Кількість вантажу може бути пред'явлено споживачеві (замовникові) і виміряно тільки в пункті призначення після виконання поїздки. Отже, вся система переходить в цей момент часу в новий стан - доставлена чергова порція вантажу.

У проміжках часу між навантаженнями екскаватор не виконує ніякої роботи.

Згідно зі схемою «системи» (рис. 2.12) графічно послідовність роботи екскаватора і самоскида в продовження часу роботи «системи» представлена на рис. 2.13.

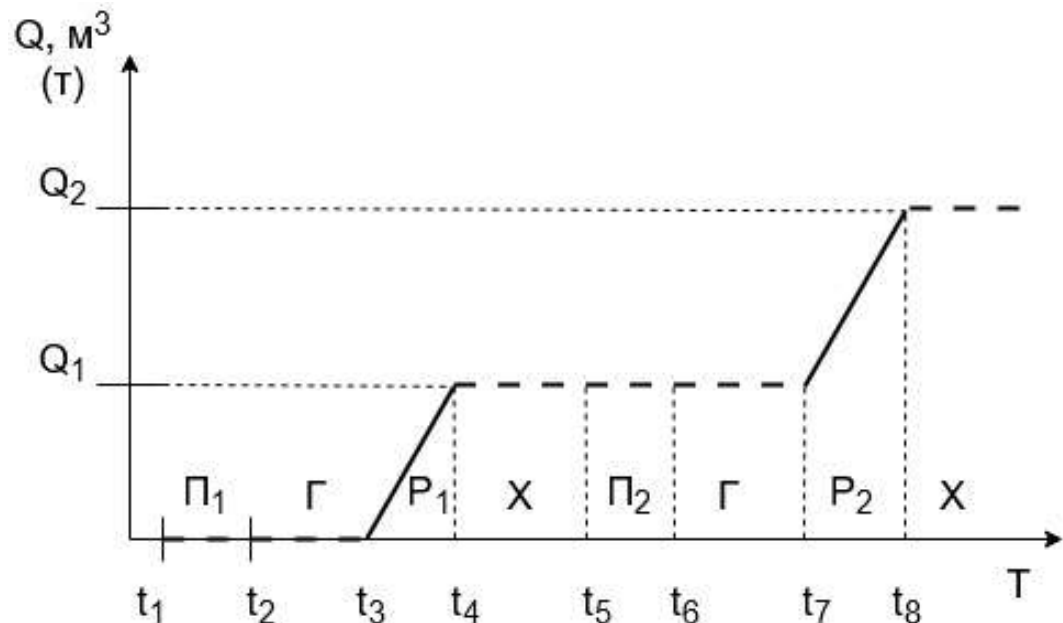


Рис. 2.13 Фактичне вироблення системи «екскаватор - самоскид»

П_і - і-е навантаження; Р_і - і-е розвантаження; Г - рух з вантажем; Х - рух без вантажу.

У момент часу t_1 до екскаватора під навантаження поданий автомобіль і в цей момент часу екскаватор почав процес розробки ґрунту або корисних копалин і поміщає цю порцію вантажу (рівну місткості ковша) в

					ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

кузов автомобіля. Процес вантаження самоскида триває до часу t_2 і в кузові автомобіля виявляється порція вантажу рівна

$$Q = q_{KE} \cdot m, \text{ м}^3(\text{т}) \quad (2.3)$$

де q_{KE} – ємність ковша екскаватора, $\text{м}^3(\text{т})$,

m – кількість циклів роботи екскаватора, необхідне для повного завантаження автомобіля $q\gamma$.

Згідно з рекомендаціями [9], величина $m = 3-6$.

$$m = \frac{q\gamma}{q_{KE}} \quad (2.4)$$

де q – вантажопідйомність автомобіля (ємність кузова), т (м^3)

γ – коефіцієнт використання вантажопідйомності.

У момент часу t_2 робота екскаватора в даній системі припиняється і знову відновлюється в момент часу t_5 і т. д. Таким чином, до моменту часу t_6 екскаватор здійснить друге навантаження і на адресу споживача буде направлено дві порції вантажу. Як впливає з опису і в цьому випадку робота екскаватора - це дискретний процес взаємопов'язаний з роботою самоскида, а тому не може бути описаний відомими залежностями.

Рух самоскида з вантажем починається з моменту часу t_2 і до моменту часу t_3 він рухається в пункт призначення, де відбувається звільнення від вантажу в момент часу t_4 . В цей же момент вантаж може бути перерахований (зважений та ін.), тому система «екскаватор - самоскид» перейшла стрибкоподібно в новий стан S_1 - виконана доставка (їздка) порції вантажу, що дорівнює фактичне завантаження застосовуваного самоскида. Як видно перехід такої системи зі стану в стан відбувається під впливом виконання доставки (їздки) в пункт

					ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

призначення порції вантажу, а так як кожен порцію (їздку) можна перерахувати, то виробничий процес системи «екскаватор - самоскид» є дискретним.

Якщо в системі є декілька самоскидів, що доставляють ґрунт на адресу одного споживача, то така система є закритою і пов'язаною, тобто всі самоскиди виконують свої операції послідовно один за одним.

Графічно послідовність роботи екскаватора протягом часу роботи системи «екскаватор - самоскиди» представлена на рис. 2.14.

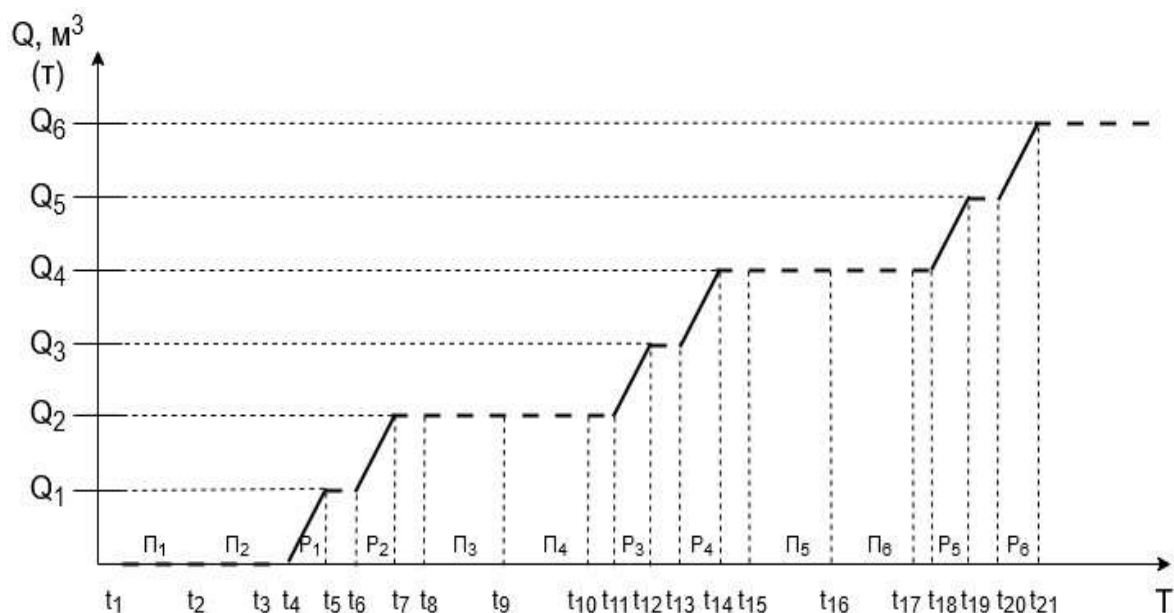


Рисунок 2.14 Фактичне вироблення системи «екскаватор - самоскиди»

П_i – i -е навантаження; Р_i – i -е розвантаження;

— - продуктивність першого самоскида;

— - продуктивність другого самоскида.

У момент часу t_1 до екскаватора під навантаження подано перший самоскид і в цей момент часу екскаватор почав процес розробки ґрунту і переміщення порції вантажу (рівну місткості ковша) в кузов першого самоскида. Процес навантаження першого самоскида триває до часу t_2 . У момент часу t_2 до

					ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

екскаватора під навантаження подається другий самоскид і в цей момент часу екскаватор починає процес розробки ґрунту і переміщення порції вантажу в кузов другого самоскида.

Рух з вантажем першого самоскида починається з моменту часу t_2 і до моменту часу t_4 він рухається з вантажем до пункту призначення, де відбувається звільнення від вантажу в момент часу t_5 . В цей же момент вантаж може бути перерахований (зважений та ін.), тому система «екскаватор - самоскиди» перейшла стрибкоподібно в новий стан S_1 - виконана доставка (їздка) першої порції вантажу, що дорівнює фактичному завантаженню застосовуваного самоскида.

Рух з вантажем другого самоскида починається з моменту часу t_3 і до моменту часу t_6 він рухається з вантажем до пункту призначення, де відбувається звільнення від вантажу в момент часу t_7 . В цей же момент система «екскаватор - самоскиди» перейшла стрибкоподібно в новий стан S_2 - виконана доставка (їздка) другої порції вантажу, що дорівнює фактичному завантаженню застосовуваного самоскида. Тобто в момент часу t_7 на адресу споживача доставлено дві порції вантажу.

Таким чином, перехід системи зі стану в стан буде відбуватися частіше, але все одно процес функціонування системи «екскаватор - самоскиди» є дискретним.

Для систем «екскаватор - самоскид» і «екскаватор - самоскиди» (див. рис. 2.13 і 2.14) розмічений граф стану виглядає аналогічно представленому на рис. 2.11.

					ДІПТ. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Подання про безперервність виробничого процесу функціонування екскаваторів не відповідає реальній роботі, що виконується в різних системах, особливо у взаємодії з автотранспортними засобами, а тому використання раніше розроблених положень і моделей опису роботи екскаваторів може призводити до помилкових рішень і результатів. Вони також не можуть успішно застосовуватися для правильної оцінки впливу зміни імовірнісних експлуатаційних факторів, що мають місце в різних виробничих системах, в складі яких функціонують екскаватори. Необхідно мати математичний апарат, при розробці якого в якості методологічної основи повинен бути використаний облік дискретності виробничого процесу в різних системах розробки і доставки вантажу.

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ НА РОБОТУ СИСТЕМИ «ЕКСКАВАТОР-САМОСКИД»

3.1 Методика проведення аналізу продуктивності системи «екскаватор-самоскид»

За моделлю, запропонованою проф. Кудрявцевим Е.М., продуктивність комплекту машин в зміну являє собою лінійну залежність (рис. 3.1) з виходом з початку координат.

					ДІПТ. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

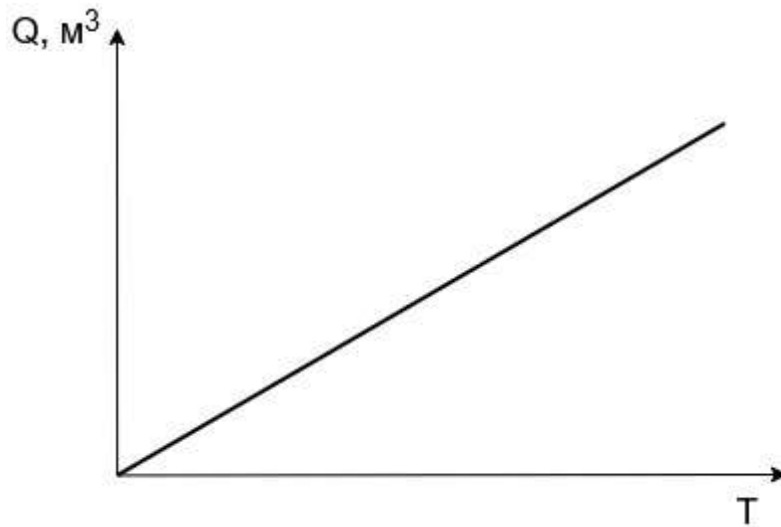


Рисунок 3.1 Продуктивність комплекту машин «одноковшевий екскаватор - самоскид» за існуючою теорією

Насправді ж як зазначено в п.2.3 вироблення системи «екскаватор - самоскид» має дискретний характер, а тому не може розраховуватися за існуючими моделями.

Так як функціонування одноковшового екскаватора залежить від подачі самоскидів і показників їх роботи, для створення моделі опису функціонування системи «екскаватор - самоскиди» необхідно провести аналіз впливу техніко-експлуатаційних показників роботи автомобілів на навантажувальний засіб - екскаватор і провести аналіз продуктивності системи в цілому.

У даній роботі аналізу піддається система «екскаватор - самоскид» при доставці ґрунту в один пункт розвантаження як показано на рисунку 3.2.

					ДІПТ. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

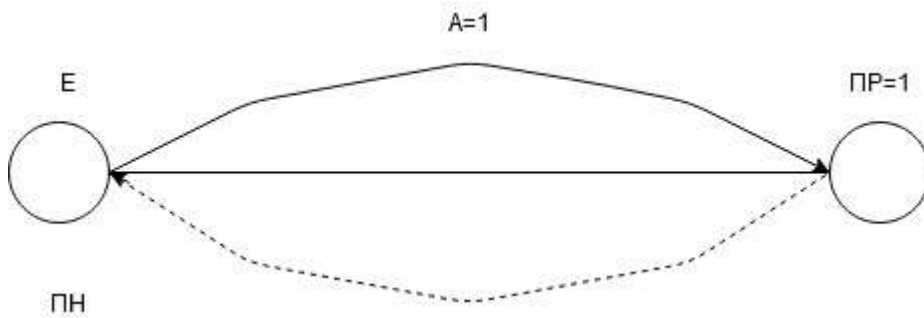


Рисунок 3.2 Схеми функціонування системи «екскаватор - самоскид - пункт розвантаження»,

Е - екскаватор, ПН - пункт навантаження,

А - самоскид, ПР - пункт розвантаження,

_____ - рух з вантажем, _ _ _ _ - рух без вантажу.

Відповідно до теорії вантажних перевезень, за зміну кількість тон вантажу, доставленого споживачеві, дорівнює

$$Q_{см} = q \cdot \gamma \cdot z_E, \quad (3.1)$$

де q - вантажопідйомність самоскиду, т,

γ - коефіцієнт використання вантажопідйомності самоскида,

z_E - кількість їздок самоскида.

$$z_E = \frac{T_c}{t_0}, \quad (3.2)$$

де T_c - час роботи системи;

t_0 - час обороту самоскида.

Продуктивність екскаватора за зміну залежить від часу обороту самоскида, тобто під час руху самоскида з вантажем, розвантаження і руху без вантажу під наступне навантаження екскаватор простоє в очікуванні самоскида. Час обороту самоскида дорівнює

$$t_0 = t_{\Pi} + \frac{2l_{нв}}{V_T} + t_B, \quad (3.3)$$

де $l_{нв}$ - довжина навантаженого пробігу, км,

					ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

V_T - технічна швидкість при русі з вантажем, км/год,

t_{Π} - час простою самоскида під навантаженням, год,

t_B - час простою самоскида під розвантаженням, год.

Час простою екскаватора в очікуванні прибуття самоскида під наступне навантаження дорівнює

$$t_{\text{оч.А}} = \frac{2l_{\text{нв}}}{V_T} + t_B. \quad (3.4)$$

Продуктивність екскаватора визначає час завантаження самоскида. Час простою самоскида під навантаженням залежить від часу циклу екскаватора

$$t_{\Pi} = t_{\text{ц.е}} \cdot m + t_M + t_{\text{о.д}} + t_{\text{оч.А}}, \quad (3.5)$$

де $t_{\text{ц.е}}$ - тривалість циклу екскаватора, год;

m - кількість ковшів ґрунту, які завантажуються в самоскид;

t_M - час на маневрування самоскида в пункті навантаження, год;

$t_{\text{о.д}}$ - час на оформлення документів, год;

$t_{\text{оч.А}}$ - час очікування самоскида навантаження, год. Для системи «екскаватор - самоскид» $t_{\text{оч.А}} = 0$.

Час навантаження самоскида t_{Π} , час руху з вантажем $t_{\text{дв.Г}}$, час розвантаження t_B , час повернення під повторне навантаження $t_{\text{дв.Х}}$ визначають кількість поїздок самоскида за зміну Z_E , тобто і кількість тон вантажу, вивезеного в системі.

Значить, продуктивність екскаватора визначається параметрами самоскида і типом системи.

Коефіцієнт використання вантажопідйомності самоскиду дорівнює

$$\gamma = \frac{q_{\Phi}}{q}, \quad (3.6)$$

					ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де q_{Φ} - фактичне завантаження (т).

Фактичне завантаження самоскида визначається як добуток маси ґрунту q_E , який навантажується екскаватором за один цикл в тонах, на кількість ковшів ґрунту m , необхідних для повного завантаження самоскида.

$$q_{\Phi} = q_E \cdot m, \quad (3.7)$$

Кількість тон ґрунту q_E , який навантажується екскаватором за один цикл, визначається як

$$q_E = q_{\Gamma} \cdot v \cdot k_H, \quad (3.8)$$

де q_{Γ} - геометрична ємність ковша екскаватора, м³;

v - об'ємна маса ґрунту, т/м³;

k_H - коефіцієнт використання місткості (наповнення) ковша, що залежить від ступеня розпушення ґрунту.

На фактичне завантаження самоскида впливають коефіцієнт наповнення ковша k_H , коефіцієнт розпушення ґрунту k_p , коефіцієнт налипання на внутрішню поверхню ковзання вологого ґрунту $k_{\text{нал}}$.

Отже, фактичне завантаження самоскида q_{Φ} дорівнює

$$q_{\Phi} = q_{\Gamma} \cdot v \cdot \frac{k_H}{k_p} \cdot k_{\text{нал}} \cdot m, \quad (3.9)$$

а кількість тон ґрунту, перевезеного за зміну [см. формули (3.1), (3.9)], становить

$$Q_{\text{см}} = q_{\Gamma} \cdot v \cdot \frac{k_H}{k_p} \cdot k_{\text{нал}} \cdot m \cdot z_E. \quad (3.10)$$

Кількість ґрунту, викопаного і доставленого в пункт розвантаження за зміну, може визначатися як в тонах, так і в кубометрах (в залежності від того, використовується в розрахунках показник об'ємна маса ґрунту чи ні).

Згідно з отриманою теоретичної залежністю

					ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{\text{см}} = q_{\Gamma} \cdot v \cdot \frac{k_{\text{н}}}{k_{\text{р}}} \cdot k_{\text{НАЛ}} \cdot m \cdot \frac{T_{\text{см}}}{\frac{2t_{\text{ГЕ}}}{V_{\text{T}}} + t_{\text{ЦЕ}} \cdot m + t_{\text{М}} + t_{\text{О.Д}} + t_{\text{В}}} \quad (3.11)$$

на вироблення системи «екскаватор - самоскид» впливають такі показники:

- час роботи системи (час зміни) $T_{\text{см}}$, год;
- середня технічна швидкість руху автомобіля V_{T} , км/год;
- час навантаження-розвантаження $t_{\text{ПВ}}$ або $(t_{\text{ЦЕ}} \cdot m + t_{\text{М}} + t_{\text{О.Д}} + t_{\text{В}})$, год;
- фактичне завантаження автомобіля q_{Γ} або $(q_{\Gamma} \cdot v \cdot \frac{k_{\text{н}}}{k_{\text{р}}} \cdot k_{\text{НАЛ}} \cdot m)$, т.

Для проведення аналізу впливу ТЕП автомобілів на вироблення екскаватора і системи в цілому у магістерської роботі прийняті наступні обмеження.

1. Розглянуто одноковшеві екскаватори місткістю 1 – 2 м³ і самоскиди загальною вантажопідйомністю 20 тон.

2. Форма вантажу - пісок з об'ємною масою 1,6 т/м³ і глина з об'ємною масою 1,8 т/м³.

					ДІПТ. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

3. Розглянуті системи, де працює один екскаватор.
4. Середня технічна швидкість при русі з вантажем приймалася відповідно до умов експлуатації в межах від 20 до 30 км/ч.
5. Коефіцієнт наповнення ковша k_H , рівний 0,98; коефіцієнт розпушення ґрунту k_p , рівний 0,9; коефіцієнт налипання на внутрішню поверхню ковзання вологого ґрунту $k_{НАЛ}$, що дорівнює 0,98 прийняті відповідно до табличних даних [12, 13, 14].
6. Час на маневрування самоскида, час на оформлення документів - 1 хв.
7. Розглянуто 8-ми годинна робоча зміна екскаватора, час роботи самоскидів враховує порядок входження їх в систему (постановка під перше навантаження здійснювалася згідно з графіком).
8. Техніка повністю готова і надійно працює протягом зміни.
9. Розглянуто роботу в літній період. Зміна погодних умов протягом зміни не враховується.
10. Всі розглянуті операції виконуються в заданий момент часу.

					ДІПТ. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

3.2 Дослідження впливу тривалості роботи системи на продуктивність системи «екскаватор-самоскид»

Для проведення досліджень в системі «екскаватор-автомобіль» позначимо наступні параметри системи:

вид вантажу: пісок з об'ємною масою $v = 1,6 \text{ т/м}^3$;

екскаватор: з геометричною ємністю ковша $q_{\Gamma} = 1,00 \text{ м}^3$;

середній час циклу екскаватора в даних умовах: $t_{\text{Ц.Е}} = 32 \text{ сек.}$

Згідно табличних значень [13, 15, 16], приймаємо такі значення коефіцієнтів: $k_{\text{Н}} = 0,98$; $k_{\text{Р}} = 0,9$; $k_{\text{НАЛ}} = 0,98$.

Для даного виду вантажу коефіцієнт використання вантажопідйомності γ дорівнює 1.

Кількість ковшів піску, що вміщаються в самоскид, визначимо за формули (3.9):

$$m = \frac{q\gamma}{q_{\Gamma} \cdot v \cdot \frac{k_{\text{Н}}}{k_{\text{Р}}} \cdot k_{\text{НАЛ}}} = \frac{20}{1,00 \cdot 1,6 \cdot \frac{0,98}{0,9} \cdot 0,98} = 11,7 \approx 12$$

Час навантаження

$$t_{\text{П}} = t_{\text{Ц.Е}} \cdot m + t_{\text{М}} + t_{\text{О.Д}} = \frac{32}{3600} \cdot 12 + \frac{1}{60} + \frac{1}{60} = 0,141 \text{ ч.}$$

Вихідні дані для розрахунків наведені в таблиці 3.1.

					ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Таблиця 3.1 Вихідні дані

Місткість ковша екскаватора, м ³	q_{Γ}	1,00
Питома вага ґрунту, т/м ³	ν	1,6
Тривалість циклу роботи, с	$t_{ц.е}$	32
Коефіцієнт наповнення ковша	$k_{н}$	0,98
Коефіцієнт розпушення ґрунту	$k_{р}$	0,9
Коефіцієнт налипання вологого ґрунту на внутрішню поверхню ковзання	$k_{нал}$	0,98
Вантажопідйомність самоскиду, т	q	20
Коефіцієнт використання вантажопідйомності (пісок)	γ	1
Кількість ковшів екскаватора, що вміщаються в самоскид	m	12
Технічна швидкість при русі з вантажем, км/год	V_{Γ}	20
Довжина завантаженої їздки, км	$L_{\Gamma e}$	8
Коефіцієнт використання пробігу	β	0,5
Час роботи системи, год	T_{c}	8
Час на маневрування автомобіля, хв	$t_{м}$	1
Час на оформлення документів, хв	$t_{о.д}$	1
Час навантаження, год	$t_{п}$	0,141
Час вивантаження, год	$t_{в}$	0,042

Дослідження впливу тривалості роботи системи на вироблення системи «екскаватор - самоскид» зроблено з урахуванням дискретності транспортного процесу шляхом перерахунку кількості порцій вантажу, доставленого споживачеві. Параметри даної системи наведені в таблиці 3.1. Результати розрахунків наведені в таблиці 3.2.

					ДІПТ. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Таблиця 3.2 Результати розрахунків

Тривалість зміни, хв	Кількість порцій вантажу	Продуктив ність, т
1	2	3
0	0	0,00
10	0	0,00
20	0	0,00
30	0	0,00
40	1	20,49
90	1	20,49
100	2	40,98
150	2	40,98
160	3	61,47

Продовження таблиці 3.2

Тривалість зміни, хв	Кількість порцій вантажу	Продуктив ність, т
1	2	3
270	4	81,95
280	5	102,44
320	5	102,44
330	6	122,93
380	6	122,93
390	7	143,42
210	3	61,47
220	4	81,95
440	7	143,42
450	8	163,91
480	8	163,91

Графічно залежність продуктивності системи від зміни часу зміни зображені на рисунку 3.3.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДІП. 631000. 311. МРПЗ				58

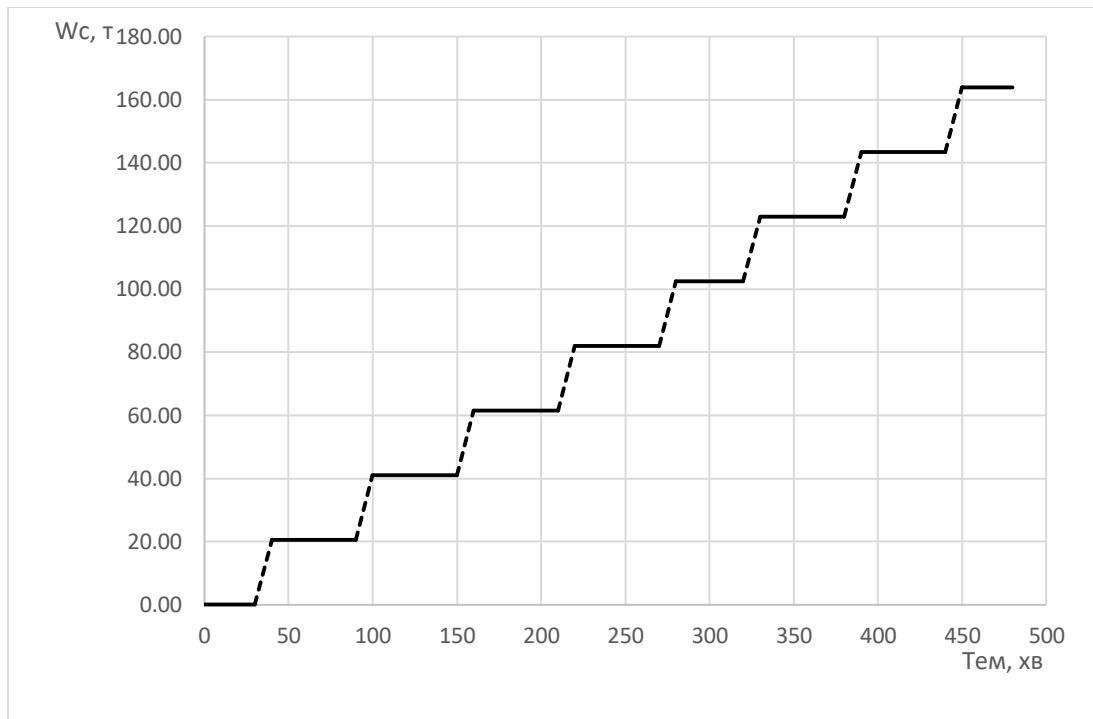


Рис. 3.3 Залежність продуктивності системи «екскаватор - самоскид» від зміни часу роботи системи

Як показано на графіку приріст продуктивності системи відбувається стрибкоподібно, в тому випадку, коли чергова порція вантажу доставлена до споживача. Зміна часу зміни впливає на кількість поїздок, яку самоскид може виконати при заданому часу обороту, а, отже, і на кількість тон вантажу, доставленого споживачеві в системі.

Висновок. При збільшенні часу роботи системи приріст продуктивності системи і екскаватора відбувається тоді, коли збільшення часу роботи системи буде досить для виконання чергової поїздки автомобіля. В іншому випадку збільшення часу роботи системи недоцільно. Графічно ця залежність зображується розривною лінійною функцією.

3.3 Дослідження впливу технічної швидкості руху самоскиду на продуктивність системи «екскаватор-самоскид»

Вихідні дані наведені в таблиці 3.1. Результати розрахунків наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 Результати розрахунків

Технічна швидкість, км/год	Кількість порцій вантажу	Продуктивність, т
1	2	3
5	2	40,98
6	3	61,47
7	3	61,47
8	4	81,95
9	4	81,95
10	4	81,95
11	5	102,44
12	5	102,44
13	6	122,93
14	6	122,93
15	6	122,93
16	7	143,42
17	7	143,42
18	7	143,42
19	8	163,91
20	8	163,91
21	8	163,91
22	9	184,40

Продовження таблиці	Кількість порцій вантажу	Продуктивність, т
1	2	3
23	9	184,40
24	9	184,40
25	10	204,89
26	10	204,89
27	10	204,89
28	10	204,89
29	11	225,37
30	11	225,37
31	11	225,37
32	12	245,86
33	12	245,86
34	12	245,86
35	12	245,86
36	13	266,35
37	13	266,35
38	13	266,35
39	13	266,35
40	13	266,35

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Графічно залежність продуктивності системи від зміни технічної швидкості руху автомобіля зображена на рисунку 3.4.

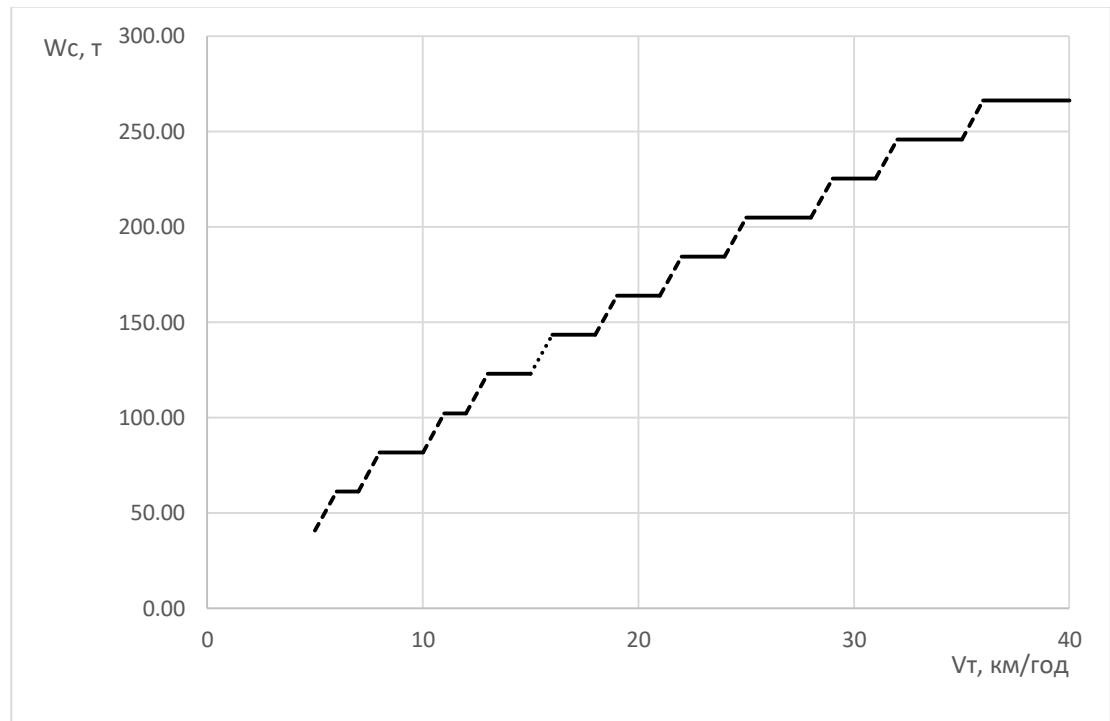


Рис. 3.4 Залежність продуктивності системи «екскаватор - самоскид» від зміни технічної швидкості руху самоскида

Висновок. Збільшення швидкості руху не завжди призводить до збільшення вироблення системи «екскаватор - самоскид», а лише тоді, коли збільшення швидкості призведе до такого скорочення часу обороту самоскида, при якому можливо буде виконання чергової поїздки за час роботи системи. Значить і продуктивність екскаватора збільшиться в момент збільшення кількості поїздок самоскида. У зв'язку з цим слід зазначити, що існує раціональна величина швидкості, при якій продуктивність системи буде максимальною при мінімальних витратах в певних умовах руху.

3.4 Дослідження впливу часу навантаження-розвантаження самоскида на вироблення системи «екскаватор - самоскид»

Вихідні дані наведені в таблиці 3.1. Результати розрахунків наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 Результати розрахунків

Час навантаження-розвантаження, хв	Кількість порцій вантажу	Продуктивність, т
1	2	3
0	10	204,89
1	10	204,89
2	10	204,89
3	9	184,40
8	9	184,40
9	8	163,91
14	8	163,91
15	7	143,42
23	7	143,42
24	6	122,93

Час навантаження-розвантаження, хв	Кількість порцій вантажу	Продуктивність, т
1	2	3
36	6	122,93
37	5	102,44
52	5	102,44
53	4	81,95
77	4	81,95
78	3	61,47
90	3	61,47

Продовження Таблиці 3.4

Графічно залежність продуктивності системи від зміни часу навантаження-розвантаження автомобіля зображена на рис. 3.5.

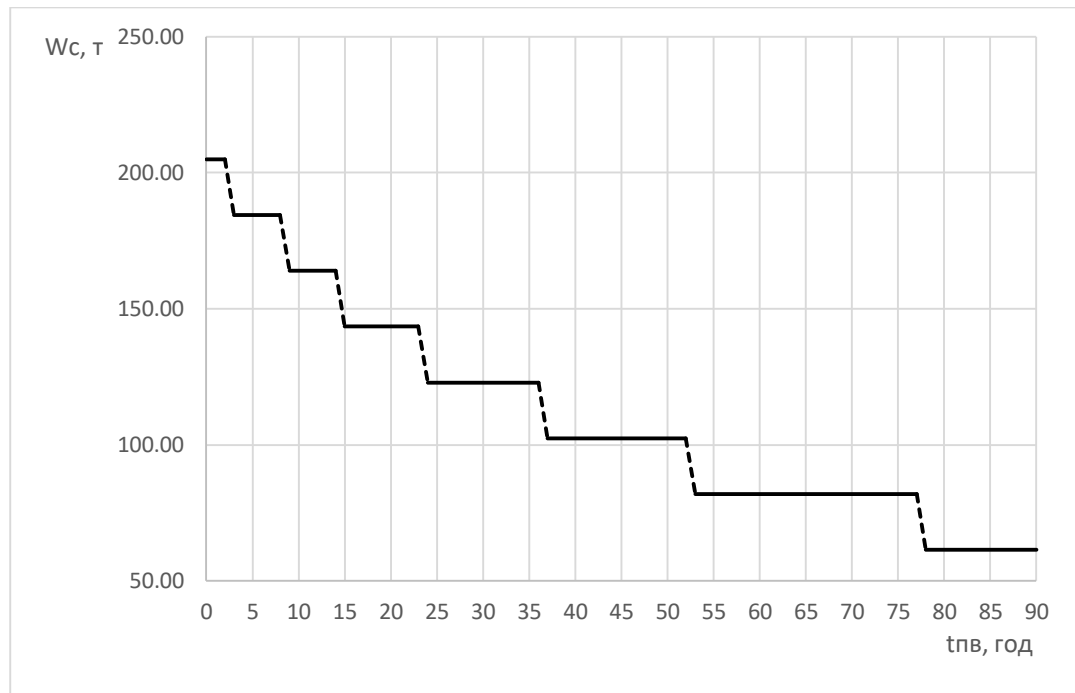


Рис. 3.5 Залежність продуктивності системи «екскаватор - самоскид» від зміни часу навантаження-розвантаження самоскиду

Як видно на графіку, не завжди збільшення тривалості навантаження-розвантаження призводить до зменшення продуктивності системи і екскаватора, а лише тоді, коли при збільшенні часу навантаження-розвантаження час обороту самоскида збільшується настільки, що це призводить до зменшення кількості їздок, яке самоскид може зробити за час роботи системи.

Висновок. Спостерігаються значні інтервали значень часу навантаження-розвантаження, при яких значення продуктивності системи «екскаватор - самоскид» залишається незмінним.

Це говорить про те, що існують оптимальні значення часу завантаження-розвантаження, а значить і часу циклу екскаватора, при яких вироблення системи «екскаватор - самоскид» буде максимальна. Це також служить підставою при комплектації екскаваторних комплексів для виробництва певного виду робіт.

3.5 Дослідження впливу фактичного завантаження автотранспортного засобу на вироблення системи «екскаватор - самоскид»

На фактичне завантаження самоскиду ($q\gamma$) (формула 3.9) впливають такі чинники:

- ємність ковша екскаватора q_{Γ} ,
- об'ємна маса ґрунту v ,
- коефіцієнт наповнення ковша екскаватора $k_{\text{н}}$,
- коефіцієнт розпушення ґрунту $k_{\text{р}}$,
- коефіцієнт налипання вологого ґрунту на внутрішню поверхню ковзання $k_{\text{нал}}$
- співвідношення вантажопідйомності самоскиду та ємності ковша екскаватора m .

Об'ємна маса ґрунту, коефіцієнт наповнення ковша, коефіцієнт розпушення ґрунту, коефіцієнт налипання на внутрішню поверхню ковзання вологого ґрунту залежать від фізичних властивостей ґрунту.

Геометрична ємність ковша екскаватора і вантажопідйомність самоскиду є характеристиками елементів системи «екскаватор - самоскид», і від співвідношення

										Арк.
										64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДІП. 631000. 311. МРПЗ					

$$m = \frac{q\gamma}{q_{\Gamma} \cdot v \cdot \frac{k_{\text{н}}}{k_{\text{р}}} \cdot k_{\text{нал}}} \quad (3.12)$$

залежить кількість циклів екскаватора, час завантаження самоскида, час обороту і кількість поїздок за час роботи системи, а значить і кількість ґрунту, доставлене в пункт розвантаження.

Вихідні дані наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 Вихідні дані

Місткість ковша екскаватора, м ³	q_{Γ}	1,00
Питома вага ґрунту, т/м ³	v	1,6
Тривалість циклу роботи, с	$t_{\text{ц.е}}$	32
Коефіцієнт наповнення ковша	$k_{\text{н}}$	0,98
Коефіцієнт розпушення ґрунту	$k_{\text{р}}$	0,9
Коефіцієнт налипання вологого ґрунту на внутрішню поверхню ковзання	$k_{\text{нал}}$	0,98
Вантажопідйомність самоскида, т	q	20
Коефіцієнт використання вантажопідйомності (пісок)	γ	1
Кількість ковшів екскаватора, що вміщаються в самоскид	m	12
Технічна швидкість при русі з вантажем, км/год	$V_{\text{Т}}$	20
Довжина завантаженої їздки, км	$L_{\text{ге}}$	8
Час роботи системи, год	$T_{\text{с}}$	8
Час на маневрування самоскида, хв	$t_{\text{м}}$	1
Час на оформлення документів, хв	$t_{\text{о.д}}$	1
Час навантаження, год	$t_{\text{п}}$	0,141
Час вивантаження, год	$t_{\text{в}}$	0,042

За один цикл екскаватор може завантажити в самоскид кількість ґрунту

						ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			65

1	2	3	4	5	6
8,5	5	7	0,659	12	102,0
8,6	6	8	0,676	12	103,2
10,2	6	8	0,676	12	122,4
10,3	7	9	0,693	11	113,3
11,9	7	9	0,693	11	130,9
12	8	10	0,709	11	132,0
13,6	8	10	0,709	11	149,6
13,7	9	11	0,726	11	150,7
15,3	9	11	0,726	11	168,3
15,4	10	12	0,743	11	169,4
17	10	12	0,743	11	187,0
17,1	11	13	0,759	10	171,0
18,7	11	13	0,759	10	187,0
18,8	12	14	0,776	10	188,0
20	12	14	0,776	10	200

Графічно залежність продуктивності системи від зміни фактичного завантаження самоскида при відстані перевезення 5 км зображена на рисунку 3.6.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДІП. 631000. 311. МРПЗ					68

Закономірності зміни вироблення системи «екскаватор - самоскид» від фактичного завантаження самоскиду при різній дальності перевезення ($t_{ц.Е} = 60$ с) наведені на рисунках 3.7 і 3.8.

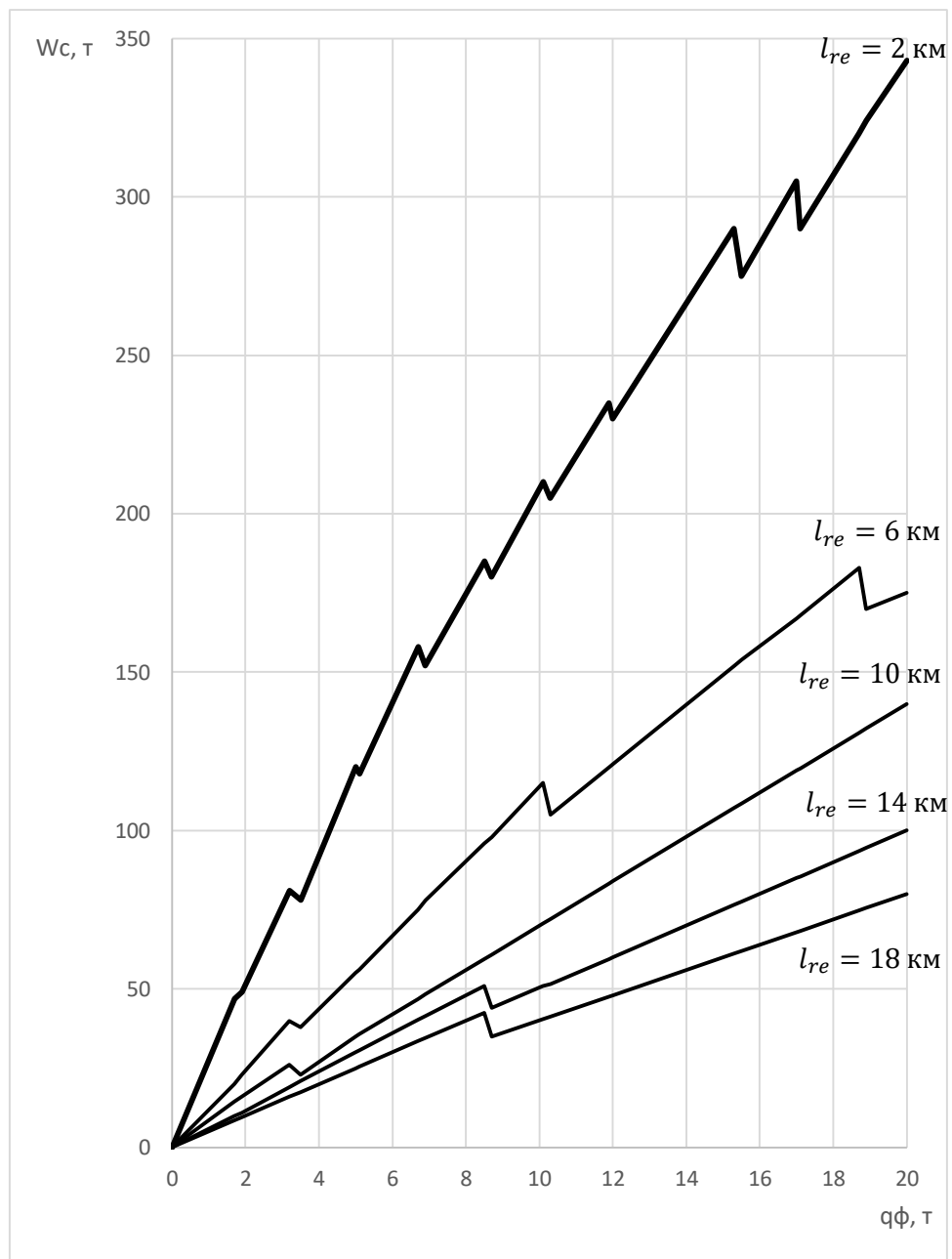


Рис. 3.7 Закономірності зміни продуктивності систем «екскаватор - самоскид» при відстані перевезення 2, 6, 10, 14, 18 км

									Арк.
									70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДІП. 631000. 311. МРПЗ				

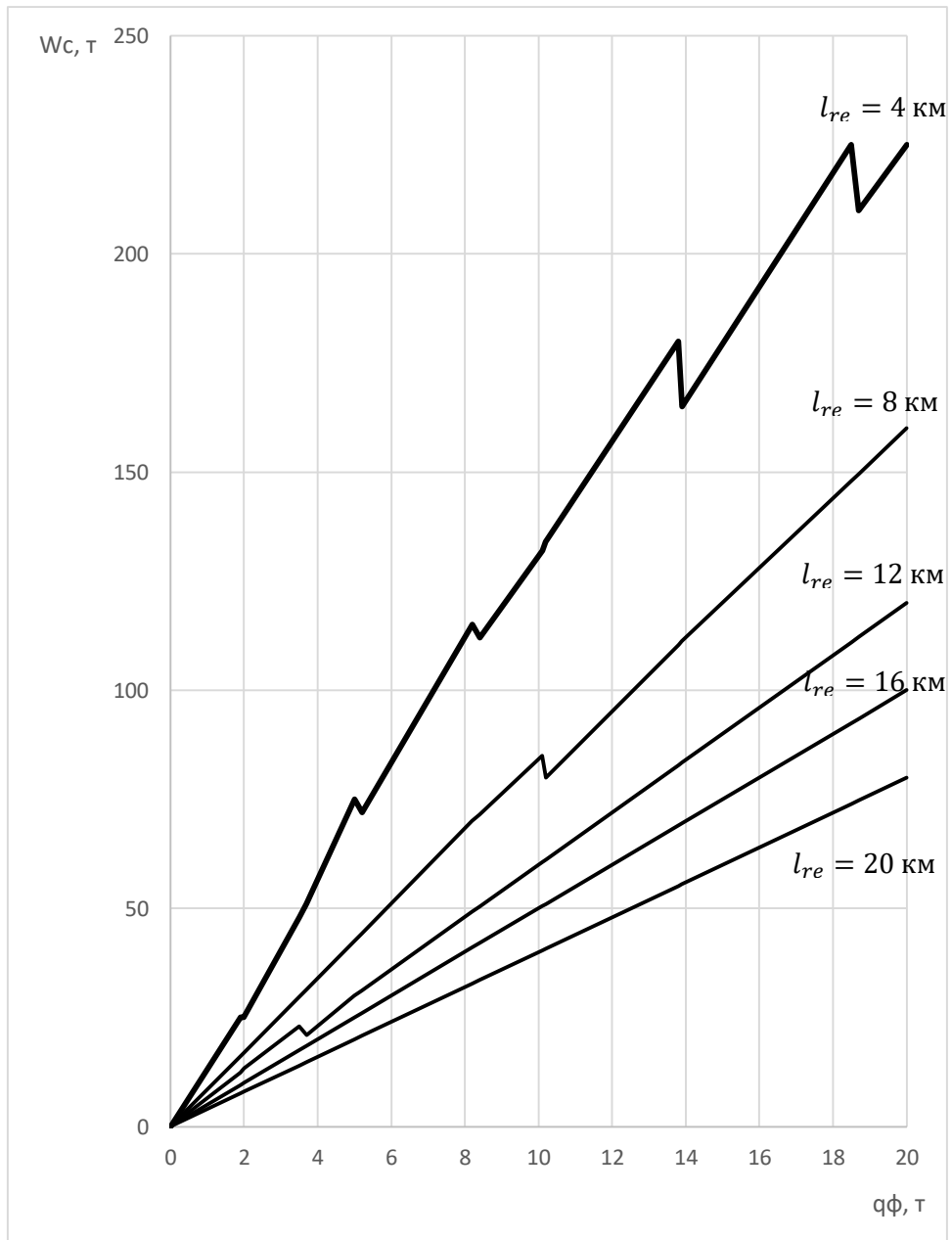


Рис. 3.8 Закономірності зміни продуктивності систем «екскаватор - самоскид» при відстані перевезення 4, 8, 12, 16, 20 км

Графічно залежність продуктивності системи від фактичного завантаження самоскида являє собою пряму ламану лінію (рис. 3.6, 3.7, 3.8).

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Фактичне завантаження самоскида прямо пропорційна коефіцієнту наповнення ковша екскаватора і кількості циклів екскаватора, але впливає на час, що витрачається на навантаження самоскида, а, отже, на час обороту самоскида і на кількість поїздок за час роботи системи.

Тобто при збільшенні фактичного завантаження самоскида вироблення системи «екскаватор - самоскид» збільшується до тих пір, поки зростання кількості циклів екскаватора при навантаженні самоскида не призведе до зниження кількості їздок і відповідно кількості порцій ґрунту який транспортується в пункт розвантаження.

На графіках (рис. 7 і 8) видно, що при малих відстанях транспортування ґрунту (2, 4, 6 км) дискретність процесу функціонування системи проявляється сильніше, так як частка часу навантаження в часі обороту самоскида значна. При великих відстанях час навантаження екскаватором самоскида практично не впливає на кількість виконаних автомобілем їздок.

На основі проведених досліджень впливу ТЕП роботи самоскидів на продуктивність системи «екскаватор - самоскид» можна зробити наступні висновки.

1. Продуктивність екскаватора при взаємодії з самоскидом визначається кількістю тон вантажу, доставленого споживачеві за час роботи системи.

2. При збільшенні часу роботи системи T_c приріст продуктивності системи W_c (і екскаватора зокрема) відбувається лише тоді, коли збільшення часу роботи системи буде досить для виконання чергової поїздки самоскиду і доставки чергової порції вантажу споживачеві.

3. Збільшення швидкості руху самоскиду не завжди призводить до збільшення вироблення системи «екскаватор - самоскид», а лише тоді, коли

									Арк.
									72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	.....ДІП. 631000. 311. МРПЗ.....				

збільшення швидкості призведе до такого скорочення часу обороту самоскиду, при якому можливо буде виконання чергової поїздки за час роботи системи.

4. Скорочення тривалості навантаження-розвантаження призводить до збільшення вироблення системи і екскаватора, лише тоді, коли час навантаження-розвантаження, а, отже, і час обороту самоскида скорочується настільки, що це призводить до можливості виконання черговий поїздки.

5. Спостерігаються значні проміжки змін $t_{ПВ}$, при яких продуктивність залишається незмінною.

6. Збільшення фактичного завантаження самоскида не завжди призводить до послідовного збільшення вироблення системи, так як збільшення фактичного завантаження призводить до збільшення часу навантаження і обороту самоскида, що призводить до падіння числа поїздок автомобіля за час роботи системи.

7. У діючій теорії зміна продуктивності системи описується або прямою лінією, що виходить з початку координат, або гіперболою. Дослідження показують, що закономірності зміни вироблення системи «екскаватор - самоскид» являють собою або розривні лінії, або прямі ламані, що підтверджує дискретне протікання процесу функціонування екскаватора спільно з самоскидом.

8. Приріст продуктивності системи «екскаватор - самоскид» відбувається стрибкоподібно в разі збільшення кількості порцій ґрунту, що доставляється самоскидом за час роботи системи.

Отримані закономірності дозволяють створити модель опису функціонування системи «екскаватор - самоскид» з урахуванням дискретності транспортного процесу.

									Арк.
									73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	.....ДІП. 631000. 311. МРПЗ.....				

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Загальні заходи безпеки під час роботи у кар'єрі

Робота екскаваторного комплексу повинна проводитися згідно з НПАОП 0.00-1.24-10 «Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом» і затвердженим проектом. Підприємство повинно також мати встановлену геологічну і маркшейдерську документацію; план робіт, затверджений технічним керівником підприємства та погоджений із місцевими органами Держгірпромнагляду. Розробка відвалів кар'єрів повинна проводитися відповідно до спеціального проекту.

Керівні та інженерно-технічні працівники підприємств повинні не менше одного разу на три роки проходити перевірку знань правил безпеки та інших нормативно-технічних документів згідно з вимогами органів державного нагляду за охороною праці.

При впровадженні нових технологічних процесів або введенні нових правил усі працівники проходять позаплановий інструктаж (НПАОП 0.00–4.12.05. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці).

Кожне робоче місце перед початком робіт чи протягом зміни оглядається майстром зміни або, за його дорученням, бригадиром, а протягом дня – начальником дільниці чи його заступником, котрі повинні заборонити проведення робіт у разі порушення правил безпеки до моменту усунення цих порушень.

На виконання робіт видається наряд у письмовій формі. Недопустимо видавати наряд на виконання робіт із порушенням правил охорони праці. Видача нарядів ведеться відповідно до «Положення про нарядну систему», що діє на підприємстві.

									Арк.
									74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	.....ДІП. 631000. 311. МРПЗ.....				

Кожен робітник до початку роботи має бути впевненим у безпечному стані робочого місця, перевіривши справність запобіжних пристроїв, інструменту, приладів, механізмів. У разі виявлення недоліків, які неможливо ліквідувати самому, робітник, не розпочинаючи роботу, зобов'язаний повідомити про це безпосередньо керівника чи особу, що відповідає за безпеку робіт.

Забороняється відпочинок чи перебування безпосередньо у забої та на відстані меншій, ніж два метри від нижньої бровки уступу, поблизу працюючих машин і механізмів чи автошляхах.

Перед запуском механізмів чи початком руху транспорту необхідно подати звуковий, а в нічний час доби і світловий сигнали, з якими знайомі всі працівники кар'єру. При цьому сигнали мають бути досить чіткими і гучними.

Перед початком роботи чи руху оператор має впевнитися в безпеці членів екіпажу, бригади чи людей, що знаходяться поблизу. Для цього вивішуються на видному місці таблиці відповідних сигналів на механізмах і машинах. Кожен, хто помітить небезпеку повинен вжити необхідних заходів і негайно повідомити про це особу, відповідальну за безпеку робіт.

Забороняється захарашувати робочі місця та підходи до них. У неробочий час машини повинні бути виведені з забою чи відвернуті від нього, робочий орган необхідно опустити на підшву, двері кабіни мають бути замкнені на замок; з кабелю, що живить машину, слід зняти напругу. Якщо процес відкритої розробки супроводжується виділенням пилу чи газів, необхідно щоквартально проводити вимірювання концентрації вмісту шкідливих речовин на робочих місцях. Місця відбору проб визначаються згідно з планом, затвердженим головним інженером кар'єру.

									Арк.
									75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	.....ДІП. 631000. 311. МРПЗ.....				

У випадках, коли концентрація шкідливих чи отруйних речовин перевищує допустимі санітарні норми, необхідно вжити заходів щодо виведення людей і зменшення їх концентрації до гранично допустимих величин.

У разі виникнення пожежі всі роботи в небезпечних місцях зупиняються, крім робіт, пов'язаних з її ліквідацією. Всі споруди на території кар'єру повинні будуватися з дотриманням протипожежних норм і правил. Місця розміщення і кількість первинних засобів пожежогасіння встановлюються технічним керівником підприємства.

4.2 Безпека на розвантажувальних пунктах

Місце розташування розвантажувального пункту, а також порядок його створення та експлуатації визначаються спеціальним проектом, який би передбачав необхідну кількість і розміри секторів, маршрути руху людей, світлову та звукову сигналізацію. Пункт повинен мати достатні розміри для маневрових операцій автомобілів, бульдозерів чи тракторів. Розвантажувальні майданчики повинні бути горизонтальними або мати зворотний схил із кутом нахилу не більше 0,01%. Розміри розвантажувального майданчика повинні забезпечувати нормальну і безпечну роботу всіх машин і механізмів, що працюють на ній, тобто можливість без ускладнень виконувати всі необхідні маневри. Довжина фронту розвантаження і ширина майданчика мають визначатися, виходячи з габаритних розмірів транспортних засобів (автомобілів, бульдозерів та ін.), прийнятих схем маневрів і радіуса поворотів за умови, щоб відстань між автомобілями та іншими механізмами була не менша 5 м. Одночасна робота в одному секторі різних механізмів забороняється.

									Арк.
									76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	.....ДІП. 631000. 311. МРПЗ.....				

З урахуванням цього на розвантажувальному майданчику повинно бути не менше, ніж два сектори – один для розвантаження, а другий для планування. Забороняється наявність контактної мережі на розвантажувальному пункті. Не дозволяється перебування людей і проведення робіт у зоні дії автотранспорту чи механізмів. У всіх випадках люди повинні перебувати від автомобіля або бульдозера на відстані не менше 5 м, а від екскаватора — не менше, ніж 1,5 радіуса його розвантаження.

Подача самоскида або бульдозера при плануванні поверхні має проводитися перпендикулярно верхній брівці, а бульдозер повинен рухатися лемішем уперед, тобто аналогічно як на відвалі при бульдозерному укладанні ґрунту.

4.3 Безпека при експлуатації екскаваторного комплексу: загальна та спеціальна

Удосконалення механізації відкритої розробки не тільки підвищує продуктивність праці, але й значно зменшує випадки травматизму. Більш сприятливі умови складаються при використанні найбільш потужних машин, завдяки значному зменшенню кількості обслуговуючого персоналу на одиницю видобутої маси, наприклад, транспортно-відвальних мостів, крокуючих екскаваторів і т. п. Але це гарантовано лише за умов, коли машини якісно обслуговуються і використовуються з дотриманням правил безпеки, інакше самі машини можуть стати джерелом травматизму. Наприклад, на одному з кар'єрів м. Орджонікідзе Нікополь-Марганецького родовища зруйнувався і впав транспортно-відвальний міст, що було спричинено сповзанням передвідвалу. Після такої аварії (вона відноситься до 1 категорії) міст було здано на металобрухт, а видобуток марганцю переведено на нову технологію.

						ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
							77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Заходи та засоби безпеки при експлуатації машин можна поділити на загальні, яких потрібно дотримуватися при експлуатації всіх машин, та спеціальні – притаманні тільки для даного типу машин.

До загальних заходів і засобів безпеки слід віднести вимоги до обслуговуючого персоналу. Персонал, обслуговуючий машини, повинен мати відповідне свідоцтво на право керування ними. Перевірка знань із безпечних методів роботи машиністів та їх помічників проводиться щорічно комісією, призначеною адміністрацією підприємства. Машини повинні працювати безаварійно протягом відповідного терміну, визначеного заводом-виробником. Надійність машини характеризується терміном безаварійної роботи між плановими ремонтами.

Перед початком роботи машин повинен подаватися попереджувальний сигнал. Кожен нечітко сприйнятий сигнал вважається сигналом «стоп». Змащування деяких вузлів можна проводити лише після зупинки машини. Мастила та обтиральні матеріали повинні зберігатися окремо в металевих ящиках, що щільно закриваються. Допускається зберігати такі матеріали в одному ящику, але в різних відділеннях, які відгороджені герметичною металевою перегородкою. Наприкінці зміни щоразу необхідно прибирати обтиральні матеріали і викидати за межі машин, утилізувати їх або спалювати. Зберігання легкозаймистих і вибухонебезпечних речовин на машинах не допускається. Транспортні та будівельно-дорожні машини повинні бути справними, мати діючі сигнальні пристрої, гальма, захисні огорожі рухомих частин і площадок на висоті, протипожежні засоби, прилади освітлення, комплект необхідного інструменту, контрольно-вимірювальні прилади, а також діючі захисні пристрої та засоби індивідуального захисту.

									Арк.
									78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	.....ДІП. 631000. 311. МРПЗ.....				

Справність машин має перевірятися: щозмінно машиністом, щотижня – механіком дільниці, щомісячно – головним механіком кар'єру. Результати вищезазначених перевірок повинні записуватися у спеціальний журнал. Транспортування машин за допомогою тракторів або бульдозерів допускається лише із застосуванням жорсткої зчіпки, проект конструкції якої затверджений головним інженером кар'єру.

Спеціальні заходи безпеки.

Безпека при роботі екскаваторів.

Основними причинами травматизму при обслуговуванні екскаваторів є обвали забоїв, знаходження людей у зоні дії екскаватора, падіння шматків породи зі стріли, кузова, ківша, підйом на екскаватор чи спуск з нього під час роботи. Перегін екскаватора дозволяється згідно з письмовим розпорядженням начальника кар'єру, в якому передбачаються заходи безпеки та вказується відповідальна особа. Машиніст екскаватора повинен досконально вивчити трасу перегону на предмет габаритів та якості шляху. Перегін екскаватора під діючою ЛЕП дозволяється енергетиком відповідної дільниці за умови, що зазор між нижнім проводом і найвищою точкою екскаватора буде не менше 2 м.

При наявності атмосферних опадів перегін екскаватора під діючою ЛЕП не дозволяється. При переїзді екскаватора через переїзд гусениці не повинні натискати на рейки і не дозволяється поворот. Тобто, екскаватор повинен перетинати залізницю тільки прямо. При цьому має бути присутнім представник залізниці. При перегоні екскаватора по автодорозі попереду екскаватора та позаду нього на відстані 50 м знаходяться сигнальні червоні прапорці. Ківш екскаватора повинен бути порожнім, направленим у напрямку руху і бути на висоті не більше, як 2 м.

									Арк.
									79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	.....ДІП. 631000. 311. МРПЗ.....				

Переміщення екскаватора у забої проводиться за сигналами помічника машиніста. Максимальний кут укосу при перегоні екскаватора не повинен перевищувати $12,5^{\circ}$. Перегін екскаватора в нічний час не дозволяється.

На уступі чи відвалі екскаватори повинні знаходитися на твердій, добре спланованій основі. У забої кабіна екскаватора повинна знаходитися на протилежному боці від забою. Кут нахилу екскаватора у забої, крім з'їзної траншеї, не може бути більшим, ніж 10° .

Не допускається присутність людей у зоні дії екскаватора, яка дорівнює 1,5 максимального радіуса розвантаження. Така відстань береться тому, що на максимальній відстані ковша від центру повороту з нього може випасти шматок породи, який унаслідок дії відцентрової сили може переміститися і навіть перекотитися ще на деяку відстань.

При розвантажуванні ковша у транспортну посудину, його необхідно опустити якомога нижче, але не зачіпати дно. Не можна переміщати думпкар або автомобіль за допомогою ковша. Якщо через зону дії екскаватора пролягає автодорога, помічник машиніста має попередити машиніста про наближення транспорту. Вирівнювання ґрунту бульдозером у забої екскаватора проводиться з дозволу машиніста екскаватора та при його зупинці.

При завантаженні транспортних посудин екскаватором загальноприйнятими є такі сигнали:

- «Стоп» – один короткий;
- дозвіл на завантаження – два коротких;
- початок завантаження – три коротких;
- дозвіл на від'їзд – один довгий.

										Арк.
										80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДІП. 631000. 311. МРПЗ					

Стрілові канати екскаватора підлягають огляду один раз на тиждень механіком дільниці. Кількість порваних дротів на одному кроці звивки не повинна перевершувати 15%. Кінці дротів, що виступають, відрізають. Підйомні та підтягувальні канати необхідно оглядати в терміни, затверджені головним механіком кар'єру. Результати огляду канатів заносяться до спеціального журналу, що зберігається на екскаваторі. В журналі записується дата установки каната.

У разі загрози обвалу уступу або виявлення відказу заряду ВР, роботу екскаватора необхідно призупинити і відвести його в безпечне місце. Для цього завжди має бути вільний виїзд.

Коли ґрунт у забої не витримує тиску гусениць, необхідне підсипання більш твердих порід, а також забезпечення надійного дренажу.

Навантаження екскаваторами типу драглайн у залізничні думпкари або інші ємкості дозволяється за умови виконання заходів безпеки, розроблених адміністрацією кар'єру. Мінімальна відстань від працюючого екскаватора типу драглайн до другого екскаватора або іншої машини повинна бути не менша за зону дії екскаватора з урахуванням дальності закиду ківша. В разі необхідності проведення робіт на меншій відстані розробляється спеціальний проект і затверджується технічним керівником підприємства. Черпання ґрунту екскаватором повинно проводитися згідно з проектом, на основі якого розробляється технічний паспорт, що знаходиться на екскаваторі. При зміні умов черпання порід начальник дільниці має розробити та затвердити новий паспорт.

Начальник дільниці видає наряд на роботу екскаватора в письмовій формі. У ньому, крім питань технології, передбачаються заходи безпеки при виконанні всіх технологічних операцій.

						ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			81

Наряд на роботи в небезпечних умовах не видається, окрім випадків, пов'язаних із ліквідацією найнебезпечніших умов, а в решті випадків розробляється спеціальний проект.

Під час прийому зміни машиніст екскаватора і начальник зміни повинні ретельно оглянути вибій на відповідність його паспорту, звернувши особливу увагу на структуру нашарування пластів, кут нахилу укосу, наявність заколів і великогабаритних предметів. Особлива увага приділяється стійкості ґрунту, вирівнюванню його поверхні. Заводнені ділянки повинні надійно дренаватися. Екскаватори мають бути обладнані приладами, що фіксують нахил і ширину колії. Результати вимірів заносяться до журналу.

У кабіні машиніста екскаватора має знаходитися щит аварійної сигналізації та прилади контролю швидкості руху і кута повороту роторної стріли, швидкості руху екскаватора, напруги та потужності на вводі екскаватора. Під час роботи екскаватора люди не повинні знаходитися під його агрегатами. Перед черговим заїздом начальник зміни повинен ретельно оглянути вибій щодо наявності предметів великого розміру (коріння дерев, шпал, рейок, валунів).

Машиніст повинен добре бачити весь забой. Екскаватори повинні мати зручні пристрої для виклику машиніста.

Безпека при експлуатації допоміжних машин

При роботі екскаваторних комплексів найбільш широко застосовуються такі допоміжні машини як бульдозери, автогрейдери, вантажопідйомні машини, компресори та ін.

Максимальний кут укосу, на якому допускається робота бульдозера, визначається інструкцією з експлуатації заводу-виготівника.

									Арк.
									82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	.....ДІП. 631000. 311. МРПЗ.....				

Під час руху вздовж верхньої бровки відстань від неї до гусениці або колеса має бути не меншою, ніж 2 м. Максимально допустимий поперечний укіс для бульдозерів і автогрейдерів визначається технічним паспортом цих машин залежно від висоти центру маси.

Забороняється залишати без нагляду бульдозер чи автогрейдер із працюючим двигуном, піднятим відвалом або ножем. У разі зупинки цих машин на укосах необхідно їх загальмувати, а під котки підкласти упори.

Ремонт бульдозерів і автогрейдерів необхідно виконувати на ремонтних майданчиках або на горизонтальних площадках при вимкненому двигуні, опущеному відвалі чи ножі. У разі необхідності виконання ремонтних робіт при піднятому від-валі або ножі останні мають бути поставлені на надійні інвентарні підставки, або міцні дерев'яні бруски типу шпал.

При цьому волокна деревини розміщуються упоперек до леза відвалу або ножа. При вирівнюванні поверхні відвалу бульдозер не повинен заїжджати на призму зсуву. До верхньої бровки бульдозер повинен перемішуватися тільки відвалом уперед.

У кар'єрах використовують підйомні крани на пневматичному, гусеничному, рейковому ході, інші підйомні машини. Усі вантажопідйомні механізми реєструються в місцевому органі Держпраці. Після реєстрації надається дозвіл на пуск вантажопідйомних механізмів на експлуатацію лише в тому разі, якщо вони витримали технічне випробовування відповідно до НПАОП 0.00-1.80-18 «Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів», підіймальних пристроїв і відповідного обладнання. Часткове технічне випробовування проводиться щороку, а повне – через 3 роки. Вантажозахоплюючі пристрої випробовуються навантаженням на 25% вище робочого.

						ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			83

Кран необхідно обладнати такими приладами і механізмами: показником вантажопідйомності при даному вильоті стріли; динамометром, що вказує зусилля на гаку; рівнеміром; обмежувачем підйому стріли; обмежувачем підйому вантажу; індикатором напруги, що вимикає кран при наближенні стріли до лінії електропередачі під напругою.

Установка крана дозволяється лише на рівній площадці. Під домкрати підставляють тільки інвентарні підмостки. Вантажозахватні пристрої повинні мати коефіцієнт запасу міцності не менше 6. Кут між стропами на гаку не повинен бути більшим 90°.

Особа, яка проводить строповку вантажу, повинна мати спеціальне посвідчення стропальника. Не допускається підтягувати вантаж краном, тримати його піднятим довгий час. Пересувні компресори можуть мати електричний привід або двигун внутрішнього згоряння. Компресор з електричним приводом повинен бути заземленим відповідно до ПУЕ. Компресор установлюють на горизонтальній площадці, а під його колеса підкладають надійні упори. Компресор забезпечується такими контрольно-вимірювальними приладами і пристроями: показником рівня масла; термометром, що показує температуру масла; манометром, що показує тиск повітря в повітрозбірнику; клапаном надлишкового тиску, який встановлюється на повітрозбірнику; пристроєм для видалення конденсату із повітрозбірника. Перед пуском компресора машиніст повинен видалити конденсат із повітрозбірника, перевірити рівень масла в картері поршневого компресора. Після пуску необхідно пересвідчитися, що клапан надлишкового тиску спрацьовує при заданому рівні тиску. Для змащування поршневого компресора допускається використання тільки компресорного масла, марка якого вказана в паспорті. Як виняток дозволяється використання масла з дещо більшою температурою спалаху.

									Арк.
									84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	.....ДІТ. 631000. 311. МРПЗ.....				

Після зупинки компресора необхідно вилучити конденсат з повітрозбірника. Якщо ємкість повітрозбірника не перевищує 1 м^3 , то він не підлягає реєстрації в органах Держгірпромнагляду.

Безпека при експлуатації автомобільного транспорту

Автомобільний транспорт, на відміну від залізничного, за деяких ситуацій може обминати перешкоди, щоб уникнути аварії, але цей вид транспорту надзвичайно чутливий до атмосферних умов: для нього характерні бокові заноси, що може призводити до лобових зіткнень. Окрім того, автомобілі, при досить задовільному стані доріг, мають значно менший шлях гальмування, ніж локомотиви. Земляне полотно доріг повинне відсипатися зі стійких порід на стійких ґрунтах. Повздовжні керівні похили автодоріг слід визначати на основі техніко-економічного розрахунку з урахуванням безпеки руху. При цьому визначальним фактором є коефіцієнт зчеплення коліс із полотном дороги. Ширина автодороги визначається, виходячи з ширини найбільших автомобілів, що експлуатуються, кількості смуг руху, зазору між автомобілями і ширини узбіччя. Поперечний профіль автодороги на прямих ділянках повинен бути двоскатним із нахилом $0,02$, що забезпечить стік води з полотна дороги.

На закругленнях поперечний профіль – односкатний із нахилом до центру повороту до $0,06$ залежно від радіуса кривої. На узвозах поперечний профіль дороги теж односкатний у бік борта з нахилом $0,02$. З боку борта повинен бути водовідвідний рів. Мінімальні радіуси закруглень автодоріг беруться рівними подвійному радіусу повороту транспортних засобів, а за наявності причепів і напівпричепів – потрійному радіусу повороту.

						ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			85

На практиці слід уникати мінімально допустимих радіусів закруглення доріг, бо це призводить до швидкого спрацьовування автомобілів, особливо гуми, і призводить до частих аварій. При проходженні траншей уздовж автодороги має бути вільний прохід шириною не менше 1,5 м. Якщо дороги мають затяжний схил із похилом понад 0,06, повинні бути передбачені площадки з похилом не більше, ніж 0,02 і довжиною не менше, як 50 м на кожні 600 м шляху. Проїжджа частина дороги на узвозах повинна відгороджуватися від призми зсуву валом або захисною стінкою. Висота загородження має бути не менше, ніж 1/3 діаметра колеса найпотужнішого автомобіля, а ширина – не менше, ніж 1,5 його висоти. На уступах без призми зсуву огороження встановлюють на відстані не меншій 1 м від верхньої бровки.

Досвід роботи кращих кар'єрів показує, що замість породного валу краще монтувати захисні стінки, які за формою нагадують залізничний башмак (рис. 4.1). Насамперед, колесо наїздить на горизонтальну частину й сильніше притискує пристрій до землі, а далі ударяє об вертикальний бар'єр. При цьому, якщо кут зустрічі колеса з перепоною до 30°, то колесо повертає у бік борта кар'єру.

						ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			86

Наїхавши на породний вал, автомобіль може перекинутися; якщо вал невисокий – зсунути його й переїхати. При цьому колесо ще більше повертається у бік укосу уступу.

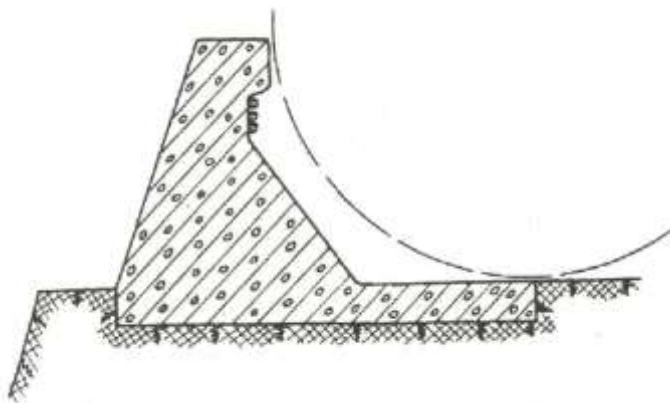


Рис. 4.1. Конструкція запобіжної стінки

За низьких температур різко погіршується якість полотна дороги, зменшується коефіцієнт зчеплення, а це може призвести до заносів або зіткнень з іншими автомобілями чи перешкодами. При цьому також більш імовірні наїзди на людей. Тому взимку автодороги потрібно очищати від криги та снігу за допомогою бульдозерів, грейдерів або теплоструменевих машин. Потім полотно доріг посипають дрібним щебенем.

З точки зору безпеки, технічний стан автомобілів має визначатися, насамперед, за якістю гальм, ходової частини, сигналізації.

Перед початком зміни механік автогосподарства має письмово засвідчити справність автомобіля. У випадку вимушеної зупинки на похилі, поставивши автомобіль на гальма, водій повинен підкласти під колеса упори.

						ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			87

Буксування автомобіля чи іншого транспорту в кар'єрі дозволяється лише із застосуванням жорсткої зчіпки. Використання еластичних зчіпок заборонено. Причепи та напівпричепи обладнуються габаритними сигналами, сигналом «Стоп» та сигналами поворотів. Швидкість, порядок руху автомобілів у кар'єрах, залежно від покриття та профілю дороги, визначає адміністрація, але швидкість не повинна перевершувати 40 км/год.

Регулювання руху транспорту в кар'єрах проводиться згідно з Правилами дорожнього руху. Разовий заїзд автомобілів сторонніх організацій у кар'єр можливий із дозволу адміністрації в разі проходження водієм інструктажу та належного запису в спеціальному журналі. Інструктаж водіїв із правил безпеки проводить адміністрація автогосподарства або кар'єру. Водіям, які влаштовуються на роботу в кар'єр, видається свідоцтво на право працювати в кар'єрі.

Рух на кар'єрних автодорогах має здійснюватися без обгону, за винятком випадків, коли експлуатуються автомобілі з різними технічними швидкостями та з дозволу Держгірпромнагляду.

Заїзд автосамоскида для завантаження у вибій дозволяється за сигналом машиніста екскаватора, а під час чекання для завантаження автомобіль має бути за контуром радіуса дії ковша. На час завантаження автомобіль гальмують. Автомобіль, що завантажується, перебуває у полі зору машиніста екскаватора. Завантаження проводиться без переносу ковша через кабінку автомобіля. Рух завантаженого автомобіля дозволяється після відповідного сигналу машиніста екскаватора.

									Арк.
									88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	.....ДІП. 631000. 311. МРПЗ.....				

Кабіна кар'єрного автосамоскида повинна мати захисний козирок, який захищав би кабіну від шматків породи, що можуть випасти з ковша. Якщо захисний козирок відсутній, водій повинен на час завантаження автомобіля знаходитися за межею зони дії екскаватора.

Завантаження автомобіля повинно бути рівномірним та в межах його вантажопідйомності. Не дозволяється автосамоскиду рухатися з піднятим кузовом, переїздити кабелі без захисного покриття, запускати двигун накатом.

Рух автомобіля заднім ходом дозволяється на відстань не більше, як 30 м, крім проходки траншеї, при цьому має подаватися безперервний звуковий сигнал. Усі кар'єрні автосамоскиди повинні мати фари, що освітлює шлях під час руху заднім ходом. На випадок аварійної зупинки автомобіля на схилі під колеса підкладаються надійні упори. Перевезення людей у кабіні самоскида допускається лише з дозволу адміністрації. Перевезення людей у кар'єрі здійснюється автобусами або спеціально обладнаними вантажними автомобілями. Посадка людей здійснюється лише на горизонтальних площадках на узбіччі дороги.

Вимоги безпеки праці при влаштуванні дорожнього покриття

До початку робіт по влаштуванню і реконструкції дорожніх покриттів необхідно:

- ділянку виробництва робіт обладнати технічними засобами організації дорожнього руху у відповідності з “Інструкцією по забезпеченню безпеки дорожнього руху в місцях проведення робіт” ІНУВ 3.2-218-051-95;
- встановити безпечну зону для дорожніх робітників;
- скласти схему заїзду і виїзду з зони робіт автомобілів-самоскидів.

Технічні засоби організації дорожнього руху встановлюють організації, що виконують ці роботи.

									Арк.
									89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	.....ДІП. 631000. 311. МРПЗ.....				

В темний період доби місце укладання асфальтобетонної суміші повинно бути освітлене.

4.4 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

При виявленні будь-яких підземних комунікацій або споруд, які не показані на кресленнях, роботи повинні бути негайно припинені, виявлені споруди ретельно оглянуті для встановлення їх походження.

При виконанні земляних робіт можливе появлення в котлованах і траншеях шкідливих газів. В цих випадках роботу треба негайно припинити, а робочих видалити з небезпечних місць до знешкодження останніх і виявлення причин появи газу.

При виявленні боєприпасів поновлювати земляні роботи можна тільки після перевірки ділянки і видалення боєприпасів саперами.

При виявленні диму або виникненні загоряння, пожежі необхідно негайно повідомити бригадира, оголосити пожежну тривогу (по місцевому радіо або звуковими сигналами) і повідомити в пожежну частину, використовуючи найближчий телефон. Одночасно з цим вжити заходів щодо ліквідації пожежі за допомогою наявних первинних засобів пожежегасіння (вогнегасники, вода, пісок і т.д.) відповідно джерелу пожежі.

Про кожний нещасний випадок, виникнення аварії, пожежі і появі інших небезпек, що загрожують аварією чи нещасним випадком, повідомити виконробу ділянки, організувати першу допомогу постраждалим і направити його до медичної установи, зберегти до розслідування обстановку на робочому місці і стан устаткування такими, якими вони були в момент події, і не приступати до роботи до її усунення.

Надається перша допомоги при пораненні, при переломах, вивихах, ударах, при кровотечі. У всіх випадках виконувати вказівки керівника робіт з усунення наслідків аварійної ситуації.

									Арк.
									90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	.....ДІПТ. 631000. 311. МРПЗ.....				

- 10.Імпорт нової важкої техніки за 2013 і 1 квартал 2014 року // Грейдер. - 2014. - №4. - С.16-17.
- 11.ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Правила визначення вартості будівництва
- 12.Дорожные машины: в 2-х частях. Ч. II. Машины для устройства дорожных покрытий: Учеб. для вузов по специальности «Строительные и дорожные машины и оборудование» / К.А. Артемьев, Т.В. Алексеева, В.Г. Белокрылое и др. — М.: Машиностроение, 1982. — 396 с.
- 13.Дорожно-строительные машины и комплексы: Учеб. для вузов по специальности «Строительные и дорожные машины и оборудование» / В.Н. Баловнев, А.Б. Ермаков, А.Н. Новиков и др.; Под общей редакцией В.Н. Баловнева. — М.: Машиностроение, 1988. 384 с.
- 14.Евдокимов В.А. Механизация и автоматизация строительного производства. Учеб. пособие для вузов. — Л.: Стройиздат, 1985. — 195 с.
- 15.Кудрявцев Е.М. Комплексная механизация, автоматизация и механовооруженность строительства: Учеб. для вузов. — М.: Стройиздат, 1989. — 245 с.
- 16.Машины для строительства и содержания дорог и аэродромов: Учеб. для вузов по специальности «Автомобильные дороги» и «Строительство аэродромов»/А.З. Шарц, В.Я. Дворковой, В.С. Заленский и др.: Под ред. А.З. Шарца. - М.: Машиностроение, 1985. — 336 с.
- 17.Пермяков В. Б. Основы механизации строительства дорожных оснований и покрытий: Учеб. пособие. — Омск: СибАДИ, 1995. — 82 с.

						ДІП. 631000. 311. МРПЗ	Арк.
							92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

28. Эксплуатация дорожных машин : учебник / под общ. ред. А.М. Шейнина. М. : Транспорт, 1992. 328 с.

29. Эксплуатация строительных и дорожных машин: учеб.-метод, пособие к курсовому проектированию / А.В. Вавилов, А.Я. Котлобан, В.М. Пилипенко, Д.В. Макаров. Мн.: БИТУ, 2003. 95 с.

									Арк.
									94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	.....ДІП. 631000. 311. МРПЗ.....				