

Лекція Екскаватори типу механічна лопата та гідравлічні.

1. Екскаватори типу механічна лопата.

Процес видобування гірської маси однокішневих екскаваторів включає в себе основні і допоміжні операції, які в свою чергу складаються з робіт: приймання і здавання екскаватора з випробуванням на ходу, перевірка кріплень вузлів екскаватора, змащування і чищення вузлів, усунення дрібних несправностей екскаватора, підготовка вибою з переміщенням негабариту, навантаження гірської маси в автосамоскиди, пересування екскаватора вздовж вибою (маневри у вибої), відгін екскаватора в безпечне місце перед вибуховими роботами і повернення у вибій після вибухових робіт, планування ґрунту вибою, очищення ківша, ходової частини екскаватора і шляху в межах робочого місця, заземлення екскаватора і систематична перевірка стану заземлення та, за наявності, усунення несправностей, перенесення силового кабелю, прибирання робочого місця, заповнення вахтового журналу, складання дефектних відомостей.

Компанія Caterpillar приступила до виробництва кар'єрних механічних лопат в 2011 р., після придбання нею компанії Bucyrus International. З тої пори на її колишніх заводах у Milwaukee (США), випускаються прямі механічні лопати як з рейковим напором (з робочим обладнанням лопат, приєднаної в 1997 р. компанії Marion, зокрема, моделі 182М з ківшами місткістю 7–18 м³), так і з традиційним для екскаваторів Bucyrus канатним напором, а також з новою гідравлічною системою напору «HydraCrowd», запатентованої і виготовленою компанією Bucyrus, яка запущена в експлуатацію на кар'єрі нафтових пісків штату Північна Альберта, Канада (2007 р.).

У вищезгаданого екскаватора з гідравлічною системою напору гідроциліндр ($D = 360$ мм) зі штоком ($D = 250$ мм), що знаходиться всередині трубчастої сорочки ($D = 1500$ мм), прикріплений шарнірно до її торця, а його шток до висунутої труби рукояті ($D = 920$ мм), що переміщається по напрямних сідлового блоку, який з'єднаний з трубчастою сорочкою і має осьову опору на стрілі. При подачі масла в підпоршневу порожнину циліндра, здійснюється висування штока і, відповідно, рукояті на повну її довжину 6,2 м зі швидкістю до 0,66 м/с і напірним зусиллям на ківш до 1225 кН.

Система "HydraCrowd" обслуговується маслостанцією з чотирма нерегульованими аксіально–поршневими насосами ($p = 24,5$ МПа, $Q = 1892$ л/хв), яка регулюється електромотором змінного струму потужністю 520 кВт, який розміщений біля основи стріли. Розрахунковий термін служби гідроциліндра до першого ТО (за ущільненнями) – два роки. Одна з переваг даної системи подачі в порівнянні з канатною – у відсутності канатів, які доводиться міняти через кожні 1500–1800 год експлуатації екскаватора, при істотній трудомісткості їх обслуговування і заміни. Застосування гідравлічної системи напору сприяє ваговому розвантаженню робочого обладнання, і в порівнянні з рейковою системою напору, дає істотне зниження моменту

інерції при повороті платформи, що дозволяє скоротити час повороту на розвантаження і повороту назад, а, отже, знизити час циклу екскавації.

Компанія Caterpillar пропонує ківші конструкції FastFil (рис. 1) з оптимізованою геометрією фронтальної частини різальної кромки, призначеної для полегшення зачищення підшви вибою і зниження опору з його занурення в гірську породу. Він має трапецієподібне розширення поперечних перерізів у напрямку дна, що сприяє ліквідації пустот при наповненні ківша і збільшує коефіцієнт його наповнення до 100 % і більше.



Рис. 1 Ківш конструкції FastFil з оптимізованою геометрією

Канатні екскаватори Cat® з електричним приводом (рис. 2) випускаються 5-ти базових типорозмірів і використовуються, в основному, для навантаження гірської маси в кар'єрні автосамоскиди в процесі розкриття і видобутку корисних копалин.



Рис. 2. Кар'єрна пряма механічна лопата Cat 7395

Компанія Caterpillar зберегла існуюче раніше цифрове маркування типорозмірів екскаваторів компанії Висурис (рис. 3), але додала попереду до неї цифру 7, що характеризує приналежність їх до класу механічних лопат, на

відміну від гідравлічних, маркування яких починається з цифри 6 і драглайнів, що починається з цифри 8.



Рис. 3. Екскаватор компанії Bucyrus з канатним напором

Одна з основних особливостей мехлопат Cat полягає в застосуванні електрообладнання змінного струму з модулями IGBT (Insulated gate Bipolar Transistor), які складаються з біполярних транзисторів з ізольованим затвором, що має переваги над машинами з приводами постійного струму, зокрема:

- вищу продуктивність за рахунок більш високої швидкості роботи внаслідок відсутності обмежень, накладених процесами комутації, які характерні для приводів постійного струму, що забезпечує і більш високий ККД;
- вищий коефіцієнт технічної готовності, як правило, більше 98 %, за рахунок збільшення середнього часу безвідмовної роботи і зниження часу на ремонт, оскільки IGBT-модулі не вимагають регулярного технічного обслуговування, що зводиться в даному випадку, тільки до змащення й заміни підшипників кожні 30 тис. год, а IGBT-модулі є взаємозамінними для активних випрямлячів і інверторів;
- –більш високу надійність, завдяки меншій чутливості до коливань напруги, машини на змінному струмі продовжують працювати при миттєвих змінах напруги в діапазоні від –20 до –30 %;
- –велику ефективність, за рахунок 10 % економії електроенергії в порівнянні з приводом постійного струму, протягом усього терміну служби екскаватора, оскільки привід на змінному струмі забезпечує коефіцієнт потужності, рівний 1,0 (нульові втрати ефективності) в порівнянні з коефіцієнтом 0,95, характерному для приводів постійного струму.

Все гірниче обладнання компанії обладнується високоточними приладами GPS-навігації – CAT MS Terrain, а екскаватори та навантажувачі компанії – приладами керування – Terrain for Loading (CAES), які призначені для:

виконання віртуального завдання з екскавації гірської породи, що подається з диспетчерської;

- витримування кінцевого профілю вибою;
- чіткого відвантаження зі складних вибоїв породи різної якості в самоскиди, що прямують у відповідні пункти призначення (фабрику, відвал, рудний склад);
- автоматичного оновлення електронної моделі кар'єра в міру відпрацювання рудних блоків вибою;
- передача звіту про виконану роботу.

Компанія Surface Mining (P & H) – підрозділ корпорації Joy Global Inc. пропонує модельний ряд кар'єрних електричних механічних лопат з рейковим напором 5-ти базових типорозмірів (*табл. 1*).

Таблиця 1

Модельний ряд електричних кар'єрних екскаваторів компанії P & H

Модель	Об'єм ківша, м ³	Маса вантажу в ківші, т	Максимальний радіус черпання, м	Максимальна висота черпання, м	Робоча маса, т
2300XPC	18,3–25,5	45,4	21,3	13,6	775
2800XPC	26,8–33,6	59,0	24,2	16,6	1079
4100C	42,8–47,7	81,6	24,7	15,8	1243
4100C BOSS	44,3	60,7	23,9	16,8	1459
4100XPC	52,8–61,2	108,9	23,9	16,8	1532

З 2007 року компанія Joy Global Inc., Surface Mining (P&H) приступила до оснащення своїх кар'єрних екскаваторів приводами змінного струму (*рис. 4*), що дозволяє значно здешевити і спростити їх технічне обслуговування, що відповідає світовим тенденціям. Управління основними рухами екскаваторів P&H здійснюється за допомогою джойстиків-контролерів.



Рис. 4. Кар'єрна механічна лопати з рейковим напором компанії Р&Н

Для збільшення ефективності роботи машиніста, екскаватори Р&Н обладнуються системою «Centurion», яка забезпечує керування приводами і збір даних з мережі датчиків, які розміщені по всій машині. Машиніст має перед собою зручний в навігації графічний інтерфейс (рис. 5), за допомогою сенсорного екрана який поєднав у собі одночасно апаратну і програмну частини, здійснює цифрове керування роботою систем екскаватора. Це забезпечує максимальні показники у всьому діапазоні швидкостей, координує рухи напору і підйому, що дозволяє скоротити час циклу.



Рис. 5. Кабіна машиніста екскаватора Р&Н з графічним інтерфейсом керування

Система відстежує координати екскаватора, кут його нахилу, температуру підшипників і масла в електродвигунах, збирає дані з продуктивності екскаватора, а також інформацію про несправності. Спеціальний модуль системи «Centurion» стежить за балансом зусиль підйому і напору, не допускаючи появи «піддомкрачування стріли», що приводить до провисання вантової підвіски.

Підсистема «OPTIDIG» запобігає заклинюванню ківша в вибої, автоматично позиціонує його в вибої, забезпечує рівномірний рух ківша при черпанні за рахунок регулювання висунення рукояті, а при виникненні непереборних перешкод, автоматично подає рукоять назад.

Підсистема «Payload» вимірює завантаження ківша, відстежуючи масу гірської маси в ківші і відхилення від заданого рівня, фіксує середні показники за зміну, відображає ці дані на тому ж сенсорному екрані комп'ютера, що дозволяє повністю використовувати вантажопідйомність автосамоскиду при навантаженні.

Модуль системи «PreVail» контролює справність вузлів екскаватора за допомогою дистанційного моніторингу, збирає, аналізує і передає дані про стан різних систем екскаватора в сервісний центр, завдяки чому сервіс-інженери швидко виявляють причину несправності, оперативно її усувають і запобігають появі її в майбутньому.

Компанія Surface Mining (P&H) пропонує клієнтам послуги з підтримки обладнання в повністю працездатному стані протягом всього терміну його служби.

Зовсім недавно на ринку з'явився китайський виробник аналогічного обладнання: **Тайюаньському заводу важкого машинобудування Тайюань Zhonggong (TZ)**. Завод виробляє гусеничні кар'єрні екскаватори типу пряма лопата з канатним механізмом підняття ківша, рейковим напором рукояті ківша і електричним приводом змінного струму (*рис. 6*).

Завод TZ протягом довгого часу являв собою спільне підприємство з американським виробником екскаваторів, компанією P&H. У 2005 році компанії завершили співпрацю і нині екскаватори серії WK – це повністю самостійна розробка фахівців заводу TZ. Завод випускає екскаватори: WK-4, WK-10/12, WK-20, WK-27, WK-35, WK-55, WK-75.

Технічні і конструктивні особливості екскаваторів серії WK полягають у наступному. В системі їх керування вперше використовується комбінація «Панель НМІ (людино-машинний інтерфейс) + PLC (програмований логічний контролер) + конвертер», що дозволяє збільшити рівень контролю і регулювати швидкості виконання операцій. В екскаваторах встановлена інверторна система керуванням двигунів, яка позитивно впливає на головні механізми устаткування і приводу, продовжує термін їх експлуатації. Екскаватор оснащений сенсорним дисплеєм, який дозволяє проводити моніторинг несправностей системи електропостачання і механізмів, включаючи температуру, тиск та інші робочі параметри, і використовується для відображення результатів діагностики та виявлення несправностей при ремонті та обслуговуванні екскаватора.



Рис. 6. Екскаватор WK-35 Тайюаньському заводу важкого машинобудування TZ (Китай)

ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова» – найбільший на території країн СНД виробник і постачальник кар'єрних електричних екскаваторів. З 1957 року їм вироблено і поставлено понад 3500 кар'єрних електричних екскаваторів, з яких близько 1200 донині знаходяться в експлуатації на гірничих підприємствах. Переважно – це машини з ківшами місткістю 8–15 м³.

З 2008 по 2013 рр. компанією ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова» вироблені й поставлені на ринок нові екскаватори великої одиничної потужності з ківшами місткістю 12, 18 і 32 м³. Це – екскаватори ЭКГ-12К, ЭКГ-18Р і ЭКГ-32Р, які були розроблені у відповідності зі стратегією розвитку компанії. У стадії завершення робочого проекту знаходиться потужний інноваційний екскаватор ЭКГ-50 з ківшом 60 м³.

У 1985 р., на основі ЭКГ-12,5 був створений екскаватор ЭКГ-15 з ківшом 15 м³, до 2012 р. їх було вироблено 108 одиниць. У 1989 р. був випущений тільки один екскаватор ЭКГ-20И, створений на базі екскаватора ЭКГ-15, а в 2010 р. був виготовлений перший в історії заводу екскаватор з напором рейкового типу ЭКГ-18Р і ківшом 18 м³ (рис. 7). Всього були виготовлені 5 машин цього типорозміру.

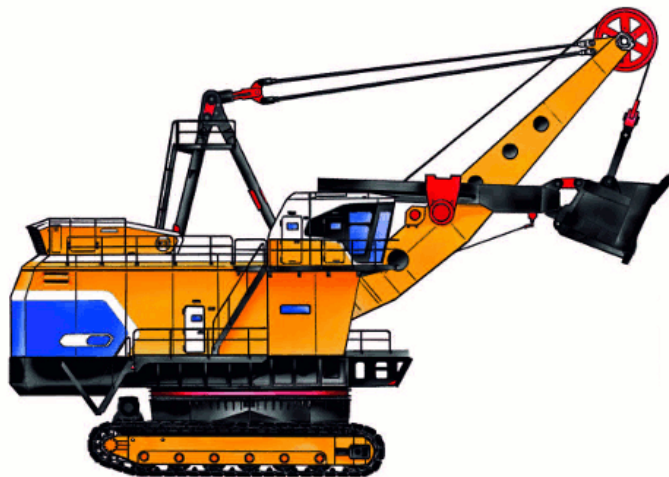


Рис. 7. Екскаватор з рейковим напором і однобалковою стрілою ЭКГ-18Р

За період 2008–2013 р.р. компанія поставила на гірничодобувні підприємства країн СНД та зарубіжжя 146 екскаваторів з ківшами 10–18 м³ з яких переважна більшість – 102 од. з ківшом 10 м³, 6 од. з ківшом 12 м³, 31 од. з ківшом 15 м³, 5 од. з ківшом 18 м³ і тільки один екскаватор з ківшом 32 м³.

Принциповою особливістю нової лінії екскаваторів ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова» є можливість, залежно від вимог замовника і умов розробки, придбання моделі екскаватора або з канатним (К) або рейковим (Р) виконанням робочого обладнання в рамках єдиної базової платформи. Моделі екскаваторів відрізняються тільки робочим обладнанням (ківш, стріла, рукоятка), встановлюваним на поворотній платформі. Вузли екскаваторів уніфіковані на 80 %.

Нині «ИЗ-КАРТЭКС», поряд з наймасовішим в минулому екскаватором ЭКГ–10 і досить поширеним ЭКГ–15, пропонує нову лінійку продукції, що складається з 4–х базових моделей з модифікаціями – канатного (К) і рейкового (Р) напору.

На машинах нового покоління ЭКГ–12К (рис. 8), ЭКГ–20К/18Р та ЭКГ–35К застосовується частотно–регульований електропровід постійного (Тп–Д, Трп–Д) струму, а на екскаваторах ЭКГ–32Р і екскаваторі ЭКГ–50, який проектується – електропривод змінного (ПЧ–АД) струму. Останній дозволяє більш істотно знизити витрату електроенергії, полегшити обслуговування елементів електроприводу, забезпечити плавність роботи машини, підвищити її керованість.

ЭКГ–12К традиційно має модифікації: з подовженим робочим обладнанням ЭКГ–10ус для навантаження в транспортні засоби, які розташовані на рівні стояння екскаватора; ЭКГ–6,3у для навантаження в транспортні засоби, які розташовані на вищележачому горизонті. ЭКГ–12К надалі, буде замінений універсальним екскаватором ЭКГ–12М з приводами змінного (ПЧ–АД) струму і буде випускатися в 2–х модифікаціях: базової ЭКГ–12МР з рейковим напором і ЭКГ–12МК – з канатним напором.

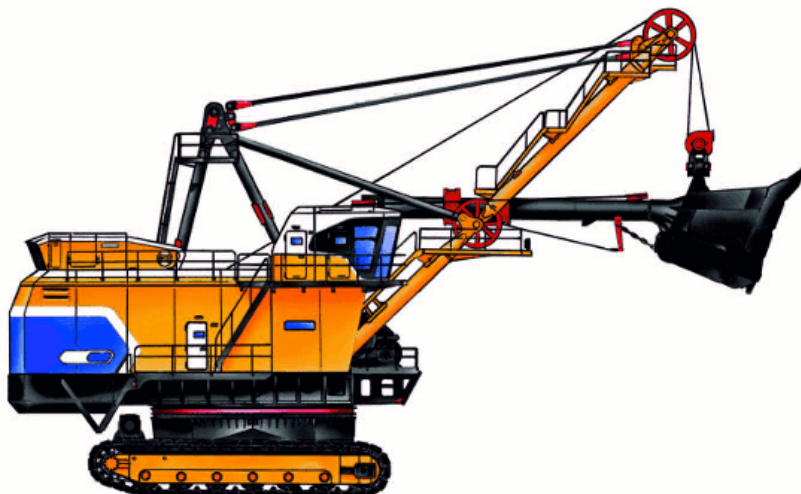


Рис. 8. Екскаватор ЭКГ–20 К з канатним напором

Виробнича лінійка кар'єрних гусеничних екскаваторів типу пряма лопата Уралмашзаводу включає моделі ЕКГ–5А, ЕКГ–12А, ЕКГ–18 та ЕКГ–30.

Екскаватор ЕКГ–5А є наймасовішим кар'єрним гусеничним екскаватором в світі: було випущено більше 13 тис. одиниць, у тому числі з 1980 р. в кількості 4500 машин. Сучасні ЕКГ–5А пройшли модернізацію і значно відрізняються від перших модифікацій.

Перший екскаватор ЕКГ–12 з ківшом 12 м³, був введений в експлуатацію на Чернігівському розрізі в 1996 р. Всього було виготовлено 17 машин, які поставлено переважно на залізрудні підприємства. У 2011 році був виготовлений перший ЕКГ–18. Сучасні екскаватори Уралмашзаводу оснащуються системами електроприводу постійного (ЕКГ–12А) або змінного струму (ЕКГ–18) зі статичними перетворювачами і цифровою системою керування, що дозволяє знизити енергоспоживання при високому рівні ККД і надійності, а також системами – інформаційною, відеоспостереження, автоматичного захисту робочого обладнання та централізованого автоматичного змащування. Збір, обробка, зберігання поточної інформації про роботу екскаватора дозволяють відслідковувати динаміку зміни всіх основних параметрів, аналізувати дані про поточний стан механічного та електричного обладнання, формувати і зберігати список попереджувальних і аварійних повідомлень із зазначенням часу і дати, який відображаються на екрані панельного комп'ютера машиніста.

Система автоматичних захистів робочого обладнання екскаватора має функції обмеження підйому ківша і ходу рукояті, захисту стріли від удару рукояттю вище напірного валу і при занедбаності ківша, обмеження бічних навантажень при черпанні і при роботі з негабаритами, захисту від перепідйому стріли. Система обмежує також динамічні навантаження на передню кромку ківша.

Оснащення системою автоматичного захисту і інформаційною системою дозволяє забезпечити ефективну і надійну роботу екскаваторів за рахунок інформованості машиніста про стан механічного обладнання і приводу, можливості передати показники роботи екскаватора диспетчеру гірничого підприємства для коригування виробничого процесу в режимі on–line.

Для більш повного задоволення потреби гірничих підприємств на базі ЕКГ–5А в останні роки створено ряд модифікацій.

ЕКГ–5В – екскаватор з пневмоударними зубами, вбудованими в ківш, що дозволяє проводити розробку тріщинуватих порід середньої міцності і мерзлих ґрунтів без попереднього буропідривного розпушування. Нині випущені і знаходяться в експлуатації шість екскаваторів ЕКГ–5В. Досвід їх використання на кар'єрах показав, що застосування даного екскаватора підвищує проведення селективного виймання на складноструктурних родовищах, знижують втрати і разубожування, зменшення витрат на розробку і шкідливого впливу на навколишнє середовище за рахунок виключення необхідності проведення буропідривних робіт. На відміну від іншого нового виду обладнання для безвзвихового виймання міцних порід (машин пошарового фрезерування, компактних роторних екскаваторів тощо)

використання даного екскаватора на діючих підприємствах не вимагає докорінної зміни технології відпрацювання родовища. При використанні ЕКГ–5В його обслуговування і ремонт можуть здійснюватися на тій же ремонтній базі, що й експлуатуються нині ЕКГ–5А.

ЕКГ–5Д – екскаватор з дизель–електричним приводом. Автономність живлення дозволяє використовувати дану машину в районах з погано розвиненою інфраструктурою, за відсутності систем енергопостачання.

ЕКГ–4УС – екскаватор з подовженим робочим обладнанням, що дозволяє відпрацьовувати уступи підвищеної висоти.

Розкривні екскаватори ЕКГ–4у, ЕКГ–6,3у, ЕКГ–8у, ЕКГ–12у та ін. мають подовжену стрілу й рукоять. Розкривні екскаватори з ківшами ємністю до 10–20 м³ застосовують для навантаження породи в транспортні засоби, розташовані вище рівня стояння екскаватора, а з ківшами більшої ємності – для перевалювання породи при безтранспортних системах розробки.

Новий кар'єрний екскаватор ЕКГ–12 з ківшом місткістю 12 м³. Змінні ківші цієї машини для важких і легких порід мають місткість відповідно, 10, 14 і 16 м³. У конструкції ЕКГ–12 знайшли застосування останні досягнення екскаваторобудівництва. Рейковий натиск з двохбалою рукояткою і безполіспасною підвіскою ківша, а також двохгусеничний ходовий візок з роздільним приводом на кожен гусеницю забезпечують машині надійну високопродуктивну роботу навіть у найважчих умовах. Як показав досвід ЕКГ–12 прийнятніше з канатним напором. Схема підвіски стріли дозволяє опускати її до горизонтального рівня і піднімати в робоче положення без використання додаткових вантажопідйомних пристроїв і кранів, значно полегшує обслуговування машини.

На базі ЕКГ–12 створені його модифікації: ЕКГ–12В – екскаватор з вбудованими в ківш пневмоударними зубами, що дозволяє здійснювати розробку порід без попереднього вибухового розпушування;

У *табл. 2* наведені технологічні параметри механічних лопат, які випускають і освоюють у СНД.

Особливість мехлопат полягає в тому, що рух ківша від приводів напору і підйому передається через канати діаметром 45,5–53,5 мм. Загальна усереднена довжина встановлених канатів на один екскаватор сягає майже 300 м. Екскаваторні канати експлуатуються до повного зносу або пориву. Лише 10–12 % з них відносяться до стрілових канатів, які знімають за встановленими нормами бракування. Наявність у вибої негабариту, «перелопачування» і навантаження шматків гірської маси, близьких за розмірами до негабариту, не тільки ускладнює роботу екскаватора, різко знижуючи його продуктивність, але і ускладнює умови експлуатації канатів. В таких умовах канати працюють недовго, напрацювання може становити всього 50–100 тис. т гірської маси (при нормативі 240–700 тис. т) в залежності від призначення каната, типу екскаватора, умов навантаження. Робота в складних умовах також підвищує ймовірність помилок машиніста, які можуть призвести до нештатної ситуації, наприклад, до зашківлення каната (тобто до його скидання з блоків).

Таблиця 2

**Технічна характеристика одноківшевих кар'єрних гусеничних
екскаваторів (ЭКГ) Уралмашзаводу**

Параметри	Марка екскаватора						
	ЭКГ-5А	ЭКГ-5В	ЭКГ-5Д	ЭКГ-4ус	ЭКГ-12	ЭКГ-12В	ЭКГ-20А
Об'єм основного (змінного) ківша, м ³	5,2 (3,2-7)	5	5,2 (3,2-7)	4,0 (3,2-4,6)	12,0 (10,0-14,0)	12,0 (10,0-16,0)	20,0 (16,0-25,0)
Найбільший радіус черпання, м	14,5	14,5	14,5	15,5	21	20,5	23,4
Найбільша висота черпання, м	10,3	10,3	10,3	12,9	15	15	17
Найбільший радіус розвантаження, м	12,65	12,65	12,65	13,7	18,5	18	20,9
Радіус черпання на рівні стояння, м	9,04	9,04	9,04	10,5	14,3	13,8	15,2
Найбільший висота вивантаження, м	6,7	6,7	6,7	9	10,0	10,0	11,5
Потужність мережевого двигуна, кВт	250	250 (400)	2×350 дизель	250	1250	1250	2250
Розрахункова тривалість циклу, с	23	23	23	29	26	28	28
Ширина гусеничної стрічки, мм	900/1100/1400	900/1100/1400	900/1100/1400	900/1100	1400/1800	1400/1800	1800
Тиск на ґрунт, кгс/см ²	2,1/1,72/1,3	2,1/1,72/1,3	2,1/1,72/1,3	2,26/1,85	2,8/2,2	2,9/2,3	3,16
Вага екскаватора конструктивна, т	196	207	197	211	638	670	1050

Дещо краще працюють канати при розробці порід ІІІ категорії і на перевалочних пунктах. У цих умовах число і тривалість пікових навантажень

скорочується, напруження канатів збільшується і може досягати 300–720 тис. т.

При розробці порід I і II категорій і роботі екскаваторів на відвалі, пікові навантаження на канати практично відсутні, так як машиніст екскаватора здійснює мінімальну кількість перемикань, і взагалі екскаватор працює плавно. Екскаваторні канати експлуатуються в сприятливих умовах, їх напруження досягає 1000–1600 тис. т (при нормі екскавації у відвалі – 950 тис. т для підйимального каната і 1100–1200 тис. т – для напірного каната).

Рівень кваліфікації машиністів має великий вплив на стійкість і робочу довговічність канатів, особливо в умовах підприємства зі складними гірничо-геологічними умовами та специфічними вимогами по подачі руди на фабрику. Так, наприклад, до 50 % підйомних канатів виходять з ладу передчасно, не досягаючи середніх показників за напруженням через помилки обслуговуючого персоналу. На машинах з постійно закріпленими бригадами працездатність канатів більш стабільна і залежить в основному від гірничо-геологічних умов, технічного стану обладнання та якості канатів.

Основні фактори, що впливають на зношення стрілових канатів і зворотних канатів механізму напору – це корозійне руйнування і втомний злам зволікань на ділянках каната. Середній термін служби стрілових канатів складає 500 і більше днів, а напруження зворотних канатів напірного механізму може становити більше 1500 тис. т корозійні руйнування у меншій мірі піддаються підйомні і напірні канати зважаючи на малу тривалість перебування їх у навішуванні.

В інструкціях з експлуатації екскаваторів заводи–виробники рекомендують використовувати канат подвійного звивання типу ЛК–РО конструкції $6 \times 36(1 + 7 + 7/7 + 14) + 7 \times 7(1 + 6)$ ГОСТ 7669–80 з металевим сердечником.

Замість застосовуваного раніше канатного привода робочого обладнання набув широкого поширення гідравлічний. Кар'єрні гідравлічні екскаватори мають свої технологічні переваги, що визначають стійкий попит на різні типорозміри в діапазоні місткості ківша від 4 до 35 м³. Ці машини дозволяють здійснювати виїмку порід верхнім і нижнім черпанням, навантажувати транспорт, що стоїть як на горизонті установки екскаватора, так і вище або нижче його, відрізняються високою мобільністю і багатофункціональністю.

Гідравлічні екскаватори забезпечують високу ефективність селективної розробки складно–структурних родовищ, дають можливість обслуговування декількох вибоїв для усереднення видобутої руди, ефективну розробку обводнених покладів (в їх числі – техногенні родовища у вигляді відходів збагачення руд), безвибухову розробку напівскельних порід.

Нині в світі випускається близько 50 моделей кар'єрних гідравлічних екскаваторів чотирма провідними виробниками кар'єрної техніки (рис. 9). В 2006 на території Воронежського екскаваторного заводу (Росія) відбулася презентація головних зразків дизель–гідравлічних екскаваторів ДГЭ–1200 в виконанні робочого обладнання «пряма» і «зворотна» лопата. Представлені зразки кар'єрних екскаваторів є молодшим класом задуманого сімейства, яке охоплює 5 класів в діапазоні робочих мас від 120 до 500 т, з діапазоном

місткості ківшів від 4 до 32 м³, потужністю від 503 до 1900 кВт. Першочергова задача полягає в освоєнні головних моделей сімейства ДГЭ–1200 і ДГЭ–2800. У конструкції прийняті класичні підходи до компонування кар'єрних екскаваторів. Представлені зразки екскаватора ДГЭ–1200 є одними з перших російських кар'єрних екскаваторів з гідравлічним керуванням робочого обладнання. Екскаватор ДГЭ–1200 оснащуються основними ківшами місткістю 6 м³.

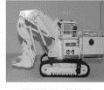
Terex / O&K	 RH120E 15,4 M ³	 RH170B 20 M ³	 RH 200 26 M ³	 RH 340 28 M ³	 RH 400 45 M ³				
Bucyrus (Cat)	 RH 120 E 16,0 M ³	 RH 170 B 22 M ³	 RH 200 E 26 M ³		 RH 400 45 M ³				
Komatsu	 PC 3000 15 M ³	 PC 4000 22 M ³	 PC 5500 29 M ³	 PC 8000 42 M ³					
Hitachi	 EX 2500 15 M ³	 EX 3600 21 M ³	 EX 5500 27 M ³	 EX 8000 40 M ³					
Liebherr	 R 994 B 15,3 M ³	 R 995 26,5 M ³	 R 996 34 M ³	 R 9800 42 M ³					
Maca, m	200	300	400	500	600	700	800	900	1000

Рис. 9. Структура пропозицій на ринку кар'єрних гідравлічних екскаваторів з ківшом більше 15 м³

2. Гідравлічні екскаватори

Завдяки істотним перевагам гідравлічні екскаватори отримують все більшого поширення й витісняють традиційні канатні мехлопати не тільки на земляних роботах у будівництві, але й на потужних кар'єрах при розробці міцних скельних порід.

Аналіз конструктивних і технологічних даних гідравлічних екскаваторів показує, що вони практично співставляються один з одним за геометричними і енергосиловими параметрами. Основними відмінностями ЕГ (гідравлічних екскаваторів) в порівнянні з канатними ЭКГ є автономність в роботі і шарнірне зчленування рукояті ківша зі стрілою.

Шарнірне зчленування рукояті ківша зі стрілою зменшує радіус черпання, тому гідравлічні екскаватори в процесі роботи розташовуються ближче до укосу уступу у порівнянні з електричними канатними. Так, наприклад, якщо у екскаватора ЭКГ–15 максимальна висота черпання (16,4 м) в 1,4 рази менше

радіуса черпання (22,6 м), то у гідравлічних екскаваторів ці параметри співставні і складають 15–17 м.

Основними функціями, які виконує гідравлічний екскаватор, є: виймання рихлого розкриття, некондиційних блоків, околу, шламу; виконання загальнобудівельних робіт (створення гребель, відсипання відвалів, будівництво доріг), а також інші функції. Технічні характеристики сучасних екскаваторів наведені в *табл. 3*.

Таблиця 3

Технічна характеристика сучасних гусеничних кар'єрно–будівельних екскаваторів

Модель	Об'єм ківша, м ³	Макс. глибина черпання , м	Висота розванта ження, м	Зусилл я відриву , кН	Маса, т	Потуж- ність двигуна , кВт	Макс. висота черпання , м	Макс. радіус черпання , м
Volvo								
EC180B	1,025– – 1,425	5,18– – 6,41	6,14– – 7,55	68,4– – 92,6	18,07– – 19,02	90	–	9,34
EC210B	0,75– – 1,55	5,39– – 7,73	6,43– – 8,27	80,2– – 117,2	21,34– – 22,34	119	9,54– – 10,7	9,22– – 9,62
EC240B	1,05– – 1,975	6,04– – 7,6	6,7– – 8,53	99,0– – 141,1	24,8– – 25,77	134	9,88– – 10,7	9,62– – 9,66
EC290B	0,95– – 2,1	6,2– – 8,28	6,69– – 9,6	105,0– – 167,2	28,4– – 29,9	153	10,16– – 11,57	9,62– – 10,46
EC360B	1,35– – 3,0	6,72– – 8,2	6,83– – 7,52	137– – 207	36,25– – 37,05	198	10,48– – 11,82	10,07– – 10,6
EC460B	1,825– – 3,725	6,57– – 9,15	6,98– – 7,87	154,9– – 237,3	44,85– – 47,88	239	10,9– – 13,22	10,58– – 11,09
Daewoo								
S300–V	0,7– – 1,5	7,33– – 7,98	7,285– – 7,475	119– – 159	29,1– – 31,1	147	10,345	10,735
S340–V	1,1– – 1,6	7,67– – 8,48	7,27– – 7,64	146– – 170	33,6– – 34,9	184	10,44	11,23
S420–V	1,3– – 1,9	7,725– – 8,47	7,845– – 8,33	164– – 189	41,1– – 42,8	210	11,0	11,52
S470–V	1,3– – 2,5	7,34– – 11,8	7,76– – 9,85	195– – 246	46,9– – 48,4	232	11,08	12,1
S500–V	1,8– – 3,2	6,28– – 6,78	6,59– – 6,68	249– – 288	49,9– – 51,4	232	9,68	10,73

JCB								
JS260	0,77– 1,46	5,72– 7,23	6,15– 7,05	109,8– 179,2	25,44 – 25,79	120	–	11,6
Модель	Об'єм ківша, м ³	Макс. глибина черпання , м	Висота розванта ження, м	Зусилл я відриву , кН	Маса, т	Потуж- ність двигуна , кВт	Макс. висота черпання , м	Макс. радіус черпання , м
JS330	1,18– 1,85	6,37– 8,18	6,71– 7,46	114,7– 196,1	31,9– 32,6	178	–	11,86
LS460	1,39– 2,25	6,87– 9,00	7,55– 8,46	315,7– 537,4	45,05 – 46,82	228	–	13,13
Fiat–Hitachi								
EX300	1,0– 1,60	8,18	10,6	237	31,5	165	–	–
EX350H	1,15– 1,86	7,38	10,2	237	32,6	162	–	–
EX370H D	1,15– 1,86	7,27	10,4	237	36	162	–	–
EX450H. 5	1,26– 2,28	9,24	11,6	249	43,1	225	–	–
EX1200	3–6,5	12,9– 14,4	8,02– 10,36	–	111	567	12,3– 14,4	13,76– 17,33
Liebherr								
R924	0,3– 2,0	7,6	9,8	159	24,8	112	–	–
R934	0,24– 2,2	7,95	10,6	165	27,6	137	–	–
R944	0,6– 2,6	8,2	11,2	180	33,9	164	–	–
R954B	1,3– 3,9	8,4	11	285	45,7	210	–	–

Конструктивні особливості гідравлічних екскаваторів

Конструктивною особливістю гідравлічних екскаваторів, що визначає їхні технологічні параметри й техніко–економічні показники, є наявність трьох пар потужних гідроциліндрів, які з'єднані між собою шарнірно, для керування стрілою, рукояттю й ківшом. Рухома стріла й рукоять, а також поворотний ківш дозволяють завдяки гідроциліндрам створити кращу траєкторію черпання, ніж у екскаваторах з канатним приводом, і значно більші зусилля різання на зубах ківша. У канатних екскаваторах ківш при черпанні

переміщається по криволінійній траєкторії, внаслідок чого зусилля різання обмежується стійкістю екскаватора, що забезпечується противагою великої маси.

Гідравлічні екскаватори працюють при прямолінійному зануренні ківша і його наступному повороті наприкінці черпання. При цьому зусилля черпання ківша обмежується силою зчеплення ходової частини екскаватора із ґрунтом вибою.

При цьому в добре розпушених породах черпання здійснюється в нижній частині вибою з використанням ефекту керованого обвалення, у тріщинуватих й погано висаджених породах – у верхній і середній частинах, у пухких і глинистих породах – зверху вниз горизонтальними шарами. Висота уступу в цьому випадку може становити не більше 0,5–0,6 максимальної висоти черпання екскаватора. Завдяки кращій кінематиці робочого органу гідравлічні екскаватори при однаковій ємності ківша в порівнянні з канатними мають робочу масу в 1,8–2,2 рази меншу, а зусилля черпання в 2–2,2 рази більше; витрата електроенергії зменшується на 30 %, а експлуатаційні витрати на екскавацію гірської маси – в 2–4 рази.

Крім того, можуть бути знижені витрати на ремонт транспортних засобів. Незалежні рухи напору, підйому й повороту ківша полегшують відпрацювання підосви вибою й селективну виїмку. Завдяки зменшенню мінімального й збільшенню максимального радіусів на рівні черпання з'являється можливість розширити вибір екскаватора й значно збільшити об'єм гірської маси, яку виймає екскаватор у вибої з одного місця стояння. Крім того, збільшується глибина черпання нижче рівня й поліпшуються умови вивантаження породи з ківша.

Ківші можуть розвантажуватися перекиданням уперед або, у деяких моделей, через дно.

Як відомо, до загальної переваги для гідравлічних кар'єрних екскаваторів (перед мехлопатами) відноситься плавне, практично безударне, вивантаження порід з ківша будь-якої місткості в кузов транспортних посудин. Цей ефект став можливим завдяки регульованому та дозованому відкриттю днища ківша з утворенням розвантажувальної щілини фіксованого розміру, через яку випускається порода. Таке конструктивне рішення мають всі скельні ківші екскаваторів НІТАСНІ, які призначені для виїмально-навантажувальних робіт у вибоях з підірваними скельними і напівскельними породами, а також у непідготовлених вибоях з зв'язаними і м'яким породами.

Гідравлічні екскаватори Hitachi для кар'єрів

За 30-річний період корпорація НІТАСНІ поставила на ринки гірничодобувних країн світу більше 4000 кар'єрних екскаваторів всіх моделей і модифікацій. За останні 7 років у світі проданий 321 екскаватор НІТАСНІ класу 240–780 тон, що склало 38,5 % світового виробництва. Інші компанії мають наступні показники: Terex – 21,7 %, Liebherr – 15,2 %, Komatsu – 15,1 %, Caterpillar – на 9,5 %.

Сучасний типорозмірний ряд гідравлічних кар'єрних екскаваторів НІТАСНІ представлений серіями ZX і EX і включає 8 моделей. Всі моделі випускаються з робочим обладнанням типу пряма і зворотна лопата.

Екскаватор моделі EX 1900–5 з робочим обладнанням зворотної лопати випускається в шести модифікаціях, які відрізняються довжиною стріли (від 8,3 м до 11,8 м) і рукояті (від 3,6 м до 7,0 м) і відповідно параметрами вибоїв. Базова модифікація – комплектується стрілою завдовжки 8,3 м і рукояттю 3,6 м.

Модель EX 2500 за замовленням споживача комплектується силовим агрегатом на базі електродвигуна потужністю 860 кВт (робочою напругою 6 600 В і частотою струму 50 Гц) замість дизельного двигуна.

Для більшості моделей екскаваторів НІТАСНІ передбачено ряд ківшів, місткість яких забезпечує завантаження різних за вантажопідйомністю автосамоскидів за оптимальне число робочих циклів (в межах 4–6 циклів). За замовленням споживачів кар'єрні екскаватори моделей ZX можуть поставлятися як зі скельним ківшом (розвантаження через днище), так і зі змінним ківшом розвантаження шляхом перекидання через передню різальну кромку (рис. 4.31). Конструкція вузла кріплення скельного ківша «прямої лопати» до рукояті дозволяє відхиляти його ріжучу кромку на кут від 55 ° до 70 °.

Крім того, всі скельні ківші оснащуються швидкозмінними захисними пластинами бічних граней і різальної кромки, які захищають ківш від зношення. Для екскавації незв'язних і сипучих порід деякі моделі екскаваторів можуть оснащуватися змінним ківшом, який розвантажується перекиданням через передню ріжучу кромку.

Застосування на кар'єрних екскаваторах НІТАСНІ ківшів скельного типу з розвантаженням через днище сприяє не тільки виключенню динамічного впливу порід, які розвантажуються на днище кузова і підвіску автосамоскиду, але і зменшує до мінімуму пилоутворення у вибої, також зменшує просипання ґрунту за межі кузова на робочий майданчик.

Гідравлічні екскаватори Liebherr для кар'єрів

Фірма Liebherr широко відома на світовому ринку, як одна з провідних компаній з виробництва широкого ряду обладнання для гірничої промисловості.

Liebherr випускає кар'єрні бульдозери потужністю 180–400 к.с. і колісні одноківшеві навантажувачі з ківшом місткістю до 5 м³ на заводах в Австрії, кар'єрні автосамоскиди вантажопідйомністю 150–360 т на заводі в США і 17 типів гусеничних гідравлічних екскаваторів робочою масою від 10 т до 650 т на заводі у Франції.

Нині Liebherr пропонує споживачеві 7 базових моделей кар'єрних гідравлічних екскаваторів: R-964 В (робочою масою 60–67 т), Р-974 Б (78–83 т), Р-984 С (111–116 т), Р-994 (226–229 т), Р-994 В (261–265 т), Р-995 (420–432 т), Р-996 (647–653 т). Всі моделі оснащуються робочим обладнанням прямою і зворотною лопатою.

Всі моделі екскаваторів мають спеціальні модифікації, пристосовані для роботи при температурах до -40°C , а нові екскаватори типу Р-994В і R-995 – при температурах до -50°C (арктичне виконання).

Екскаватори масою більше 100 т оснащуються електричним приводом, при цьому варіанті екскаватор може обладнуватися кабележивильником, змонтованим на базі машини.

Конструктивною особливістю екскаваторів Liebherr є низький центр ваги машин за рахунок розподілу мас потужного робочого обладнання та важкого ходового візка: більше 40 % маси екскаваторів припадає на ходову частину.

Підвищена стійкість машин при роботі у важкому скельному вибої навіть при нерівній підшві забезпечує ефективну трансформацію високих зусиль занурення та відриву ківша. Екскаватори Liebherr мають максимальні в своїх класах зусиллями черпання і відриву щодо робочої маси, тобто є самими енергоозброєними. Це забезпечує високу продуктивність, надійність і довговічність гідравлічних екскаваторів.

Напівпаралелограмна геометрія робочого обладнання прямої лопати забезпечує стійку силу занурення протягом усього циклу черпання за рахунок гідроциліндрів, розташованих на стрілі, а не на рукояті. Простоту і легкість управління процесом черпання забезпечує автоматика.

При нижньому черпанні і нижньому навантаженні забезпечуються максимальні показники з продуктивності внаслідок мінімального кута повороту (до 11°) для розвантаження ківша.

Зовнішній вигляд екскаваторів Liebherr з прямою лопатою та робочі параметри відповідно наведені на *рис. 10, 11*.

Зворотні лопати Liebherr широко використовуються при безвибуховій розробці напівскельних порід. Для розширення галузі їх застосування при безвибуховій розробці зворотної лопати комплектуються спеціальним зубом–розпушувачем, який монтується замість ківша.

Робочі параметри черпання кар'єрних екскаваторів Liebherr з робочим обладнанням пряма лопата наведені на *табл. 4.18*

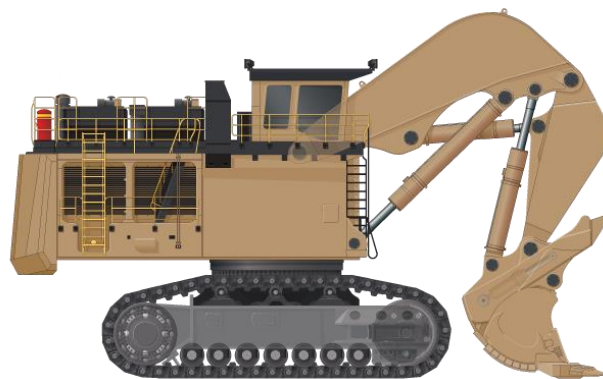


Рис. 10. Вигляд екскаватора Liebherr з прямою лопатою

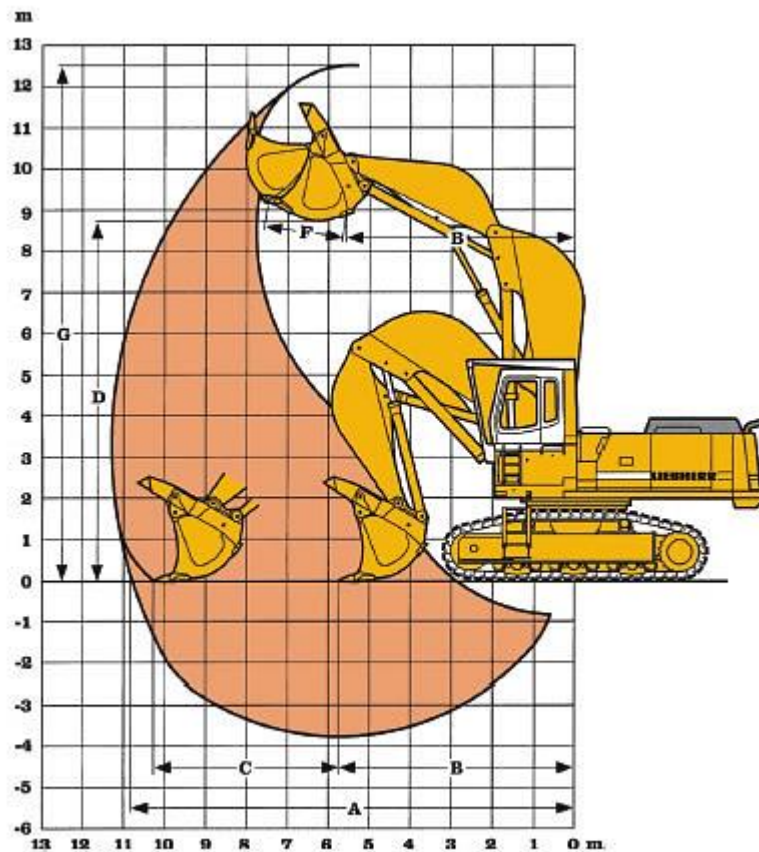


Рис. 11. Робочі параметри екскаваторів Liebherr з прямою лопатою

Розпушувач для зворотної лопати вперше розроблений фірмою Liebherr спеціально для роботи у важких умовах. При цьому швидка зміна ківша на розпушувач і назад забезпечується адаптером оригінальної конструкції, який дозволяє проводити зміну робочого обладнання за 15–20 секунд. Цими пристроями обладнуються всі кар'єрні екскаватори Liebherr зворотна лопата експлуатаційною масою до 115 т.

В цілому надійність машин Liebherr забезпечується особливістю конструкцій і великою часткою агрегатів власного виробництва, яка досягає 90 %. Двигуни, гідронасоси, гідромотори, гідроциліндри, редуктори, опорно-поворотні круги, електронні системи управління, бортові комп'ютери, всі металоконструкції, навіть системи кондиціонування – це комплектуючі власного виробництва фірми при розробці та виготовленні яких використовуються стандарти і технології, прийняті у космічній та оборонній галузях промисловості.

Гідравлічні екскаватори Komatsu для кар'єрів

Всі основні гідравлічні контури працюють тільки за одного тиску, що спрощує регулювання тиску і техобслуговування. До кожного контуру можна під'єднати манометр. Проста процедура заміни типу лопати. Щоб уникнути кавітації використовується негерметичний гидробак з великими прийомними лініями і низькою частотою обертання насоса. Кожен гідравлічний контур захищений фільтрами високого тиску. Для забезпечення безпеки гідросистеми встановлені повнопоточкові фільтри зворотних трубопроводів з якістю

фільтрації 10 мкм, а для поліпшення якості масла і досягнення великого терміну служби компонентів машини у допоміжних контурах встановлений обвідний фільтр з якістю фільтрації 3 мкм.

Система гусениць Mining Germany фірми Комацу з башмаками, які хитаються для отримання оптимальних показників на нерівному ґрунті. Автоматична система натягу гусениць. Гусеничний ланцюг з високоякісної литої сталі, спроектований за методом кінцевих елементів. Є в наявності навісне обладнання прямої і зворотної лопати для всіх видів робіт на родовищі. Широкий вибір ківшів і можливість їх виготовлення за спецзамовленням. Наявність проходу вздовж поворотної платформи забезпечує безпечний доступ до всіх точок техобслуговування. Просторий кожух обладнання забезпечує вільний доступ для проведення техобслуговування і захист від атмосферних впливів. Автоматична система централізованого змащування додаткового робочого обладнання та основного упорного підшипника поворотної платформи.

Зовнішній вигляд екскаваторів Komatsu з прямою лопатою та робочі параметри показані відповідно на *рис. 12, 13*.

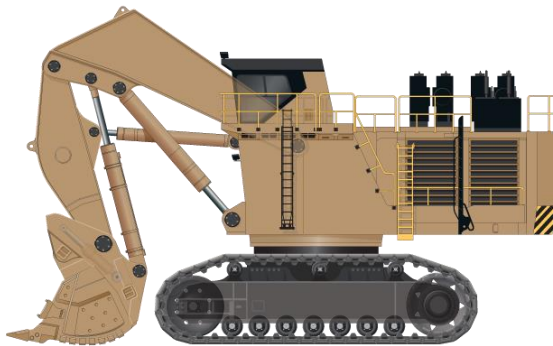


Рис. 12. Зовнішній вигляд екскаватора Komatsu з прямою лопатою

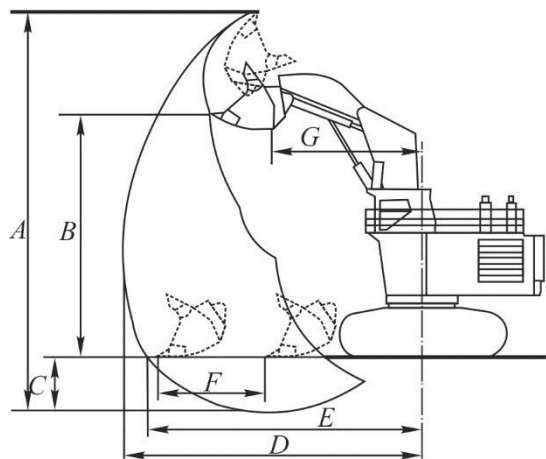


Рис. 13. Робочі параметри екскаваторів Komatsu з прямою лопатою

Місткість ківша екскаватора

Згідно стандартів PCSA №3 та SAE J-296 розрізняють такі поняття, як геометрична місткість ківша і місткість ківша "з шапкою".

ISO – Міжнародна організація по стандартизації – стандарти ISO 7451 та ISO 7546; JIS – Промисловий стандарт Японії – стандарт, JIS – A8401 – тисяча дев'ятсот сімдесят шість; PCSA – Асоціація виробників підйомних кранів і лопат (США) – стандарт PCSA № 37–26; SAE – Суспільство автомобільних інженерів (США), стандарт SAE J296/J742b; CECE Комітет по європейському будівельному обладнанню – стандарт CECE розділ VI.

Геометричною місткістю називається об'єм, який фактично розміщений нижче розділової площини між бічними стінками і переднім і заднім краями ківша без урахування об'єму породи, яка підтримується або переноситься захисним (від пересипання матеріалу) козирком або зубами ківша.

Місткість ківша "з шапкою" називається об'єм, який розташований нижче розділової площини ківша, плюс об'єм шапки матеріалу з природним укосом 1:1 (рис. 14), що знаходиться над розділовою площиною, без урахування об'єму породи, який підтримується або переноситься захисним (від пересипання матеріалу) козирком або зубами ківша.

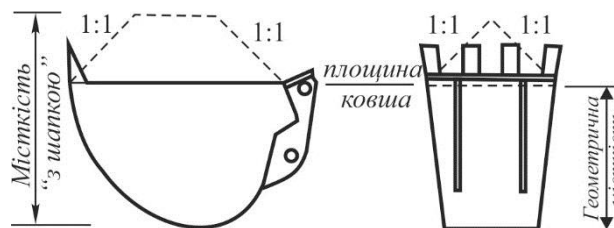


Рис. 14. Схема розрахунку місткості ківша

Існують різні стандарти для визначення місткості ківша з "шапкою". Принципова різниця між ними полягає у визначенні поняття "кута природного укосу", як зазначено в табл. 4.

Таблиця 4

Стандарти визначення кута природного укосу ґрунту в ківші

Тип ківша	Стандарт				
	ISO	JIS	PCSA	SAE	CECE
Ківш оберненої лопати	1:1	1:1	1:1	1:1	1:2
Пряма лопата	1:2	1:2	1:2	1:2	1:2

Корисний об'єм ківша екскаватора (фактична кількість породи в ківші при кожному циклі черпання) залежить від розміру і форми ківша, зусилля повороту ківша і деяких характеристик ґрунту, наприклад, коефіцієнта

наповнення для даного ґрунту. Коефіцієнти наповнення (рис. 15) для декількох типів матеріалів наведені в табл. 5.

Таблиця 5

Коефіцієнти наповнення ківшів, які пропонуються фірмою Caterpillar

Матеріал	Діапазон коефіцієнтів наповнення (в % від об'єму ківша "з шапкою")
Вологий суглинок або пісочна глина	A – 100–110 %
Міцна, тугопластична глина	B – 95–110 %
Міцна, тугопластичная глина	C – 80–90 %
Добре підірвана скельна порода	60–75 %
Погано підірвана скельна порода	40–50 %

Поєднання зусилля напору рукояті екскаватора і зусилля повороту ківша створює на машині певної компоновки більш ефективне питоме зусилля занурення на кожен міліметр різальної кромки в порівнянні з машинами інших типів, наприклад, з колісними і гусеничної типу навантажувачами.

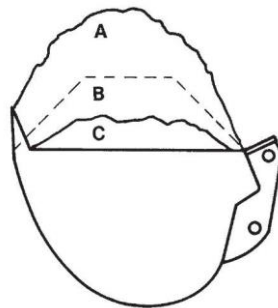


Рис. 15. Схема наповнення ківшів гірською породою

Завдяки великому зусиллю впровадження ківш екскаватора порівняно легко завантажується. Крім того, збільшене зусилля впровадження дозволяє розширити діапазон економічного застосування екскаваторів в сторону важкорозроблюваних ґрунтів (глинистих вапняків, звичайних вапняків, сланців) без необхідності застосування вибухових робіт або попереднього розпушування.

Для найбільш повного використання переваг збільшеного зусилля впровадження, ківші екскаватора слід вибирати таким чином, щоб вони відповідали характеристикам розроблюваних ґрунтів. Двома найбільш важливими параметрами, що підлягають врахуванню, є ширина ківша і радіус обертання ківша до кінчиків зубів (рис. 16).

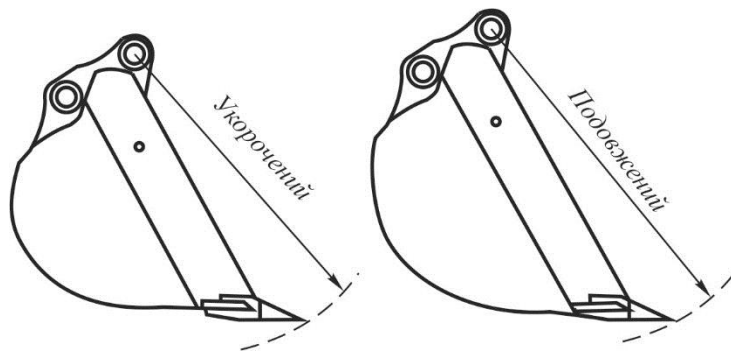


Рис. 16. Радіус обертання ківша до кінчиків зуба

Як правило, широкі ківші застосовуються для легкорозроблюваних ґрунтів, а вузькі ківші – для міцніших. При виборі ківша для розробки міцних кам'янистих ґрунтів слід також враховувати радіус обертання ківша до кінчика зуба. Так як ківші з меншим радіусом вершин зубів створюють більше зусилля повороту в порівнянні з ківшами, що мають більший радіус, вони зазвичай завантажуються значно легше. Хорошим емпіричним правилом при виборі ківша для міцних ґрунтів є вибір найбільш вузького ківша з малим радіусом обертання ківша до кінчика зуба. На вибір ківша екскаватора можуть також впливати й інші фактори, наприклад, ширина дна траншеї тощо.

Система швидкої зміни навісного обладнання

Системи швидкої зміни навісного обладнання підвищують експлуатаційну гнучкість і продуктивність машини. Полегшення процесу зміни навісного обладнання збільшує коефіцієнт використання устаткування. Система швидкої зміни навісного обладнання дозволяє оператору замінити ківш на більш придатне обладнання для даного виду робіт. Наприклад, якщо машина не обладнана системою швидкого кріплення навісного обладнання, то при екскаваторних роботах з переважно м'якою породою з рідкими включеннями або кишенями зі скельними породами оператор може віддати перевагу використанню ківша для скельних порід, меншого розміру і більшої маси, що призводить до зниження продуктивності при виконанні робіт з м'якою породою. При використанні системи швидкого кріплення навісного обладнання можна використовувати скельний ківш при роботі зі скельної породою і ківш загального призначення при роботі з м'якою породою.

Екскаватори Caterpillar можна обладнати двома типами системи швидкої зміни навісного обладнання. Перший тип – це спеціальний вузол кріплення з гаками, спроектованими для безпосередньої заміни шарніра стандартних ківшів. Стикувальний вузол, болтами прикріплений до важільного механізму рукояті і ківша, насаджується на гаки, які запобігають випадковому розчепленню (рис. 17).

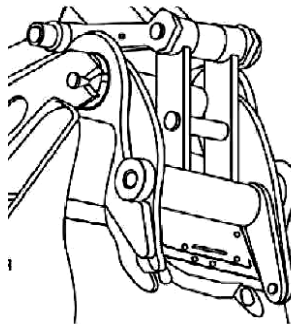


Рис. 17. Системи швидкої зміни навісного обладнання зі спеціальним вузлом кріплення з гаками

Переваги даної системи.

Застосування системи не збільшує радіус ківша по кінчиках зубів (відстань від осі повороту ківша до кінчика зуба ківша). Збільшення радіуса ківша по кінчиках зубів знижує зусилля на кромці ківша і зусилля на рукояті, тим самим зменшуючи вантажопідйомність ківша. Не збільшує масу на кінці рукояті. Таким чином, збереження радіуса ківша по кінчиках зубів і маси не знижує експлуатаційних характеристик. Дана система спроектована таким чином, що на всі машини, які обладнані нею, можна встановлювати одні й ті ж ківші.

Слабкі сторони даної системи.

Дана система швидкої зміни навісного обладнання вимагає використання тільки певних ківшів і не дозволяє використання стандартних ківшів з шарнірним з'єднанням. Перед використанням одних і тих же ківшів на різних машинах необхідно провести ретельний розрахунок прикладених зусиль. Використання невірної типу ківша на великих машинах, які розвивають великі зусилля, може призвести до руйнування ківша. Використання невірної типу ківша на менших машинах може призвести до підняття вантажів масою більшою, ніж передбачено вантажопідйомністю даної машини. Таким чином, нарівні з перевагами гнучкості застосування даної системи, виникає відповідальність у проведенні правильного аналізу можливості застосування даного ківша або іншого навісного знаряддя на різних машинах.

Інший тип системи швидкої зміни навісного обладнання – це вузол кріплення із захопленнями (рис. 18). Вузол з'єднаний за допомогою болтів до важільного механізму рукояті і ківша і використовується для захоплення стандартних ківшів з пальцевим кріпленням.

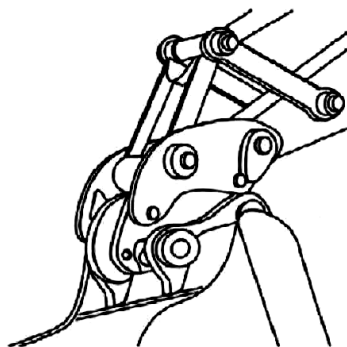


Рис. 18. Системи швидкої зміни навісного обладнання зі спеціальним вузлом кріплення із захопленнями

Переваги даної системи.

Перевага використання даного типу кріплення полягає в можливості його використання для захоплення стандартних ківшів з пальцевим кріпленням без необхідності закупівлі додаткових пристосувань.

Слабкі сторони даної системи.

Вузол кріплення із захопленнями встановлюється між рукояттю і ківшом, що істотно збільшує радіус ківша по кінчиках зубів.

Точки з'єднання захоплення з пальцем ківша мають збігатися. Кожна машина має певні розміри для використання певного ківша, що призводить до обмеження можливості використання ківшів, які використовуються на інших машинах.

Обидві системи швидкого кріплення навісного обладнання можуть приводитися в дію двома способами. *Механічний спосіб* вимагає від'єднання і кріплення навісного знаряддя вручну. Ця процедура зазвичай займає 1–5 хв, залежно від конструкції вузла. При *автоматичному способі*, всі роботи з заміни обладнання проводяться безпосередньо з кабіни оператора. У цьому випадку на заміну навісного знаряддя зазвичай потрібно до 30 с.

Пристрої швидкої зміни серії CW компанії Caterpillar поставляються в двох варіантах (рис. 19) – шпindelного типу та гідравлічного типу. Пристрій шпindelного типу може бути легко модифікований в гідравлічний і навпаки. Технічні характеристики цих пристроїв наведена в табл. 6

а

б

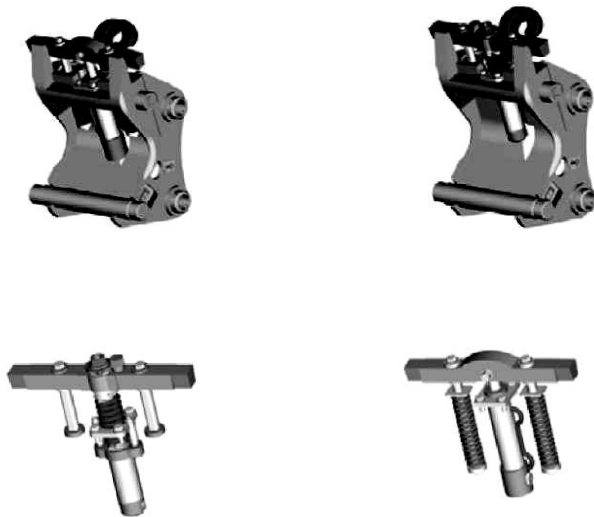


Рис. 19. Пристрої швидкої зміни серії CW компанії Caterpillar
а – пристрій гідравлічного типу; б – пристрій шпindelного типу

Універсальність пристроїв швидкої зміни серії CW забезпечується також наявністю підйомних гаків різної вантажопідйомності від 2 до 20 тон.

Таблиця 6

Технічні характеристики пристроїв швидкої зміни серії CW компанії Caterpillar

Характеристика	Марка пристрою								
	CW–30	CW–30S	CW–40	CW–40S	CW–45	CW–45S	CW–55	CW–55S	CW–70
Маса, кг	230	220	240	230	440	400	760	580	1300
Розміри: ширина, мм	550	420	550	420	690	550	830	560	840
довжина, мм	475	475	475	475	570	570	650	650	875
Підйомний крюк, тон	5/10	5/10	5/10	5/10	14	14	20	20	20
Категорія екскаватора, тон	15–25	15–25	20–30	20–30	25–40	25–40	35–65	35–65	65–90
Шпindel'ний тип	X	X	X	X	X	X	X	X	–
Гідравлічний тип	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Примітка: Пристрої моделі CW–40 і CW–40S не придатні для встановлення на машинах вантажопідйомність яких перевищує 27 т і які зазвичай використовуються в важких умовах експлуатації (роботи зі скельними породами) в таких умовах експлуатації рекомендується встановлення пристрою моделі CW–45.

Витрата палива

Витрата палива змінюється залежно від умов роботи екскаваторів з оберненою лопатою. Умови можуть бути: *легкі, середні і важкі*.

До *легких умов експлуатації* екскаваторів з прямою лопатою відносять безперервне навантаження з вільних гряд або штабелів. Легка зручна робота, значні періоди роботи на холостих обертах. Хороша поверхня основи.

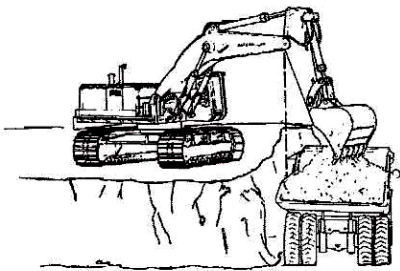
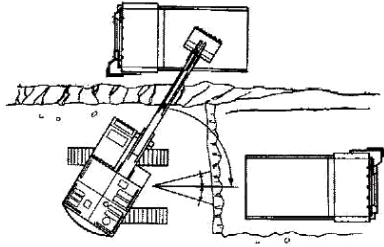
До *середніх умов експлуатації* екскаваторів з прямою лопатою відносять безперервне навантаження підірваної скельної породи або достатньо щільних гряд. Постійна робота з частими періодами роботи на холостих обертах. Хороша поверхня основи, сухий ґрунт, невеликі ударні навантаження або ковзання ходової частини. Мінімальний час в дорозі (3–6 %).

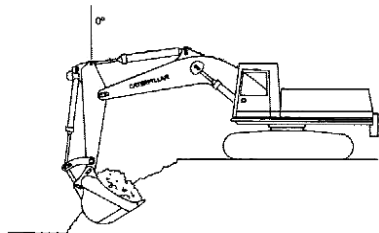
До *важких умов експлуатації* екскаваторів з прямою лопатою відносять безперервне навантаження негабариту скельного ґрунту. Постійне виймання важкого ґрунту. Несприятлива робоча поверхня; нерівний майданчик, важкі ударні навантаження і (або) ковзання ходової частини.

Значення витрати палива екскаваторами з прямою лопатою фірми Caterpillar залежно від коефіцієнта навантаження:

Модель гусеничних екскаваторів	Режим роботи		
	низький	середній	високий
	літри	літри	літри
5080	—	58,0–65,0	66,0–74,0
5090	43,0–48,0	62,0–68,0	71,0–78,0
5130В	91,0–95,0	110,0–114,0	129,0–132,0
5230В	163,0–193,0	193,0–204,0	208,0–227,0

Рекомендації щодо підвищення роботи гідравлічного екскаватора з оберненою лопатою

Вигляд вибою	Рекомендація
	Ідеальна висота уступу і відстань до самоскида. При розробці стійких чи зв'язних ґрунтів висота уступу має бути приблизно дорівнювати довжині рукояті. Для нестійких ґрунтів ця висота має бути меншою. Найбільш вигідним є таке розташування самоскида, коли його ближній борт кузова знаходиться нижче шарніра кріплення рукояті до стріли.
	Оптимальна зона роботи і кут повороту. Для досягнення максимальної продуктивності зона роботи має бути обмежена кутом до 15° в обидві сторони від осі повороту машини або приблизно дорівнювати ширині ходової частини. Самоскиди мають розташовуватися якомога ближче до осі повороту машини.



Найкраща відстань від краю виїмки.

Машина має розташовуватися таким чином, щоб при повному наборі ґрунту в ківш рукоять була розташована вертикально. При розміщенні машини далі від краю виїмки знижується відривне зусилля. При розміщенні машини ближче до краю може відбуватися підрізання укусу вибою, що призводить до непродуктивних витрат часу на рух рукояті у зворотному напрямку. Крім того, оператор повинен починати підйом стріли, коли ківш виконав тільки 75 % циклу свого повороту. Це має відбуватися під час наближення рукояті до вертикального положення