

Неудахін Роман Анатолійович

Бакалаврська робота

Аналіз конструкції кар'єрного гідравлічного екскаватора Cat 6030

Керівник

доц., к.т.н. Громадський В.А.

[illegible]

ВСТУП

Відкрита розробка твердих корисних копалин (вугілля, руд чорних і кольорових металів, гірничо-хімічної сировини та різноманітних будівельних матеріалів є найбільш уживаним способом ведення гірничодобувних робіт на сучасному етапі розвитку світового гірництва. Вона забезпечує можливість отримання максимально високих техніко-економічних показників гірничого виробництва і, як наслідок, мінімальної собівартості одиниці продукції. Під час реалізації відкритої розробки використовуються найпотужніші зразки гірничої техніки, які відповідають високим вимогам сьогодення – конструктивній досконалості, технологічності, надійності, безпеки праці тощо [1-6].

Якщо прослідкувати весь шлях, що проходить корисна копалина під час її видобування з-під землі в умовах кар'єру, то можна побачити, що для механізації послідовно виконуваних технологічних операцій застосовуються наступні класи механічного обладнання [7-10]:

- машини для підготовки гірничих порід до виймання. Це різного роду бурильні верстати, за допомогою яких буряться свердловини для подальшої зарядки їх вибухівкою і підривання;

- машини для виймання і навантаження підірваної гірничої маси. Це екскаватори різних типів;

- машини для виймання та транспортування гірничої маси. До них відносяться трактори, тягачі та установки на їх базі – бульдозери, розпушувачі, скрепери, вантажники;

- машини для транспортування гірничої маси та формування відвалів порожніх порід: автомобільний, залізничний та конвеєрний транспорт, відвалоутворювачі різних типів;

- машини для попереднього дроблення та сортування гірничої маси: дробарки і грохоти стаціонарного, напівстаціонарного та мобільного типів;

- машини для допоміжних робіт.

Головною машиною у цьому загальному технологічному ланцюзі, беззапе-

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-					
					Лист				

речно, є екскаватор. Саме він задає темп процесу виймання підготовленої гірничої маси і транспортування її через весь кар'єр аж на його поверхню і далі до збагачувального підприємства або відвалів. Від досконалості його конструкції і схеми роботи залежить продуктивність роботи усього подальшого транспортно-го комплексу [11,12].

Таким чином, кар'єрні екскаватори виконують найважливішу роль під час відкритої розробки корисних копалин. Тому проблемам розробки, удосконалення та раціонального використання такої техніки приділяється дуже велика увага. З огляду на це, тема представленої бакалаврської роботи, присвяченої аналізу конструкції кар'єрного гідравлічного екскаватора Cat 6030 розробки американської компанії Caterpillar, є цілком актуальною.

Об'єкт роботи – технологічний процес виймання та навантаження руди під час відкритої розробки корисних копалин.

Предмет роботи – кар'єрний гідравлічний екскаватор Cat 6030.

Ине. № подп	Подп. и дата				Лист
	Взам. инв. №				
	Ине. № дубл.				
Подп. и дата				Лист	
Ине. № дубл.					
Взам. инв. №					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	

1 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОБЛАДНАННЯ

1.1 Загальна характеристика гірничої екскаваторної техніки

На багатьох гірничих кар'єрах світу використовуються сотні і тисячі екскаваторів – потужних виймально-навантажувальних машин, призначених для черпання зі штабелів підірваних вибухівкою гірничих порід та навантаження їх у засоби кар'єрного транспорту.

Усі відомі на сьогоднішній день конструкції екскаваторів можна розділити на дві великі групи: одноковшові та багатоковшові конструкції. Перші є установками циклічної дії, які під час роботи виконують однакові повторювані цикли технологічних операцій: черпання (завантаження) породи ковшем, переміщення ковшу до місця розвантаження, власне розвантаження породи у транспортний засіб, повернення ковшу до місця завантаження для виконання наступного циклу. Другі мають багато ковшів, що працюють безупинно, один за іншим, завдяки чому такі машини є установками безперервної дії (усі елементи робочого циклу при цьому виконуються одночасно, суміщено) [12].

Серед існуючих найбільш уживаних конструкцій одноковшових екскаваторів слід виділити наступні [11,12]:

- з жорстким закріпленням робочого органу (ковшу) на стрілі екскаватора. Це механічні та гідравлічні кар'єрні лопати прямого і зворотного типів на гусеничному ході;

- із гнучкою підвіскою робочого органу. Це драглайни крокуючого та гусеничного типів, а також грейфери.

Основними типами багатоковшових конструкцій є роторні та ланцюгові екскаватори на гусеничному або крокуюче-рейковому ході.

Будь-який екскаватор складається з практично однакового набору обладнання: робочого (ковшу або ковшів), транспортного (в одноковшових конструкціях воно одночасно є й робочим), механічного (трансмисії), ходового (механізму переміщення) та силового (приводів). Крім того, він постачений механізмами керу-

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-						

вання, металоконструкціями несучої платформи та її надбудови з усіма необхідними робочими вузлами, кузовом.

На рис. 1.1-1.3 показані принципові схеми одноковшових екскаваторів – відповідно з робочим обладнанням «пряма лопата» (з процесом черпання породи «від себе», зона робіт – вище площини стояння екскаватора), «зворотна лопата» (черпання «на себе», можлива робота нижче площини стояння) та драглайн (з канатною підвіскою ковша) [13].

Робоче обладнання одноковшових екскаваторів має різні конструкції та кінематику.

Пряма напірна лопата (рис. 1.1) може бути з висувною рукояткою, колінно-важільною, важільною типу «Суперфронт» або гідравлічною (див. нижче, у п. 1.2). Зазвичай вона постачена системою примусової подачі рукоятки з ковшем у забій, яка живиться від того чи іншого приводу. Напірні механізми можуть бути зубчасто-рейкового, канатного або гідравлічного типів.

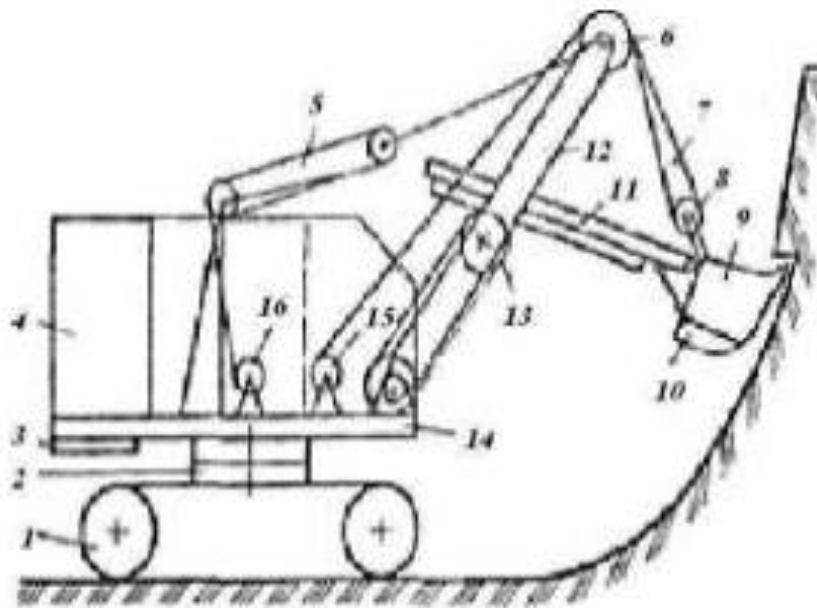


Рисунок 1.1 – Принципова схема одноковшового екскаватора з робочим обладнанням «пряма лопата»:

- 1 – ходовий пристрій; 2 – опорно-поворотний пристрій; 3 – протизапираючий пристрій; 4 – двигун внутрішнього згоряння; 5, 7 – стріловий та підйомний механізми; 6 – обвідні блоки стріли; 8, 21 – урівноважувальні блоки відповідно підйомного механізму і рукоятки; 9 – ківш; 10 – днище ковша; 11 – рукоятка; 12 – стріла; 13 – напірний механізм; 14 – поворотна платформа; 15, 16 – підйомний та стріловий барабани

Инв. № подл	Подп. и дата	Взам. инв. №	Подп. и дата

Рисунок 1.1 – Принципова схема одноковшового екскаватора з робочим обладнанням «пряма лопата»:

1 – ходовий пристрій, 2 – опорно-поворотний пристрій; 3 – противага;
4 – двигун внутрішнього згоряння; 5, 7 – стріловий та підйомний поліспасти; 6 – обвідні блоки стріли; 8, 21 – урівноважувальні блоки відповідно підйомного механізму і рукоятки; 9 – ківш; 10 – днище ковша;
11 – рукоятка; 12 – стріла; 13 – напірний механізм; 14 – поворотна платформа; 15, 16 – підйомний та стріловий барабани

Инв. № подл	Подп. и дата	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

Лист

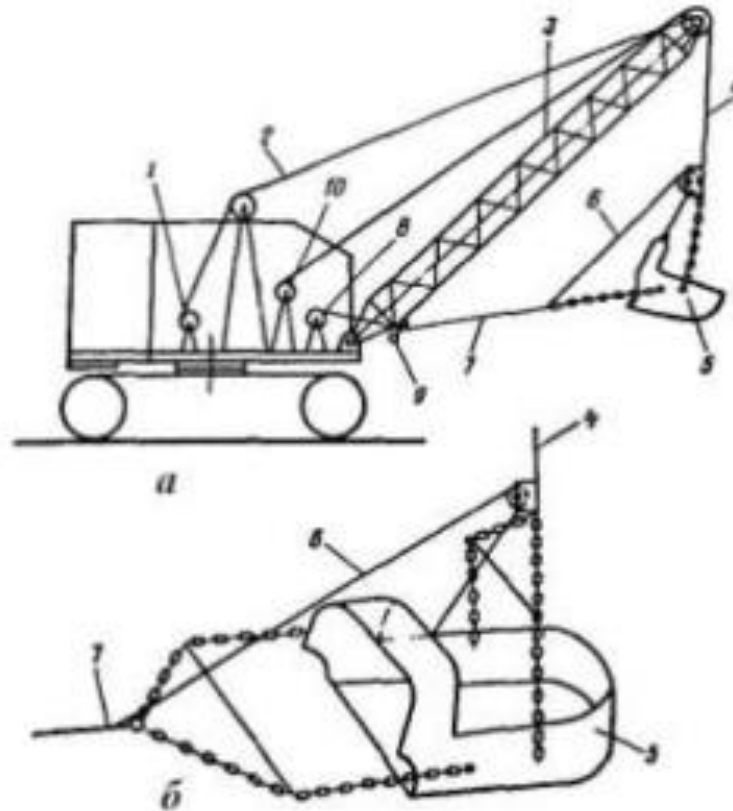


Рисунок 1.3 – Принципова схема (а) та схема підвіски ковшу (б) одноковшового екскаватора з робочим обладнанням «драглайн»:
1 – стріловий барабан і лебідки; 2 – канат підйому стріли; 3 – стріла;
4, 6 – підйомний та розвантажувальний канати; 5 – ківш; 7 – тяговий канат;
8 – тягова лебідка; 9 – система напрямних блоків; 10 – підйомний барабан

усього світу. З кінематичної точки зору основні робочі елементи гідравлічного екскаватора (стріла, рукоятка, ківш) мають можливість повертатися навколо осей O_1 , O_2 , O_3 шарнірів за допомогою силових гідроциліндрів (рис. 1.4) [12]. Використовуються дві основні схеми робочого обладнання: з прямою (рис. 1.4а) та зворотною (рис. 1.4б) лопатою. Траєкторія копання установки утворюється певним співвідношенням рухів елементів робочого обладнання. Останні можуть бути змінними і розміщатися на одній базовій машині у залежності від поставленої задачі копання.

1.3 Огляд екскаваторного обладнання фірми Caterpillar (США)

Американська компанія Caterpillar веде свою історію з 1925 року. Вона з'я-

Підп. и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Підп. и дата		Инв. № подл	
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-					Лист

мою, гідравлічні екскаватори з прямою і зворотною лопатами, канатні екскаватори, бурильні верстати, колісні екскаватори, екскаватори-вантажники, гусеничні та колісні вантажники, вантажники підвищеної прохідності, вантажники з бортовим поворотом, вантажники з телескопічною стрілою, гусеничні та колісні бульдозери, скрепери, трубоукладальники, ущільнювачі, автогрейдери, техніку для ремонту та прокладання доріг [14].

Окрім виробництва машин та матеріально-технічного обслуговування своєї продукції, компанія тісно співпрацює із замовниками на етапах вибору оптимального парку машин та його експлуатації з використанням різноманітних комп'ютерних програм та супутникової навігації.

Після придбання в 2011 році компанії Bucyrus International фірма Caterpillar стала виробляти найширший у світі модельний ряд техніки для відкритих і підземних розробок корисних копалин, який покриває 80% усіх потреб гірничодобувної галузі.

Caterpillar – світовий лідер у виробництві потужних екскаваторів-драглайнів з крокуючим ходом, найкрупніших, простих за конструкцією та надійних машин у гірничій галузі. Моделі серій 8000, 8200 та 8750 мають ковші місткістю від 31 до 129 м³, довжину стріли від 76 до 132,5 м та експлуатаційну масу від 1751 до 7587 т.

Канатні екскаватори Cat® з електричним приводом характеризуються високим зусиллям черпання та малою тривалістю виймально-навантажувального циклу. Місткість ковшів таких машин коливається від 18,4 до 61,2 м³, вагове навантаження на ківш від 45,4 до 100 т, а експлуатаційна маса від 789 до 1372 т.

У 1981 році фірма почала випускати канатні екскаватори з приводами постійного струму, які швидко завоювали широку популярність серед провідних гірничих підприємств завдяки відчутним перевагам у порівнянні з конструкціями постійного струму. Вони мають більшу продуктивність за рахунок вищих значень швидкості роботи та к.к.д., мають кращі показники надійності (менше чутливі до коливань напруги, а коефіцієнт технічної готовності електричних вузлів таких машин сягає 98%), більш економічні як з точки зору витрат електроенергії

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-					
					Лист				

(на 10% менші у порівнянні з приводом постійного струму), так і завдяки зниженню вимог до технічного обслуговування.

Особливої уваги заслуговують кар'єрні гідравлічні екскаватори Caterpillar. Доступна номенклатура такого обладнання містить як відносно легкі машини класу 70-100 т, які використовують переважно на будівельних роботах і видобутку легких матеріалів, так і установки масою 1000 т і вище для гірничих родовищ світу. Серед останніх найбільшою популярністю користуються важкі кар'єрні машини серії 6000 з кінематикою прямої лопати TriPower, яка забезпечує автоматичне вирівнювання ковша та підтримку постійного зусилля під час черпання. Вони мають централізовану систему змащення, привод повороту із замкненим контуром та незалежну систему масляного охолодження.

Починаючи з моделі 6018 екскаватори використовують силову схему з двома дизельними або електричними двигунами, яка у разі відмови одного дозволяє продовжувати роботу на другому із збереженням 60% продуктивності. Машини можуть постачатися як прямою лопатою, так і зворотною. На рис. 1.5 показаний характер руху робочого обладнання типу «пряма лопата».

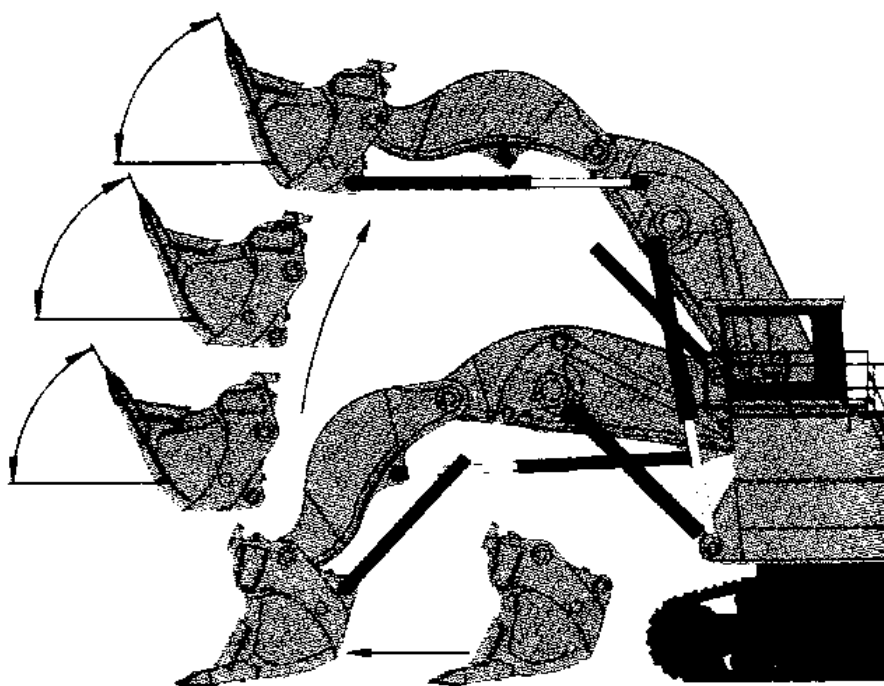


Рисунок 1.5 – Характер руху прямої гідравлічної лопати

Инв. № подл	Подп. и дата				Лист
	Взам. инв. №				
	Инв. № дубл.				
	Подп. и дата				
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	

Инв. № подл	Подп. и дата				Лист
	Взам. инв. №				
	Инв. № дубл.				
	Подп. и дата				

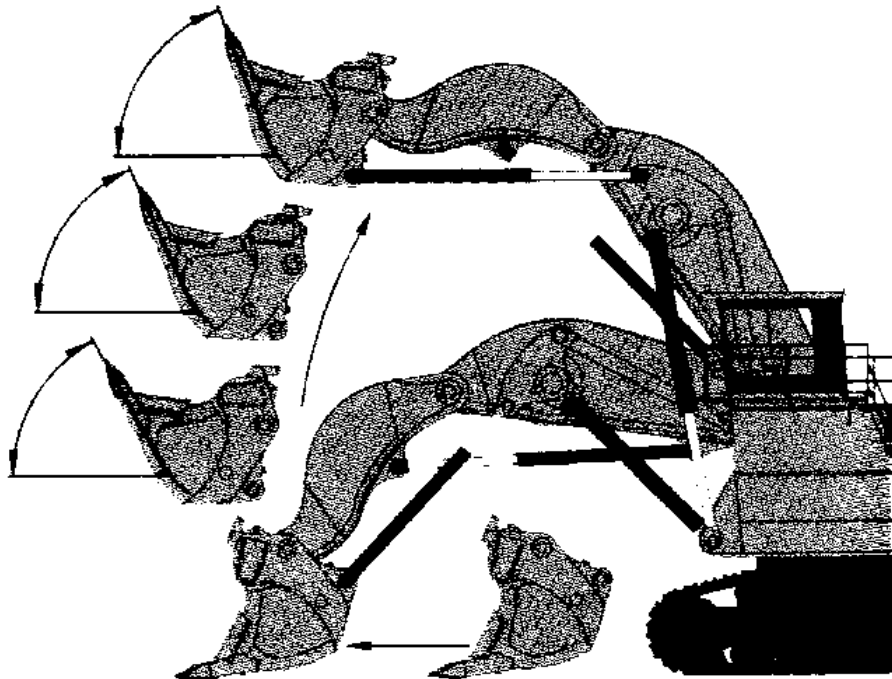


Рисунок 1.5 – Характер руху прямої гідравлічної лопати

У табл. 1.1 приведені основні технічні характеристики гідравлічних екскаваторів компанії Caterpillar [14].

Таблиця 1.1 – Основні характеристики гідравлічних екскаваторів Caterpillar

Модель	Потужність дизельного двигуна, к.с.	Експлуатаційна маса, т	Місткість стандартного ковша, м ³
Cat 374D	476	71-75,6	3,8-4,6
Cat 385C FS	530	90,6	5,7
Cat 390D	523	90,4	3,9-6
Cat 6015	700	105	6-7
Cat 6018	1150	177-181	10
Cat 6030	1530	287-290	16,5-17
Cat 6040	2032	397	22
Cat 6050	2520	525-534	26-28
Cat 6060	3000	542-565	34
Cat 6090	4500	980	52
Cat 6120B H	4500	1270	65

Инв. № подл	Подп. и дата				Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-					

2 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС КОНСТРУКЦІЇ БАЗОВОЇ МАШИНИ

Опис конструкції виконаний згідно з [14,15].

2.1 Призначення виробу

Кар'єрний гідравлічний екскаватор Cat 6030 призначений для виймально-навантажувальних робіт в умовах відкритої розробки твердих корисних копалин шляхом впровадження ковшового робочого органу у штабель породи, заповнення його та розвантаження у засоби кар'єрного транспорту.

Це – найбільш розповсюджена модель в усьому асортименті техніки Cat. Конструкція постачається ковшем місткістю $16,5 \text{ м}^3$ у модифікації «пряма лопата» з унікальною системою Cat TriPower™ (рис. 2.1) та ковшем «зворотна лопата» місткістю 17 м^3 (рис. 2.2). Така машина добре пристосована для завантаження кар'єрних автосамоскидів вантажопідйомністю до 240 т, наприклад Cat моделей 777-793.

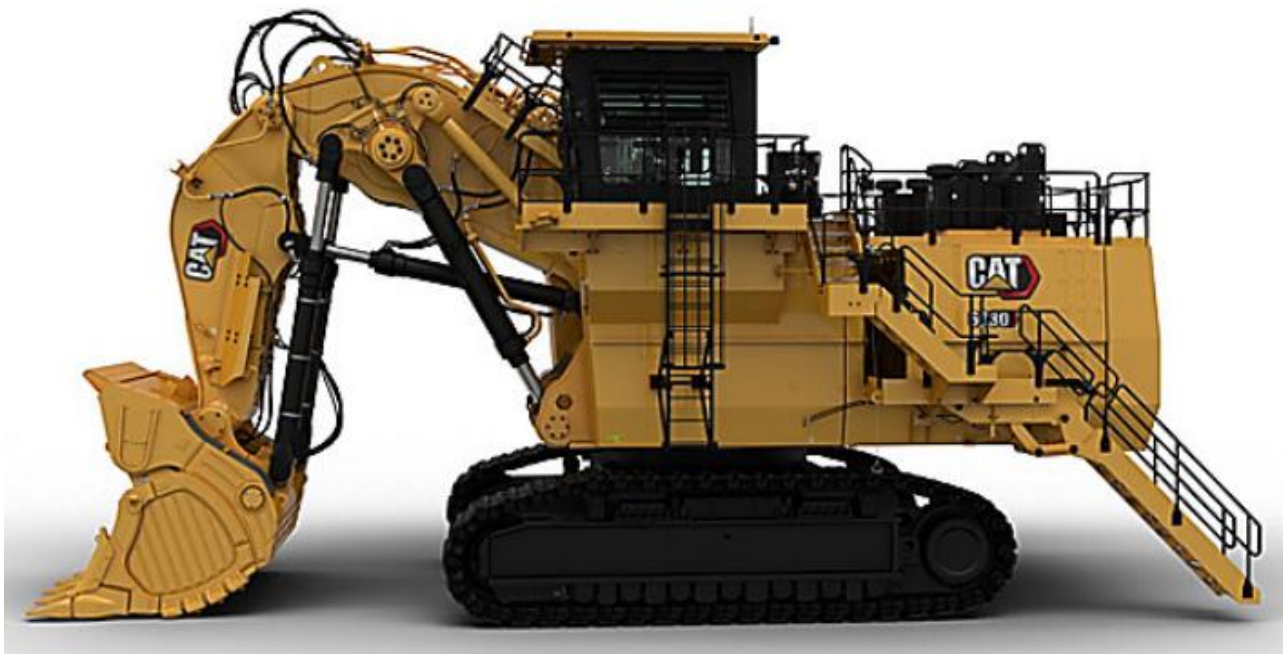


Рисунок 2.1 – Кар'єрний гідравлічний екскаватор Cat 6030 з ковшем типу «пряма лопата»

Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл.						Лист
					Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	



Рисунок 2.2 – Кар’єрний гідравлічний екскаватор Cat 6030 з ковшем типу «зворотна лопата»

2.2 Короткий опис та технічні характеристики установки

2.2.1 Дизельні двигуни

Екскаватор Cat 6030 постачається двома дизельними двигунами Cat C27, які можуть виконуватися за двома варіантами:

- для країн з менш жорсткими екологічними вимогами, що відповідає китайським стандартам на викиди забруднюючих речовин Stage III для позашляхової техніки (еквівалентні стандарту Tier 2 Агентства з охорони навколишнього середовища США (EPA);

- для регіонів із суворими вимогами до токсичності вихлопних газів, що відповідає вимогам стандартів Tier 4 Final Агентства з охорони навколишнього середовища США та Stage V ES на викиди забруднюючих речовин.

У табл. 2.1 приведені основні параметри двигунів. Показники, що відрізняють у чисельнику надаються для першого варіанту, а в знаменнику – для другого.

Инв. № подл	Подп. и дата				Лист
	Взам. инв. №				
	Инв. № дубл.				
	Подп. и дата				
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	

2.2.1 Дизельні двигуни

Екскаватор Cat 6030 постачається двома дизельними двигунами Cat C27, які можуть виконуватися за двома варіантами:

- для країн з менш жорсткими екологічними вимогами, що відповідає китайським стандартам на викиди забруднюючих речовин Stage III для позашляхової техніки (еквівалентні стандарту Tier 2 Агентства з охорони навколишнього середовища США (EPA);
- для регіонів із суворими вимогами до токсичності вихлопних газів, що відповідає вимогам стандартів Tier 4 Final Агентства з охорони навколишнього середовища США та Stage V ES на викиди забруднюючих речовин.

У табл. 2.1 приведені основні параметри двигунів. Показники, що відрізняють у чисельнику надаються для першого варіанту, а в знаменнику – для другого.

Таблиця 2.1 – Основні параметри дизельних приводів екскаватора Cat 6030

Показник	Значення
Марка і модель	2 x Cat C27
Номінальна частота обертання, об/хв.	1800
Потужність за ISO 14396:2002, кВт*	1129/1214
Загальна номінальна повна потужність за SAE J1349, кВт*	1142/1230
Загальна номінальна корисна потужність за SAE J1349, кВт*	1063/1149
Загальна номінальна корисна потужність за ISO 9249, кВт*	1127/1212
Кількість циліндрів (у кожному двигуні), шт.	12
Діаметр циліндрів, мм	137,7
Хід поршня, мм	152,4
Об'єм, що витискається, л	27
Пристрій захоплення повітря	Турбонаддув та проміжне охолодження повітря, що нагнітається

* У чисельнику – модель з прямою лопатою Tri Power™ (FS);
у знаменнику – модель зі зворотною лопатою (BH)

Таблиця 2.2 – Основні параметри ходової частини екскаватора Cat 6030

Показник	Значення
Швидкість ходу, км/год., не більше:	
1-а ступінь	1,4
2-а ступінь	2,7
Максимальне тягове зусилля, кН	1602
Подоланий ухил для бортових редукторів, град. (%)	25,6 (47)
Кількість башмаків гусениць з кожного боку, шт.	44
Ширина башмаків, мм	1000
Питомий тиск машини на ґрунт, МПа*	0,222/0,223
Кількість опорних котків з кожного боку, шт.	7
Підтримувальні котки (з кожного боку)	2 (плюс опорна пластина між ними)
Ходові редуктори (з кожного боку)	1 планетарна трансмісія та 2 двоступінчасті аксіально-поршневі гідромотори
Стоянкове гальмо	Маслоохолоджувальні гальма з пружинним вмиканням та гідравлічним вимиканням

* У чисельнику – модель з прямою лопатою Tri Power™ (FS);
у знаменнику – модель зі зворотною лопатою (BH)

2.2.3 Система повороту платформи

Основні характеристики системи приведені у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Основні характеристики системи повороту платформи Cat 6030

Елементи системи	Характеристика елементів
Приводи повороту платформи	2 компактні планетарні трансмісії з аксіально-поршневими гідромоторами
Стоянкове гальмо	Маслоохолоджувальні багатодискові гальма з пружинним вмиканням та гідравлічним вимиканням
Максимальна швидкість повороту платформи, об/хв.	4,6
Поворотний круг	Роликовий підшипник з трьома доріжками

Инв. № подл	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	

Контур повороту	кочення та герметичним внутрішнім механізмом Система із замкненим контуром та функцією керування крутним моментом
-----------------	---

2.2.4 Гідравлічна система

Основні параметри гідравлічної системи екскаватора приведені у табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Основні параметри гідравлічної системи екскаватора Cat 6030

Показник	Значення
Головні насоси:	
тип	4 насоси змінної продуктивності з похилою шайбою
максимальна витрата масла, л/хв.	4 x 552
максимальний тиск масла, бар:	
навісне обладнання	310
хід	360
Насоси повороту:	
тип	2 реверсивні подвоєні насоси з похилою шайбою
максимальна витрата масла, л/хв.	4 x 197
максимальний тиск масла, бар	350
Система охолодження гідравлічного масла:	
тип	Повністю незалежна
витрата масла насосами системи, л/хв.	2 x 467
вентилятори:	
кількість, шт.	2
діаметр, мм	1220
частота обертання	Термостатичне керування

2.2.5 Електрична система

Електрична система екскаватора Cat 6030 має напругу 24 В і живиться від чотирьох акумуляторних батарей з:

- послідовною установкою: 4 x 210 А·год. – 12 В (кожна);
- паралельною установкою: 420 А·год. – 24 В загалом.

2.2.6 Кабіна оператора

Основні параметри кабіни приведені у табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики кабіни оператора екскаватора Cat 6030

Показник	Значення
Приблизний рівень очей оператора відносно рівня ґрунту, м	6,5
Внутрішні розміри, мм:	
довжина	2200
ширина	1600
висота	2150
Рівень звукової потужності назовні кабіни (L_{WA})* згідно з ISO 6395:2008, дБ(А)	117
Рівень звукового тиску на оператора (L_{PA})* згідно з ISO 6395:2008, дБ(А)	76
Огородження для захисту оператора (переднє і верхнє)	ISO 10262:1998 рівень II

* Заміри здійснювалися при закритих дверях та вікнах кабіни при частоті обертання вентилятора системи охолодження двигуна не більше 70% від максимальної (рівень шуму може змінюватися при різних значеннях цього параметру). Похибка замірів – ± 2 дБ(А).

2.2.7 Система кондиціонування повітря

Система кондиціонування повітря містить холодоагент із фторованими парниковими газами R134a (потенціал глобального потепління = 1430). Система містить 2,8 кг холодоагенту з CO₂-еквівалентом 4,004 т на кожен двигун.

2.3 Стандартне та додаткове обладнання установки

Екскаватор Cat 6030 комплектується стандартним та додатковим механічним обладнанням, перелік якого надається у табл. 2.6

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-						

Таблиця 2.6 – Стандартне та додаткове обладнання екскаватора Cat 6030

Найменування обладнання	Стандартне	Додаткове
Силова передача Cat		
2 двигуна Cat C27	+	
Система очищення вихлопних газів	+	
Послідовний повітряний охолоджувач (АТААС)	+	
Турбокомпресор	+	
Вентилятор радіатора з гідравлічним приводом	+	
Вентилятор з електронним регулюванням частоти обертання	+	
Керування двигуном за допомогою мікропроцесора	+	
Повітряні фільтри СЕМ Cat	+	
Двохступінчастий паливний фільтр з послідовною фільтрацією	+	
Високопродуктивний водовіддільник	+	
Система полегшення пуску двигуна – автоматичне впорскування ефіру	+	
Теплозахисні екрани випускного колектора та турбіни	+	
Електричний стартер 24 В	+	
Система автоматичного вимикання двигуна на холостому ходу	+	
Автоматичний насос для підкачування палива	+	
Гідравлічна система		
Система керування насосом (електронна система керування обмеженням навантаження, витрата за запитом, автоматичне регулювання нульової витрати, автоматичне зменшення частоти обертання двигуна, зменшення витрати масла при високій температурі гідравлічної рідини або двигуна)	+	
Відсічка тиску від головних насосів	+	
Гідравлічні шланги Cat у зборі	+	
Охолодження масла редуктора приводу насосів	+	
Постійна фільтрація гідравлічного масла	+	
Система повороту із замкненим контуром	+	
Точки перевірки тиску	+	
Повнопотокові фільтри високого тиску (100 мкм), силові гідронасоси	+	
Напірні фільтри (100 мкм), система повороту із замкненим контуром	+	

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

Таблиця 2.6 – Продовження

Повнопотокові фільтри (10 мкм), зворотний контур	+	
Повнопотокові фільтри (10 мкм), зворотний контур системи охолодження	+	
Напірні фільтри (40 і 6 мкм), контур сервосистеми	+	
Масляні фільтри коробки передач (40 мкм)	+	
Поплавцеві клапани (пряма та зворотна лопати)	+	
Поплавцеві клапани рукоятки (пряма лопата)	+	
Електрична система		
4 акумуляторні батареї, що не потребують обслуговування	+	
Запірний вимикач роз'єднувача акумуляторної батареї	+	
Запірний вимикач роз'єднувача стартера	+	
14 світлодіодних ліхтарів робочого освітлення високої яскравості	+	
11 світлодіодних ліхтарів для зручності обслуговування	+	
2 звукові сигнали ходу – вперед і назад (противага, охолоджувач)	+	
2 електричні звукові сигнали (1 модуль кабіни, 1 модуль маслоохолоджувача)	+	
Ходова частина		
Гусеничні стрічки для важких умов експлуатації з башмаками з подвійним ґрунтозацепленням	+	
Башмаки гусениць завширшки 800 мм		+
Башмаки гусениць завширшки 1000 мм	+	
Башмаки гусениць завширшки 1200 мм		+
Підтримувальні та несучі котки на нерухомій осі для важких умов експлуатації	+	
Напрямні колеса на нерухомій осі для важких умов експлуатації	+	
Огородження ходової частини (нижній щиток)		+
Клапан автоматичного керування уповільнювачем	+	
Навісні кришки ходового мотору	+	
Загартовані робочі поверхні зірочок, ведучих коліс, котків, накладок ланок гусеничного ланцюга, зон контакту із зубами	+	
Повністю гідравлічна саморегульована система натягу гусениць з поршневыми гідроакумуляторами	+	

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Ине. № инв.	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-		

Таблиця 2.6 – Продовження

Автоматична система змащення

Прямокутний контейнер для мастила місткістю 450 л (заповнення через вузол обслуговування)		+
Круглий контейнер для мастила місткістю 200 л (вставка бочки або заповнення через вузол обслуговування за допомогою додаткового комплекту)		+
Шестірня на поворотному колі, що змащується	+	
Масляні фільтри (200 мкм)	+	

Кабіна оператора

Одиночна система ОВКВ	+	
Подвійна система ОВКВ		+
Додатковий опалювач кабіни		+
Комфортне сидіння з пневмопідвіскою та численним регулюванням з наступними функціями: підігрів сидіння, поперекова опора, вбудований двох- точковий пас безпеки, підголівник та підлокітники, захисний вимикач для автоматичної зупинки	+	
Незалежно регульовані консолі сидіння		
із вбудованими джойстиками	+	
Електрогідравлічний сервопривод	+	
Радіоприймач FM/AM з вхідним роз'ємом USB та AUX	+	
Складене додаткове сидіння з двохточковим пасом безпеки	+	
Зсувне бічне вікно	+	
Паралельні склоочисники та склоомивачі з переривчастим режимом роботи	+	
Роликові шторки на усіх вікнах	+	
Зовнішні протисонячні козирки на бічних і задньому вікнах	+	
Бортова система керування Cat з: - кольоровим сенсорним екраном діагоналлю 305 мм; - виведенням документації на екран у форматі pdf; - виведенням на екран функції допомоги з пошуку та усунення несправностей; - виведенням на екран графіків реєстрованих даних; - пам'яттю несправностей та умов їх реєстрації; - інтерфейсами USB, LAN (TCP/IP) та CAN BUS		

Підп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Підп. и дата	Инв. № подл.	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	

Таблиця 2.6 – Продовження

для експорту даних	+	
Платформа керування та контролю (САР)	+	
Сходи з кутом нахилу 45° від моторного відсіку до кабіни оператора	+	
Сходи доступу у кабіну з кутом нахилу 45° та приводом	+	
2 дзеркала з лівого боку (1 з підігрівом)	+	
Система контролю за допомогою камер 2.0 (права і задня камери, кольоровий HD дисплей діагоналлю 254 мм, джгут дротів)		+
Індикатори рівня для нахилу у поздовжньому та поперечному напрямках	+	
Шухляда для зберігання документів	+	

Переднє навісне обладнання

Пряма лопата Tri Power з: - автоматичною підтримкою заданого кутового положення ковшу у горизонтальному напрямку; - автоматичною підтримкою заданого кутового положення ковшу у вертикальному напрямку; - автоматичним обмежником повертання, що запобігає розсипанню матеріалу; - кінематикою для підвищення гідравлічного зусилля; - постійним зусиллям на стрілі протягом усієї довжини її ходу; - підвищенням напірного зусилля; - щитками ковшових циліндрів та рукоятці прямої лопати	+	
Навісне обладнання зворотної лопати		+
Базова машина без передньої частини (без стріли, рукоятки, важільного механізму та кінематичної системи)		+
Отвори доступу для обслуговування у стрілі та рукоятці (пряма та зворотна лопати)	+	
Термічне зняття залишкових напружень стріли та рукоятки після зварювальних робіт	+	
Майданчики з огороженням для обслуговування стріли (пряма та зворотна лопати)	+	
Комплект елементів, що зношуються		

Підп. і дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Підп. і дата	Инв. № подл.	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	

Таблиця 2.6 – Продовження

Отвори для взяття проб за програмою S·O·S SM	+	
Програма заміни моторного масла з інтервалом 500 мотогодин	+	
Програма заміни моторного масла з інтервалом 1000 мотогодин		+
Програма заміни гідравлічного масла з інтервалом 10000 мотогодин	+	
Обладнання для безпеки праці		
Перемикачі аварійного зупинника (1 у кабіні, 3 у моторному відсіку, 1 на станції обслуговування, 1 у вигляді тягового тросу, легкодоступного з рівня ґрунту)	+	
Огородження для захисту оператора (переднє)		+
Огородження для захисту оператора (верхнє)	+	
Кругове безпечне скління	+	
Армоване вітрове скло	+	
Сходи для аварійного виходу	+	
Різне		
Наліпки ISO або ANSI	+	

Инв. № подл	Подп. и дата				
	Взам. инв. №				
	Инв. № дубл.				
	Подп. и дата				
Инв. № подл	Подп. и дата				
	Взам. инв. №				
	Инв. № дубл.				
	Подп. и дата				
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	Лист

3 АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЕКСКАВАТОРА

3.1 Основні переваги конструкції

Кар'єрні екскаватори фірми Caterpillar широко відомі у світі своєю спроможністю виконувати землерийні роботи у найсуворіших умовах, демонструючи при цьому безпрецедентну надійність, ефективність та продуктивність. Модель Cat 6030 є найбільш популярною з усієї лінійки гідравлічних екскаваторів компанії, яка користується великим попитом в усьому світі [14,15].

Установка Cat 6030 з двома двигунами гарантує більш надійну безвідмовну роботу та підвищену продуктивність процесу виймання і навантаження гірничої маси без необхідності збільшення витрат палива. Така кінематична схема дозволяє:

- працювати з одним робочим двигуном із забезпеченням 65% від повної величини продуктивності в разі виникнення аварійних ситуацій;
- мати при використанні одного двигуна максимальне зусилля копання та можливість рекуперації енергії за допомогою системи повороту із замкненим контуром;
- спростити процес пошук несправностей і прискорити виконання операцій їх усунення за рахунок порівняння одного двигуна та пов'язаної з ним гідравлічної мережі з другим двигуном.

На рис. 3.1 показані основні вузли екскаватора Cat 6030.

Це єдина модель екскаватора у своєму розмірному класі, що має два двигуна. Така висока енергоозброєність поєднується у майже 300-тонній конструкції з мобільністю і гнучкістю в експлуатації. Потужні приводи та ефективна гідравлічна система машини дають можливість підвищити робочі швидкості обладнання і скоротити час її робочих циклів, що, у свою чергу, забезпечує високі рівні продуктивності та надійності конструкції.

Витрати на паливо складають основну частку експлуатаційних витрат кар'єрних гідравлічних екскаваторів, тому конструкція моделі Cat 6030, що включає

Инв. № подл	Подп. и дата				Лист
	Взам. инв. №				
	Инв. № дубл.				
Инв. № подл	Подп. и дата				Лист
	Взам. инв. №				
	Инв. № дубл.				
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	

можливість рекуперації енергії за допомогою системи повороту із замкненим контуром;

- спростити процес пошук несправностей і прискорити виконання операцій їх усунення за рахунок порівняння одного двигуна та пов'язаної з ним гідравлічної мережі з другим двигуном.

На рис. 3.1 показані основні вузли екскаватора Cat 6030.

Це єдина модель екскаватора у своєму розмірному класі, що має два двигуна. Така висока енергоозброєність поєднується у майже 300-тонній конструкції з мобільністю і гнучкістю в експлуатації. Потужні приводи та ефективна гідравлічна система машини дають можливість підвищити робочі швидкості обладнання і скоротити час її робочих циклів, що, у свою чергу, забезпечує високі рівні продуктивності та надійності конструкції.

Витрати на паливо складають основну частку експлуатаційних витрат кар'єрних гідравлічних екскаваторів, тому конструкція моделі Cat 6030, що включає



Рисунок 3.1 – Основні вузли екскаватора Cat 6030. Продовження:

1 – ходова частина; 2 – точка технічного обслуговування; 3 – основна рама і противага; 4 – посилена платформа; 5 – табличка з ідентифікаційними даними втрубу; 6 – стріла; 7 – рукоятка прямої лопати; 8 – система TriPowerTM; 9 – ковші з комплектом елементів, що зношуються, та накладками; 10-12 – елементи безпеки під час доступу до кабіни оператора та виходу з неї; 13 – силовий модуль (двигуни та гідросистема); 14 – модуль охолодження масла; 15 – модуль підключення до системи Cat MineStarTM; 16 – кабіна оператора

низку функцій, які сприяють зниженню цих витрат, відрізняється підвищеною загальною ефективністю.

В якості альтернативи описаному конструктивному рішення з двома дизельними двигунами для конкретних умов експлуатації екскаватор може постачатися системою електроприводу з одним двигуном.

3.2 Аналіз конструкцій робочого обладнання та ходової частини машини

Міцне й надійне навісне робоче обладнання Cat призначено для експлуатації в найскладніших суворих умовах гірничих робіт. Воно виготовлено з високоміцних сортів сталі та литих деталей, що піддаються термічним операціям зняття

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

15 – модуль підключення до системи Cat MineStar™; 16 – кабіна оператора

низку функцій, які сприяють зниженню цих витрат, відрізняється підвищеною загальною ефективністю.

В якості альтернативи описаному конструктивному рішенню з двома дизельними двигунами для конкретних умов експлуатації екскаватор може постачатися системою електроприводу з одним двигуном.

3.2 Аналіз конструкцій робочого обладнання та ходової частини машини

Міцне й надійне навісне робоче обладнання Cat призначено для експлуатації в найскладніших суворих умовах гірничих робіт. Воно виготовлено з високоміцних сортів сталі та литих деталей, що піддаються термічним операціям зняття

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

Лист

залишкових напружень з метою підвищення довговічності. Стріла екскаватора з прямою лопатою TriPower™ має унікальну конструкцію з поворотними трикутними фермами, яка забезпечує ефективне виконання процесу копання завдяки високому механічному зусиллю та точності керування механізмом. Ці конструктивні особливості дають можливість:

- скоротити тривалість робочого циклу за рахунок більш високої швидкості переміщення стріли, що досягається використанням поплавцевих клапанів замість вмикання насосів (наприклад, для опускання стріли). Одночасно з'являється можливість виконання інших робочих операцій – повороту ковша, висування/втягування рукоятки тощо;

- збільшити величину зусилля на стрілі та забезпечити її постійність протягом усієї відстані підйому;

- дотримуватися заданого кутового положення ковша та автоматично обмежувати повертання стріли. Ці функції дозволяють мінімізувати просипи гірничої маси з ковша під час його підйому і зменшувати таким чином питомі витрати на процес навантаження. Крім того, робота екскаватора стає більш безпечною, особливо коли ківш знаходиться на значній висоті.

Ковші та оснащення для виконання виймально-навантажувальних робіт спроектовані з урахуванням забезпечення максимальних рівнів продуктивності та зносостійкості. На рис. 3.2 показані елементи посилення, що використовуються в конструкції ковша. Між зубів ковша встановлені спеціальні накладки, внутрішня, нижня та бічні поверхні конструкції захищені футерувальними пластинами (показані на рисунку синім кольором), накладки передбачені також на бічних кромках та нижніх кутах пристрою.

Високим технічним рівнем відрізняється розробка ходової частини екскаватора, в якій зосереджений більш ніж столітній проектувальний, виробничий та експлуатаційний досвід фірми Caterpillar. Конструкція ходової частини відрізняється наявністю:

- модернізованих несучих роликів та нових напрямних коліс для важких умов експлуатації з двохконусними ущільненнями та бронзовими підшипниками

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-						



Рисунок 3.2 – Элементы підвищення зносостійкості ковша

на сталевій основі, розроблених з використанням технології нерухомої осі. Таке виконання запобігає їх перегріву під час руху і суттєво підвищує термін служби елементів. Ущільнення та заводське змащення вузлів тертя забезпечують скорочення обсягів технічного обслуговування. Ролики можна замінювати безпосередньо на робочому майданчику екскаватора;

- удосконаленої конструкції гусениць для важких умов роботи з новими башмаками та системою натягу, комбінованими литими ланками з подвійним ґрунтозацепленням, посиленими втулками з хіміко-термічною обробкою поверхонь зношення та прямою з індукційним гартуванням для подовження терміну служби. Пропонована конструкція гусениць добре витримує високі навантаження та відрізняється підвищенням на 20-40% терміном експлуатації.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Рисунок 3.2 – Елементи підвищення зносостійкості ковша на сталевій основі, розроблених з використанням технології нерухомої осі. Таке виконання запобігає їх перегріву під час руху і суттєво підвищує термін служби елементів. Ущільнення та заводське змащення вузлів тертя забезпечують скорочення обсягів технічного обслуговування. Ролики можна замінювати безпосередньо на робочому майданчику екскаватора; - удосконаленої конструкції гусениць для важких умов роботи з новими башмаками та системою натягу, комбінованими литими ланками з подвійним ґрунтозачепленням, посиленими втулками з хіміко-термічною обробкою поверхонь зношення та напрямною з індукційним гартуванням для подовження терміну служби. Пропонована конструкція гусениць добре витримує високі навантаження та відрізняється підвищеним на 20-40% терміном експлуатації.				
Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

Лист

Таким чином, усі перераховані заходи суттєво підвищують довговічність та загальну надійність ходової частини екскаватора.

3.3 Оцінка ефективності роботи гідравлічної системи

Конструкція екскаватора Cat 6030 постачена гідравлічною системою повороту із замкненим контуром, що відрізняється високим технічним рівнем. Енергія, що накопичується під час повороту, повертається назад у систему в момент уповільнення руху, що сприяє зростанню потужності, спрямованої на привод силових гідронасосів та допоміжних насосів. Таке виконання забезпечує миттєве використання енергії і скорочення тривалості циклу та знижує коефіцієнт навантаження двигуна, генерацію й виділення тепла та витрату палива, тобто гарантує підвищену енергоефективність механізму.

Згадані вище поплавцеві клапани опускання стріли за рахунок використання сили тяжіння так само сприяють скороченню циклу за рахунок підвищення швидкості опускання.

Система керування насосом постійно відслідковує робочі параметри двигуна та гідравлічної системи у реальному часі, порівнює їх із заданими значеннями та регулює в залежності від отриманих результатів величину продуктивності насосу. Це дозволяє підвищити термін служби конструктивних компонентів механізму та ефективність роботи двигуна.

Незалежна система охолодження масла допомагає забезпечити захист і також сприяє зростанню довговічності гідравлічних компонентів. Система працює незалежно від зворотного гідравлічного масла, що забезпечує необхідну охолоджувальну здатність системи не зважаючи на те, працюють двигуни під навантаженням чи на холостому ході (наприклад, коли оператор чекає на подачу під навантаження наступного автосамоскида). В результаті підтримується оптимальна температура масла протягом усього робочого циклу. Додатковий ефект досягається за рахунок термостатичного керування частотою обертання вентилятора системи охолодження. Таким чином, інтелектуальна система керування насо-

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-					
					Лист				

сами сприяє загальному зниженню витрат на процес навантаження.

П'ять гідравлічних контурів дозволяють одночасно керувати рухом двох гідроциліндрів, двома контурами ходу та поворотом, що покращує рівень регулювання гідросистемою.

3.4 Технічні рішення, що забезпечують зручність та безпеку експлуатації установки

В модернізованій конструкції екскаватора моделі 6030 використані передові методи забезпечення високого рівня безпеки у гірничодобувній промисловості. Це стосується як процесу експлуатації, так і операцій технічного обслуговування машини. Особлива увага при цьому приділяється доступу в машину і виходу з неї, прокладці гідравлічних шлангів, електричній проводці та протипожежним заходам.

На рис. 3.3 показані основні елементи безпеки, передбачені в конструкції екскаватора Cat 6030.

Складені сходи з кутом нахилу 45° постачені гідравлічним приводом та функцією аварійного опускання за допомогою азотного гідроаккумулятора. Таке конструктивне виконання гарантовано зберігає працездатність механізму навіть при відключених двигунах. Функції повороту і руху машини автоматично вимикаються при опусканні сходів.

Висувні сходи для аварійного виходу оператора з кабіни керування, розташовані поруч з останньою, мають двері, що автоматично закриваються та убезпечують можливі зони ризику. Для запобігання можливого падіння сходи виконані із захисним огородженням.

Для підвищення рівня безпеки ремонтного персоналу доступ до усіх зон обслуговування екскаватора здійснюється за допомогою помостів з неслизьким покриттям. Крім того, передбачені:

- ущільнення між двигуном і гідравлічними насосами;
- прокладки для розділення гідроліній та електричних кабелів;

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-					
					Лист				



Рисунок 3.3 – Элементы підвищення безпеки для екскаватора Cat 6030

- кришки скидання тиску;
- захисні кришки на вихлопних трубах і трубопроводах турбокомпресора, глушниках та резервуарах охолоджувальної рідини.

Для безпечного обслуговування електричних та/або механічних компонентів машини стартер виконаний з можливістю блокування, блок акумуляторної батареї має вимикач «маси», розташований безпосередньо над акумуляторним відсіком. Крім того, вузол технічного обслуговування зручно розташований на рівні ґрунту. Можна також згадати наявність світлодіодних індикаторів та легкодоступних аварійних розмикачів і головних перемикачів.

Кабіна оператора установки виконана із забезпеченням усіх вимог, що гарантують максимальну ефективність зручної та безпечної роботи оператора.

Захист і комфорт оператора реалізуються завдяки чудовому огляду робочих зон екскаватора (зони копання і зони навантаження) з висоти приблизно 6,5

Инв. № подл	Подп. и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата	
Инв. № подл	Подп. и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата	
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-				

- кришки скидання тиску;

- захисні кришки на вихлопних трубах і трубопроводах турбокомпресора, глушниках та резервуарах охолоджувальної рідини.

Для безпечного обслуговування електричних та/або механічних компонентів машини стартер виконаний з можливістю блокування, блок акумуляторної батареї має вимикач «маси», розташований безпосередньо над акумуляторним відсіком. Крім того, вузол технічного обслуговування зручно розташований на рівні ґрунту. Можна також згадати наявність світлодіодних індикаторів та легкодоступних аварійних розмикачів і головних перемикачів.

Кабіна оператора установки виконана із забезпеченням усіх вимог, що гарантують максимальну ефективність зручної та безпечної роботи оператора.

Захист і комфорт оператора реалізуються завдяки чудовому огляду робочих зон екскаватора (зони копання і зони навантаження) з висоти приблизно 6,5

м, безпечному склінню усіх вікон кабіни, верхній захисній системі та армованому вітровому склу у стандартній комплектації машини. Додатково можна замовити й переднє огородження кабіни. Крім того, для ще кращого огляду та отримання інформації щодо поточної робочої ситуації можна встановити додаткову систему контролю за допомогою відеокамер.

Внутрішнє обладнання кабіни передбачає:

- вбудований перемикач безпеки, який відключає систему гідравлічного керування машиною, коли оператор покидає свої сидіння;
- підігрів сидіння та систему регулювання його пневматичної підвіски;
- легкодоступні ергономічні джойстики з електрогідравлічним сервоприводом для передачі керуючих сигналів від важелів управління, який забезпечує точну і швидку реакцію механізмів машини та зниження рівня втомленості оператора;
- додаткове сидіння інструктора з пасом безпеки, постаченим інерційною катушкою;
- бортову інтуїтивно зрозумілу та інформативну електроніку з великим кольоровим сенсорним екраном, який забезпечує швидкий доступ оператора до засобів моніторингу машини. На ньому можна відслідковувати усі важливі параметри машини та необхідну діагностичну інформацію для своєчасного пошуку та усунення несправностей, а також технічного обслуговування;
- наявність загальної системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря з можливістю оновлення до подвійної системи;
- низький рівень шуму і достатній вільний простір завдяки відсутності у кабіні та в її модулю гідравлічних трубопроводів.

3.5 Перспективні шляхи подальшого удосконалення конструкції

Перспективи підвищення ефективності використання екскаватора Cat 6030 лежать, передусім, у площині залучення сучасних передових технологій та послуг, які покращують обслуговування та скорочують час простою машини.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-					
					Лист				

У цьому сенсі можна говорити про систему Product Link Elite, яка розширює можливості підключення та збільшує доступність необхідних даних. Бортове обладнання екскаватора Cat 6030 дозволяє збирати інформацію і передавати її у локальні або хмарні додатки, такі як Cat MineStar™ Solutions Health Office, Health Equipment Insights, Equipment Care Advisor або VisionLink™. Ця система забезпечує доступ до провідних послуг у галузі, спрямованих на моніторинг стану і працездатності обладнання компанії Caterpillar та місцевого дилера фірми. Крім того, обслуговуючий персонал має доступ до програми Cat Electronic Technician, яка дозволяє легко діагностувати потенційні несправності двигуна та запобігати подібним проблемам у майбутньому.

Наприклад, хоча рішення Cat MineStar™ не інтегруються в машину на заводі-виготовлювачі, відповідні набори можливостей цілком доступні в якості модернізації установки. Система Cat MineStar™ представляє повний набір технологій для гірничодобувної галузі, у тому числі наступні:

- модуль Fleet, який визначає місцезнаходження машин у режимі реального часу, керує їх призначенням і продуктивністю, представляє комплексний огляд роботи усього обладнання з будь-якої точки світу;

- модуль Terrain забезпечує точне керування роботою бурильного, виймально-навантажувального та виймально-транспортного кар'єрного обладнання за допомогою спеціальної технології навігації. Це дозволяє підвищувати продуктивність машин та забезпечувати відображення параметрів робіт у режимі реального часу для зростання їх загальної ефективності;

- функція Detect забезпечує підвищення рівня інформованості операторів, що, у свою чергу, сприяє найвищій безпеці гірничих робіт. Вона включає низку технологій, наприклад, виявлення сліпих зон та небезпечного зближення стаціонарного і мобільного обладнання;

- модуль Health, який надає дані про критичний стан машин та експлуатаційні параметри для усього парку обладнання. Він забезпечує комплексний контроль стану механічного обладнання за допомогою широкого вибору діагностичних, аналітичних та звітних інструментів.

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. ине. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-					
					Лист				

Екскаватор відрізняється високим технічним рівнем, комфортом та безпечністю експлуатації, чудово пристосований до ефективного високопродуктивного використання за призначенням та заходів підтримки працездатного стану усіх механізмів.

Надзвичайно високий рівень надійності установки гарантує можливість завантаження протягом усього терміну експлуатації 100 млн. тонн гірничої маси, що відповідає заповненню 734000 автосамоскидів Cat 785 [15].

Инв. № подл	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Взам. инв. №				Подп. и дата
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-						Лист

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

						Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-		

Таблиця 4.1 – Основні розміри екскаватора Cat 6030

№ розміру на рис. 4.1	Найменування розміру	Величина розміру, мм
1	Габаритна висота	8050
2	Висота до верхнього огороження	7750
3	Рівень очей оператора	6500
4	Висота гусениць	1940
5	Дорожній просвіт під противагою	2170
6	Висота до верху противаги	4970
7	Задній габарит	6330
8	Виліт задньої частини механізму повороту платформи	6450
9	Ширина противаги	5300
10	Габаритна ширина (при 1000мм, стандартні башмаки)	7520
11	Довжина від центру ведучого колеса до центру напрямного колеса	6010
12	Довжина гусеничної ходової частини	7660
13	Ширина колії	4800
14	Ширина ходової частини	5800
15	Дорожній просвіт під рамою кузова	880

4.2 Використання установки за призначенням

Екскаватор Cat 6030 призначений для захвату відбитої гірничої маси зі штабелю у забої кар'єру та навантаження її у засоби автомобільного транспорту (автосамоскиди).

Установка постачена змінним робочим обладнанням у складі ковшів типів «пряма лопата» і «зворотна лопата». На рис. 4.2 і 4.3 відповідно показані технічні можливості, у табл. 4.2 і 4.3 відповідно приведені основні робочі характеристики цих моделей, а в табл. 4.4 і 4.5 відповідно – характеристики їх ковшів.

Оптимізована система навантаження і транспортування гірничої маси дозволяє максимально збільшити обсяги переміщуваного матеріалу при мінімальних питомих витратах на 1 тону видобутої сировини та досягнути очікуваної продуктивності виймально-транспортних робіт у кар'єрі. На рис. 4.4 приводяться рекомендовані поєднання екскаваторів та автосамоскидів Cat у залежності від

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	

необхідної кількості завантажень (кількості ковшів) кузовів. З нього добре видно, що модель Cat 6030 добре підходить для роботи у парі з великими кар'єрними самоскидами Cat моделей 777, 785, 789 та 793. Необхідна кількість ковшів для їх завантаження складає від 3 до 8 штук, а саме:

- для самоскида моделі 777 – 3 шт.;
- для самоскида моделі 785 – 4-5 шт.;

Таблиця 4.2 – Основні робочі характеристики екскаватора Cat 6030 з ковшем «пряма лопата» Tri Power (FS)

Показники	Значення
Довжина стріли, м	6,2
Довжина рукоятки, м	4,4
Зусилля копання (ISO), кН:	
максимальне напірне зусилля	1298
максимальне напірне зусилля на рівні ґрунту	1215
максимальне зусилля відриву	954
Робочі діапазони, м:	
максимальна висота копання	13,9
максимальний радіус копання	13,7
максимальна глибина виймання	2,5
максимальна висота розвантаження	10,7
відстань між рівнями напору ковшу	4,9

Таблиця 4.3 – Основні робочі характеристики екскаватора Cat 6030 з ковшем «зворотна лопата» (BH)

Показники	Значення
Довжина стріли, м	8,5
Довжина рукоятки, м	4,0
Зусилля копання (ISO), кН:	
максимальне напірне зусилля рукоятки	944
максимальне зусилля відриву	880
Робочі діапазони, м:	
максимальна висота копання	13,8
максимальний радіус копання	15,1
максимальна глибина виймання	6,2

Ине. № подп	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.						Лист	
	Подп. и дата									
	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-					

- для самоскида моделі 789 – 6 шт.;
- для самоскида моделі 793 – 7-8 шт.

Загальне керування процесом здійснення виймально-навантажувальних робіт у кар'єрі можливо за допомогою системи Product Link™ Elite з програмою Cat MineStar™ та радіоприймача із сотовим або супутниковим зв'язком. Усе це входить у стандартну комплектацію кожного екскаватора Cat. Використання згаданого у попередньому розділі модулю Terrain забезпечує технологію ведення та точного керування навантажувальними операціями. Представлення даних у режимі реального часу ще більше підвищує ефективність роботи екскаваторів.

4.3 Технічне обслуговування екскаватора Cat 6030

Технічне обслуговування механічного обладнання є обов'язковою умовою постійної підтримки його у працездатному стані. Заходи технічного обслуговування дають можливість вчасно виявляти ознаки наближення тих чи інших відмов механізмів, усувати ці небезпеки шляхом заміни ушкоджених деталей запчастиними, дотримуватися встановленого регламенту змащення тертьових вузлів, проводити інші потрібні профілактичні операції. Висока якість технічного обслуговування є запорукою тривалої безвідмовної роботи механічного обладнання.

Разом із тим, потрібно прагнути до раціонального спрощення та скорочення тривалості виконання цих заходів з метою економії коштів і часу для максимального використання останнього на основні технологічні операції.

З цієї точки зору, конструкції екскаваторів Cat, у тому числі розглянутої моделі Cat 6030, виконані таким чином, щоб забезпечити максимальну раціональність технічного обслуговування цих машин. Наприклад, головний блок клапанів гідравлічної системи розташований на стрілі, а система прокладки та фіксації шлангів забезпечує можливість їх локального монтажу. Усе це підвищує ефективність операцій огляду, обслуговування та ремонту гідравлічних елементів, скорочує час простоїв та експлуатаційні витрати.

На рис. 4.5 показаний вузол обслуговування екскаватора. Завдяки його до-

Инв. № подл	Подп. и дата				Лист
	Взам. инв. №				
	Инв. № дубл.				
	Подп. и дата				
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	

сними, дотримуватися встановленого регламенту змащення тертьових вузлів, проводити інші потрібні профілактичні операції. Висока якість технічного обслуговування є запорукою тривалої безвідмовної роботи механічного обладнання.

Разом із тим, потрібно прагнути до раціонального спрощення та скорочення тривалості виконання цих заходів з метою економії коштів і часу для максимального використання останнього на основні технологічні операції.

З цієї точки зору, конструкції екскаваторів Cat, у тому числі розглянутої моделі Cat 6030, виконані таким чином, щоб забезпечити максимальну раціональність технічного обслуговування цих машин. Наприклад, головний блок клапанів гідравлічного системи розташований на стрілі, а система прокладки та фіксації шлангів забезпечує можливість їх локального монтажу. Усе це підвищує ефективність операцій огляду, обслуговування та ремонту гідравлічних елементів, скорочує час простоїв та експлуатаційні витрати.

На рис. 4.5 показаний вузол обслуговування екскаватора. Завдяки його до-

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата



Рисунок 4.5 – Вузол обслуговування екскаватора

На платформі екскаватора, показаної на рис. 4.6, доступно і зрозуміло розташовані розширювальні баки охолоджувальної рідини, повітрязабірні фільтри, сапун масляного баку, блок системи опалення, вентиляції та кондиціювання повітря, бак для мастила, вихлопна система, стартер та ізолятор акумуляторної батареї. У зручних для обслуговування місцях знаходяться також редуктори поворотної платформи, фільтри контуру поворотного механізму високого тиску, золотникові клапани ходу, маслоохолоджувач.

Слід також згадати скорочення часу технічного обслуговування за рахунок підвищення інтервалу заміни моторного масла і фільтрів двигуна з 500 до 1000



Рисунок 4.6 – Платформа з вузлами обслуговування механізмів екскаватора

МОТОГОДИН.

У табл. 4.6 приведені місткості заправочних ємностей екскаватора.

Таблиця 4.6 – Місткості заправочних ємностей екскаватора Cat 6030

Найменування ємності	Місткість ємності, л
Паливний бак	5080
Гідробак	2675
Загальний об'єм гідравлічного масла	3675
Моторне масло	2 x 99
Розширювальний бак моторного масла (додатково)	2 x 260
Охолоджувальна рідина двигуна	2 x 150
Редуктор приводу насоса (разом з контуром охолодження)	2 x 25
Предкамери насосу у редуктора приводу насоса	2 x 6
Редуктор механізму повороту	2 x 38
Редуктор ходової частини	2 x 67,5
Прямокутний бак для консистентного мастила	450

Ефективність заходів технічного обслуговування механічного обладнання може бути суттєво підвищена у разі можливості використання сучасних методів та засобів технічного діагностування стану механізмів та вузлів машин. Для екс-

каваторів Cat передбачена встановлена на заводі-виготовлювачі система контролю і діагностики Board Control System, яка за допомогою програми Cat Electronic Technician (ET) має функції пошуку та усунення несправностей. Вона використовує розташовані по усій машині датчики для постійного моніторингу експлуатаційних даних, реєстрації несправностей та звукового і візуального сповіщення оператора. Це дозволяє швидко виявляти відмови, своєчасно планувати роботи з технічного обслуговування, а також допомагає попередити подібні проблеми у майбутньому.

Уся інформація видається на 12-дюймовий сенсорний екран у кабіні оператора (рис. 4.4).

Програма Cat Electronic Technician (ET) також забезпечує можливість ідентифікації та підготовки складського запасу необхідних деталей Cat, ведення сервісної документації.



Рисунок 4.4 – 12-дюймовий сенсорний екран у кабіні оператора

Инв. № подл	Подп. и дата		Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	Лист

Персонал Caterpillar та дилерів компанії Cat постійно працює над підвищенням експлуатаційної продуктивності в умовах конкретних гірничих об'єктів не лише самих екскаваторів, але й усього процесу завантаження і транспортування породи. Перед ними стоїть задача максимальної оптимізації робіт з технічного обслуговування і ремонту механічного обладнання для підвищення ефективності обладнання протягом усього терміну служби. Разом із дилерською мережею компанії Cat спеціалісти Caterpillar підбирають пропозиції щодо технічного обслуговування обладнання для конкретних умов експлуатації, незалежно від того, бажає клієнт самостійно виконувати більшу частину обслуговування чи шукає партнера для керування організацією обслуговування на промисловому майданчику. Вони також пропонують консультації з питань закупівель, експлуатації, обслуговування, ремонту, відновлення та заміни обладнання.

Крім того, спеціалісти компанії проводять навчання з метою надання операторам можливості отримання знань і навичок, необхідних для максимально ефективної та продуктивної роботи.

Ине. № подп	Подп. и дата				Лист
	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата		
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	

ВИСНОВКИ

В роботі здійснено аналіз конструктивного виконання кар'єрного гідравлічного екскаватора Cat 6030 американської фірми Caterpillar.

Виймально-навантажувальне обладнання є головною ланкою у технологічному процесі видобутку твердих корисних копалин відкритим способом. Екскаватори різних типів здійснюють забір відбитої вибухом гірничої маси та завантажують її у засоби кар'єрного транспорту (насамперед, автомобільного).

Останнім часом усе більш широкого застосування набувають одноковшеві екскаватори гідравлічного типу, які відрізняються високими енергетичними показниками і забезпечують високу ефективність виймально-навантажувальних робіт.

Однією з найдосконаліших сучасних конструкцій кар'єрних гідравлічних екскаваторів є модель Cat 6030, в якій поєдналися усі передові світові технічні рішення у даній галузі гірничого машинобудування. Екскаватори Cat 6030 працюють у багатьох країнах, у різноманітних (у більшості випадків дуже важких) умовах експлуатації і демонструють найвищі показники призначення і надійності.

Проведений під час виконання бакалаврської роботи аналіз переконливо підтвердив високий технічний рівень екскаватора Cat 6030 і гарантовані показники його продуктивності та загальної ефективності промислового використання.

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. ине. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-					
					Лист				

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

Инв № подл	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.				
Лист				
№ докум.				
Подп.				
Дата				

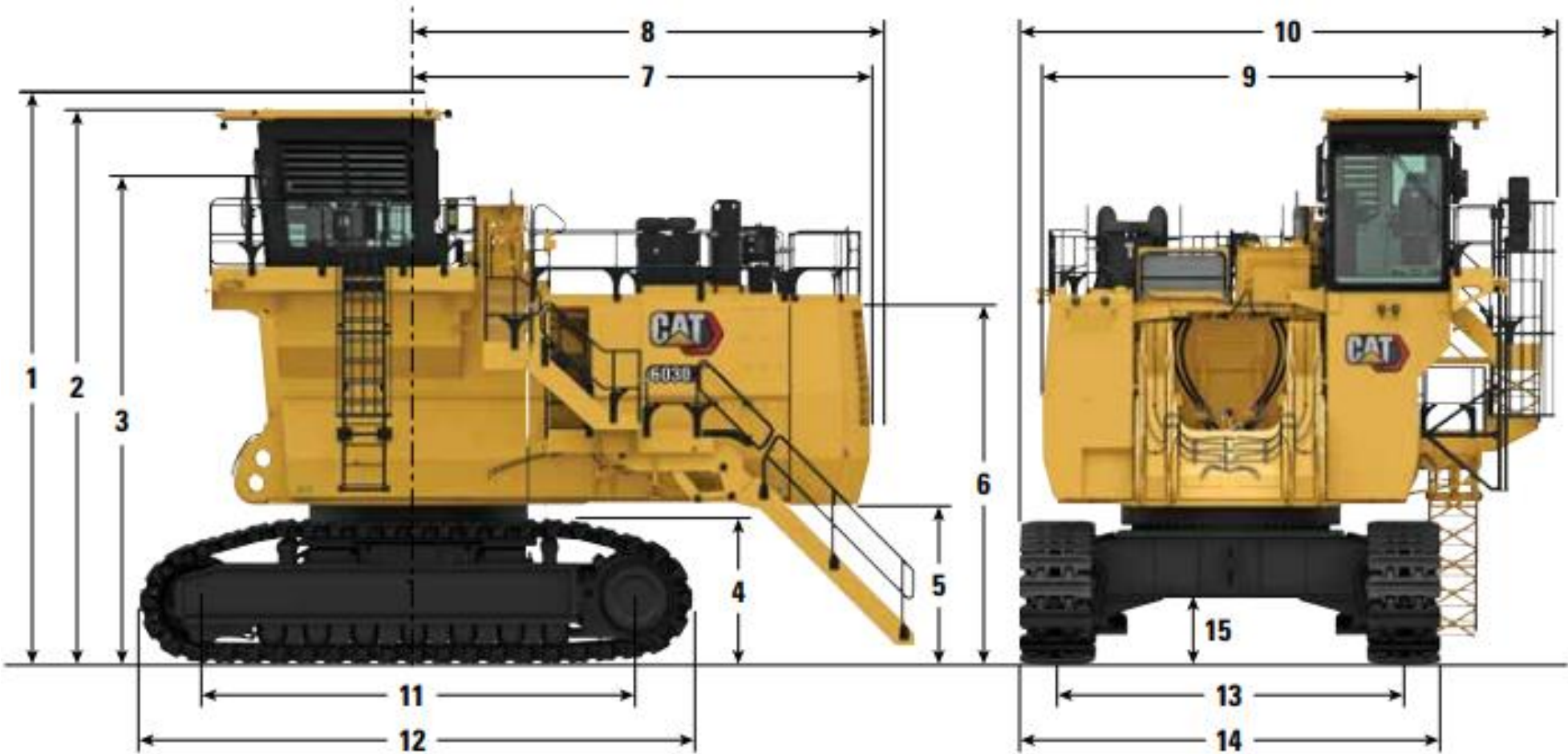


Рисунок 4.1 – Основні розміри екскаватора Cat 6030

Инв № подл	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подп.	
Дата	

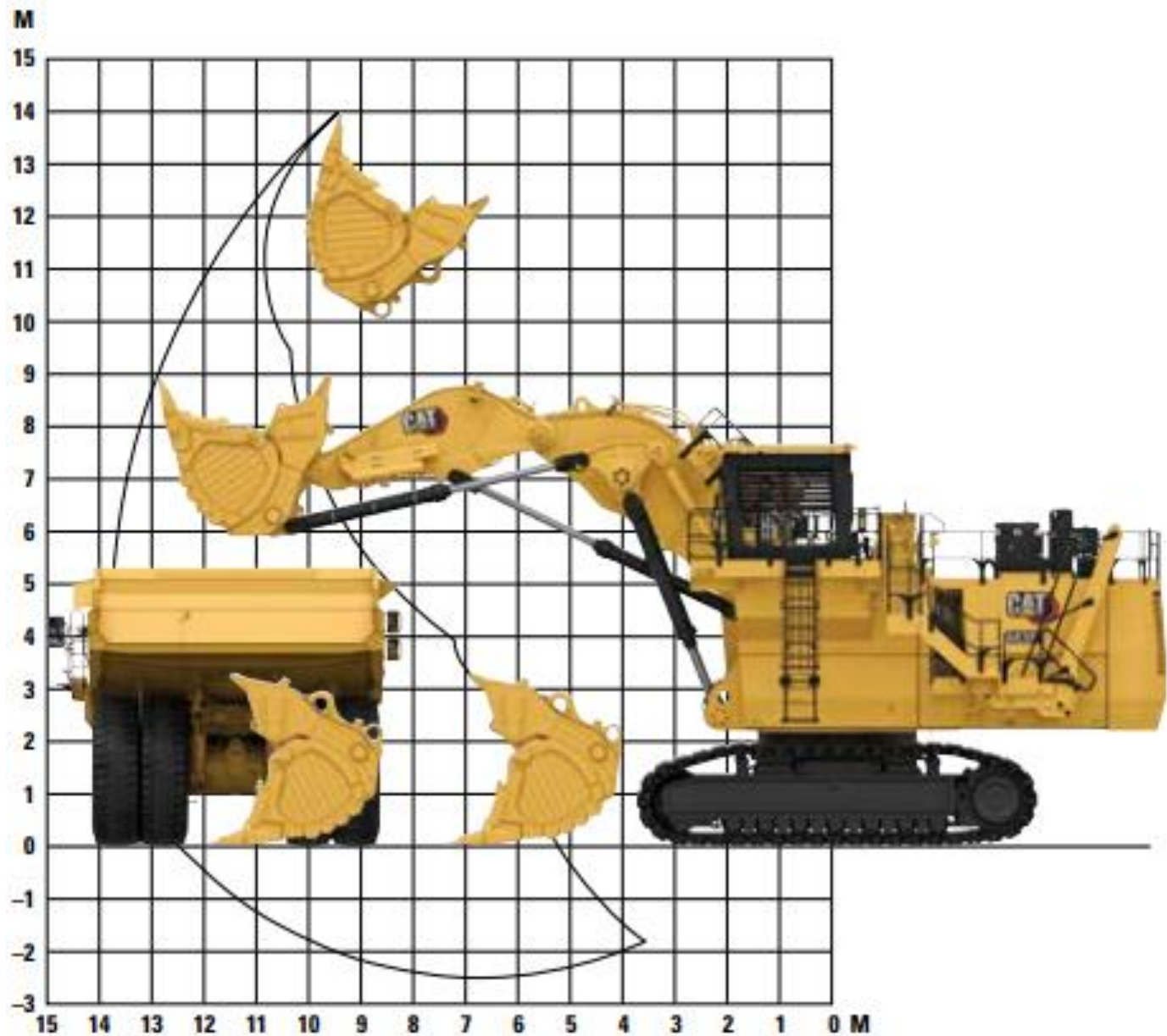


Рисунок 4.2 – Технічні можливості екскаватора Cat 6030 з ковшем «пряма лопата» Tri Power (FS)

Инв № подл	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подп.	
Дата	

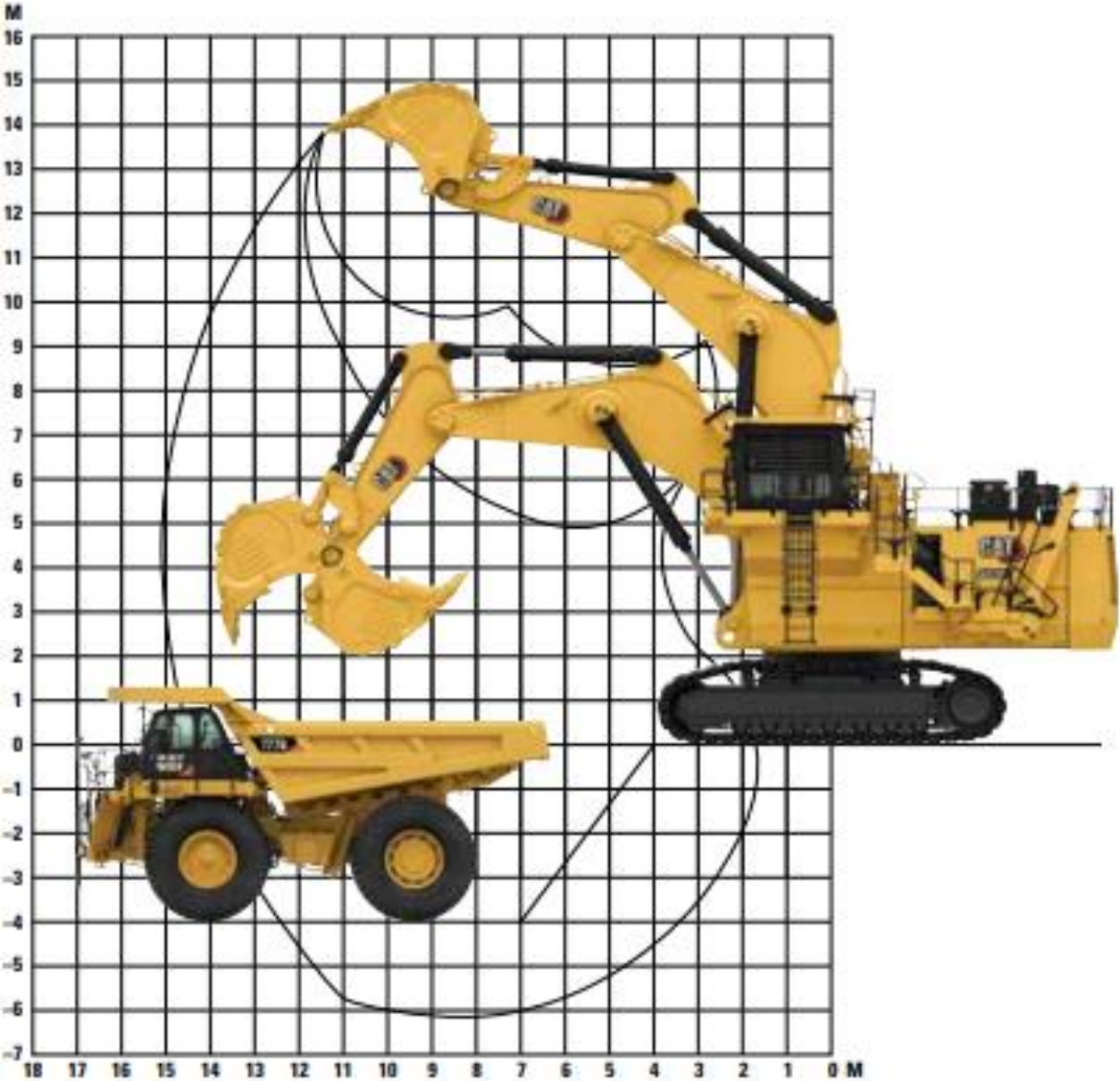


Рисунок 4.3 – Технічні можливості екскаватора Cat 6030 з ковшем «зворотна лопата» (ВН)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.		
Лист		
№ докум.		
Подп.		
Дата		

Таблиця 4.4 – Характеристики ковшів «пряма лопата» Tri Power (FS) екскаватора Cat 6030

Тип ковшу*	Для залізної руди	Для важких скельних порід	Для важких скельних порід	Стандартний скельний	Стандартний скельний
Місткість «з шапкою» 2:1 за ISO 7546, м ³	12,0	13,5	15,0	16,5	16,5
Загальна ширина, мм	3931				
Ширина розкриття, мм	1769	1764	1664	1772	1772
Система GET	C95				
Кількість зубів, шт.	6				
Комплект елементів, що зношуються	Для важких умов експлуатації – зносостійкі	Для важких умов експлуатації – зносостійкі	Для важких умов експлуатації – зносостійкі	Для стандартних умов експлуатації	Для важких умов експлуатації – зносостійкі
Маса у стандартній конфігурації разом з оснащенням для землерийних робочих органів (GET)	25866	26692	26923	27246	27352
Номінальна густина матеріалу при коефіцієнті заповнення 100%, т/м ³	2,6	2,2	2,0	1,8	1,8

* За замовленням можлива поставка ковшів іншої місткості та додаткових комплектів елементів, що зношуються

Инв № подл	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.		
Лист		
№ докум.		
Подп.		
Дата		

Таблиця 4.5 – Характеристики ковшів «зворотна лопата» (ВН) екскаватора Cat 6030

Тип ковшу*	Для залізної руди	Для важких скельних порід	Для важких скельних порід	Стандартний скельний	Для легких порід
Місткість «з шапкою» 1:1 за ISO 7451, м³	12,0	15,0	15,0	17,0	18,0
Загальна ширина, мм	3520	3950		4240	4430
Система GET	C85				
Кількість зубів, шт.	6				
Комплект елементів, що зношуються	Для укр важких умов експлуатації – зносостійкі	Для укр важких умов експлуатації – зносостійкі	Для важких умов експлуатації – зносостійкі	Для важких умов експлуатації – для ударних впливів	Для стандартних умов експлуатації
Маса у стандартній конфігурації разом з оснащенням для землерийних робочих органів (GET)	15635	19789	17195	19006	19436
Номінальна густина матеріалу при коефіцієнті заповнення 100%, т/м³	2,6	2,0	2,0	1,8	1,65

* За замовленням можлива поставка ковшів іншої місткості та додаткових комплектів елементів, що зношуються

	Лист
--	------

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.			
Лист			
№ докум.			
Подп.			
Дата			



Рисунок 3.1 – Основні вузли екскаватора Cat 6030

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.		
Лист		
№ докум.		
Подп.		
Дата		

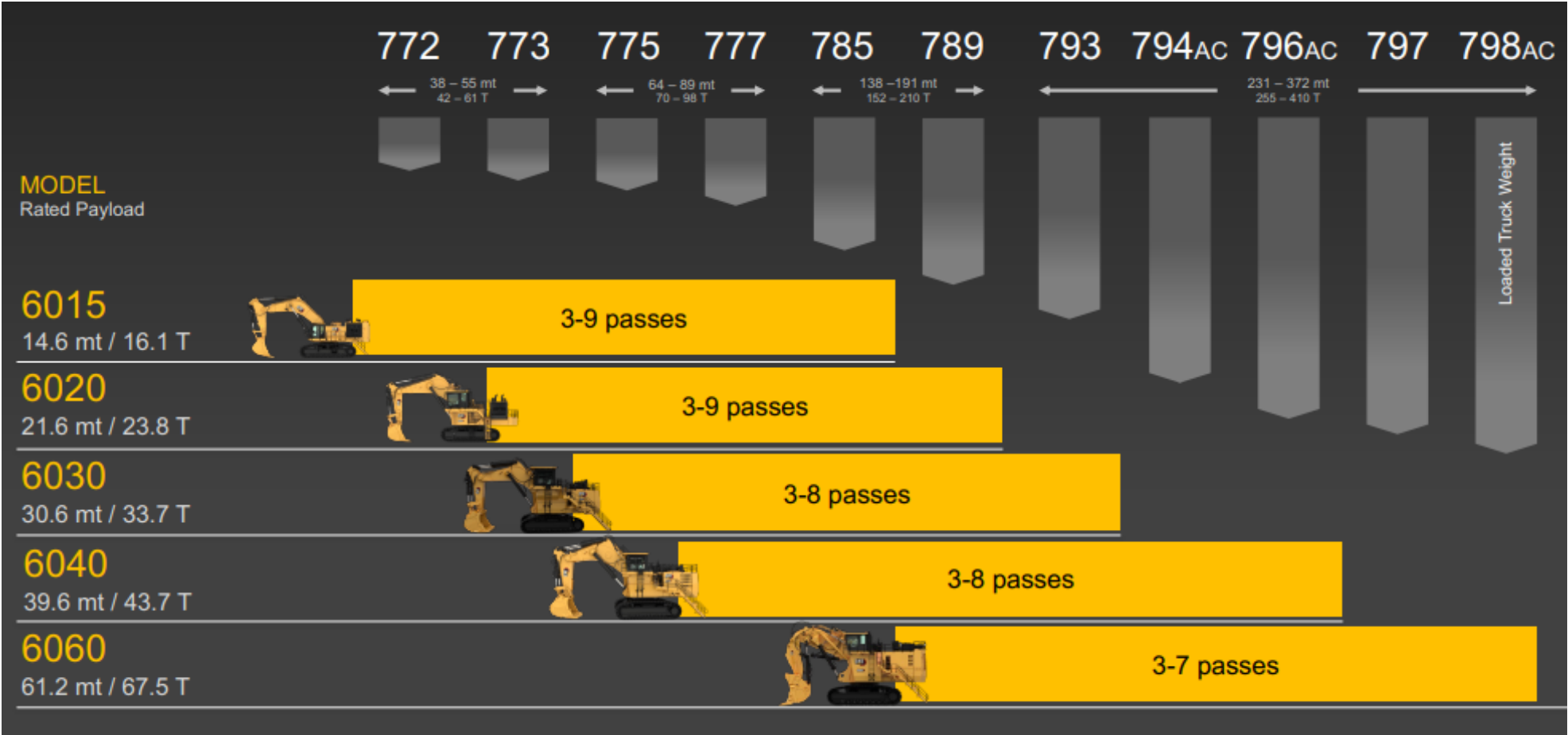


Рисунок 4.4 – Рекомендовані поєднання екскаваторів та автосамоскидів Cat у залежності від необхідної кількості завантажень (кількості ковшів) кузовів

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

XXX-XXX-XXXX

Лист регистрации изменений

[illegible]

XXX-XXX-XXXX

53