

**Спільняк Дмитро Євгенійович**

**Бакалаврська робота**

**Аналіз конструкції кар'єрного гідравлічного екскаватора  
KOMATSU PC 4000**

**Керівник**

**ст. викл. Чумак Ю.І.**

## ВСТУП

Основна частка як вітчизняного, так і світового видобутку твердих корисних копалин (вугілля, металевих руд, гірничо-хімічної сировини та інших нерудних матеріалів, наприклад будівельних) забезпечується за рахунок відкритого способу розробки родовищ у кар'єрах [1-5].

Механізація відкритих гірничодобувних робіт здійснюється величезним парком гірничих і транспортних машин, який постійно удосконалюється шляхом зростання потужності та вантажопідйомності, надійності, довговічності та ремонтпридатності, створення найбільш безпечних та комфортних умов його експлуатації. Механічне обладнання, що використовується у кар'єрах, за технологічною ознакою (тобто, за видом роботи, що воно виконує) можна розділити на наступні шість основних класів [4]:

- машини для підготовки гірничих порід до виймання (бурильні верстати);
- виймально-навантажувальні машини (екскаватори);
- виймально-транспортні машини (бульдозери, розпушники, скрепери, вантажники);
- транспортні та відвалоутворювальні машини (автомобільний, залізничний та конвеєрний транспорт, конвеєрні відвалоутворювачі);
- сортувально-збагачувальне обладнання (стаціонарні та мобільні дробарки і грохоти);
- машини для допоміжних робіт.

Кожен клас може бути розділений на окремі групи за конструктивними ознаками, а кожен конкретний тип машини зазвичай має декілька типорозмірів або моделей, які однакові за конструкцією, але відрізняються показниками призначення (продуктивністю, вантажопідйомністю, масою, габаритами тощо) [6-9].

Сучасний етап розвитку світової гірничої промисловості характеризується широким впровадженням циклічно-потоківих та потоківих технологій видобутку руди, які забезпечують суттєве підвищення ефективності та продуктивності гірничих робіт на основі реалізації безперервного процесів виймання і транспорту-

вання гірничої маси від очисного забою до переробних підприємств [2,3].

В умовах кар'єру головною машиною потокової технологічної лінії є виймально-навантажувальна, тобто екскаватор. Саме вона задає темп процесу транспортування вантажопотоку на поверхню. Для найкращого використання технічних можливостей екскаваторів вони повинні працювати з транспортним обладнанням, відповідним за продуктивністю та вантажопідйомністю. Лише у такому разі можна отримати найвищі техніко-економічні показники гірничодобувних робіт.

З огляду на це, створення та впровадження сучасного високоефективного виймально-навантажувального обладнання для відкритих гірничих робіт, узгодженого за своїми можливостями з транспортними засобами для перевезення гірничої маси, є дуже важливою науково-виробничою задачею, а тему представленої бакалаврської роботи можна вважати безсумнівно актуальною.

Об'єкт роботи – технологічний процес екскавації гірничої маси у кар'єрі.

Предмет роботи – кар'єрний гідравлічний екскаватор KOMATSU PC 4000.

# 1 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОБЛАДНАННЯ

## 1.1 Загальна класифікація

### гірничого виймально-навантажувального обладнання

До гірничого виймально-навантажувального обладнання відносяться, насамперед, екскаватори, а також деякі типи фрезерних комбайнів та ківшеві вантажники. Утім, останні можуть бути за іншими класифікаційними системами віднесені до виймально-транспортного обладнання.

Екскаватор – це машина для здійснення операцій відокремлення гірничої маси від масиву або насипного штабелю, черпання (екскавації) її, переміщення на порівняно невеликі відстані та завантаження у транспортні засоби або у відвал [3-10].

Усі екскаватори діляться на одно- та багатоківшеві конструкції. Перші мають циклічний характер роботи; протягом кожного циклу вони послідовно виконують однакові чотири операції: наповнення ковшу гірничою масою (черпання), переміщення його до місця розвантаження (транспортування), розвантаження у робочий орган транспортного засобу, повертання порожнього ковшу у початкове положення. Багатоківшеві машини працюють у безупинному режимі (усі зазначені операції виконуються їх ковшами одночасно, сумісно) завантаження транспортних засобів безперервної дії (конвеєрів).

Усі одноківшеві екскаватори поділяються на:

- лопати кар'єрні прямі напірні механічні гусеничні;
- прямі та зворотні гідравлічні лопати;
- лопати прямі розкривні;
- крокуючі та гусеничні драглайни.

Багатоківшеві конструкції можуть бути:

- розкривні роторні гусеничні;
- розкривні на крокуюче-рейковому ході;
- добувні гусеничні;

- добувні на крокуюче-рейковому ходу;
- ланцюгові гусеничні та на рейковому ходу.

Будь-який екскаватор має робоче, транспортне, механічне, ходове та силове обладнання, механізми керування, металоконструкції платформи і надбудови, кузов.

## **1.2 Особливості конструктивного виконання кар'єрних гідравлічних екскаваторів**

Гідравлічні екскаватори останнім часом отримують усе більшу популярність у світі завдяки високим енергетичним показникам, продуктивності та маневреності.

На рис. 1.1 показані конструктивні схеми гідравлічних екскаваторів разом зі змінним робочим обладнанням [4].

Пряма гідравлічна лопата (рис. 1.1а) має стрілу 1, рукоятку 2 та ківш 3, які можуть повертатися відносно осей шарнірів  $O_1$ ,  $O_2$ ,  $O_3$ . Для цього вони постачені гідроциліндрами підйому-опускання стріли (4), напорі рукоятки (5) та повороту ковша (6). Останній гідроциліндр кріпиться також до кутової тяги 7, яка сполучена шарніром з тягою 8 ковша. Взаємне переміщення перерахованих елементів робочого обладнання утворює можливу траєкторію копання машини. Розвантаження ковша здійснюється шляхом відкриття його щелепного створу за допомогою двох гідроциліндрів у задній стінці 9, які повертають передню частину ковша навколо шарніру  $O_3$ . Задня стінка при цьому залишається нерухомою.

Повороти стріли 1, рукоятки 2 та ковшу 3 зворотної гідравлічної лопати (рис. 1.1б) також здійснюються гідроциліндрами 4, 5 і 6 навколо осей шарнірів  $O_1$ ,  $O_2$ ,  $O_3$ , а тяги 7 і 8 служать для кріплення ковша. Для розвантаження останнього він повертається відносно осі  $O_3$  шляхом утягування штоку гідроциліндру 6.

Описане робоче обладнання гідравлічних екскаваторів (пряма і зворотна лопати) може бути змінним і розташовуватися по чергово на одній базовій установці.

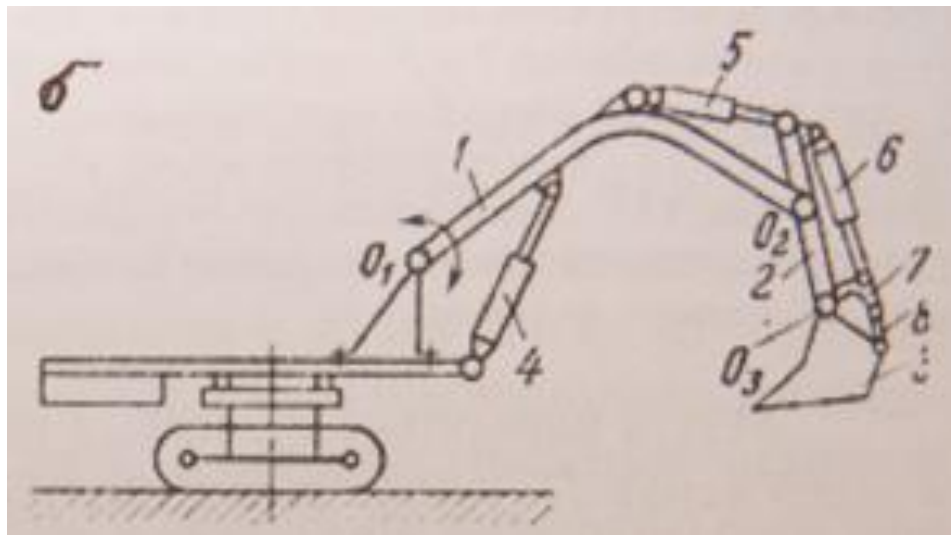
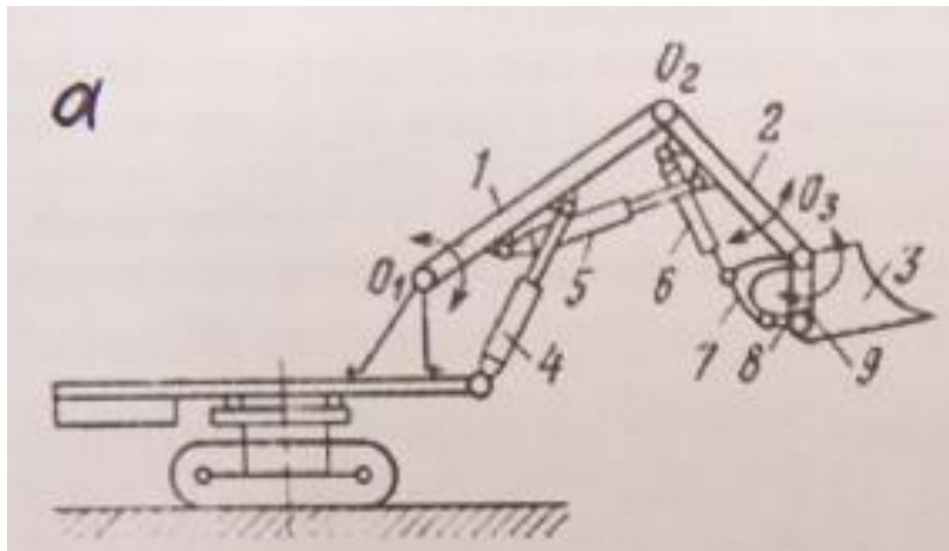


Рисунок 1.1 – Конструктивні схеми гідравлічних екскаваторів разом зі змінним робочим обладнанням:

а – пряма напірна лопата з поворотним щелепним ковшем;

б – зворотна лопата з поворотним ковшем:

1 – стріла; 2 – рукоятка; 3 – ківш; 4, 5, 6 – гідроциліндри відповідно підйому-опускання стріли, напору рукоятки та повороту ковша; 7 – кутова тяга; 8 – тяга ковша; 9 – задня стінка ковша;  $O_1$ ,  $O_2$ ,  $O_3$  – осі шарнірів

Робоче обладнання екскаватора визначає його тип та конструктивну схему. Обидві лопати відносяться до групи робочого обладнання з жорсткою пов'яззю. Стріли та рукоятки гідравлічних лопат мають вигляд потужних замкнених коробчастих конструкцій, зварених зі сталевих листів і постачених литими кінцевими вставками. На рис. 1.2 показано робоче обладнання гідравлічних екскаваторів.

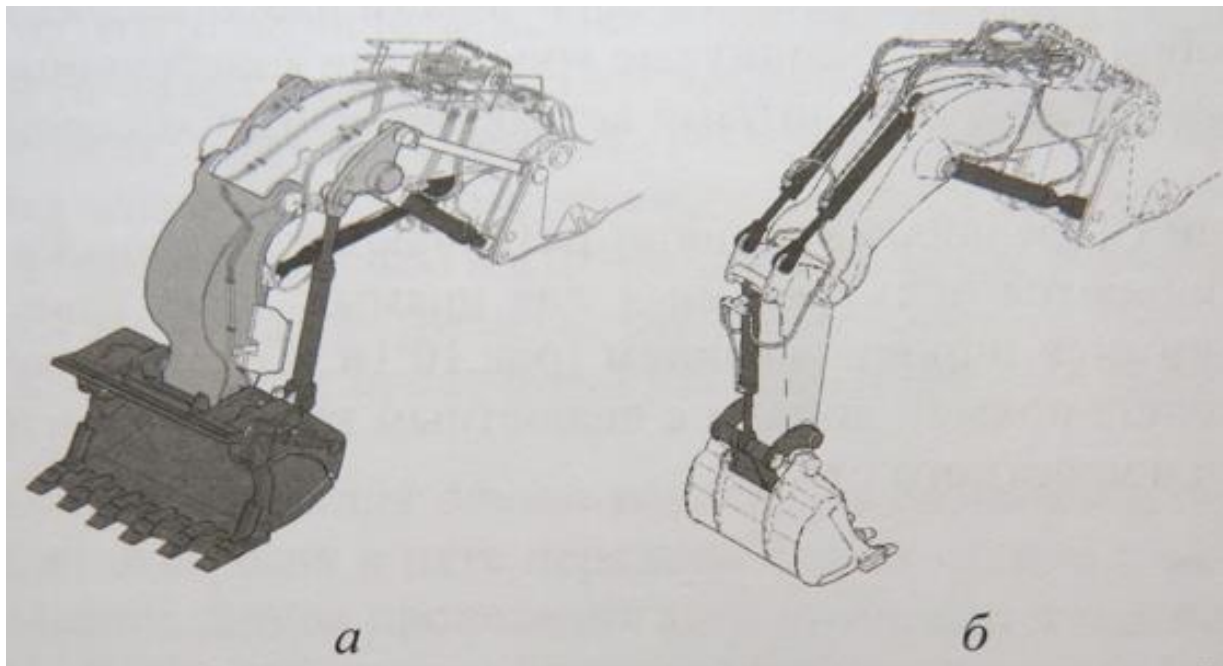


Рисунок 1.2 – Робоче обладнання гідравлічних екскаваторів:  
а – прямої лопати; б – зворотної лопати

На рис. 1.3 показані конструкції ковшів гідравлічних екскаваторів.

Щелепний ківш (рис. 1.3а) прямої гідравлічної лопати постачений нерухо-

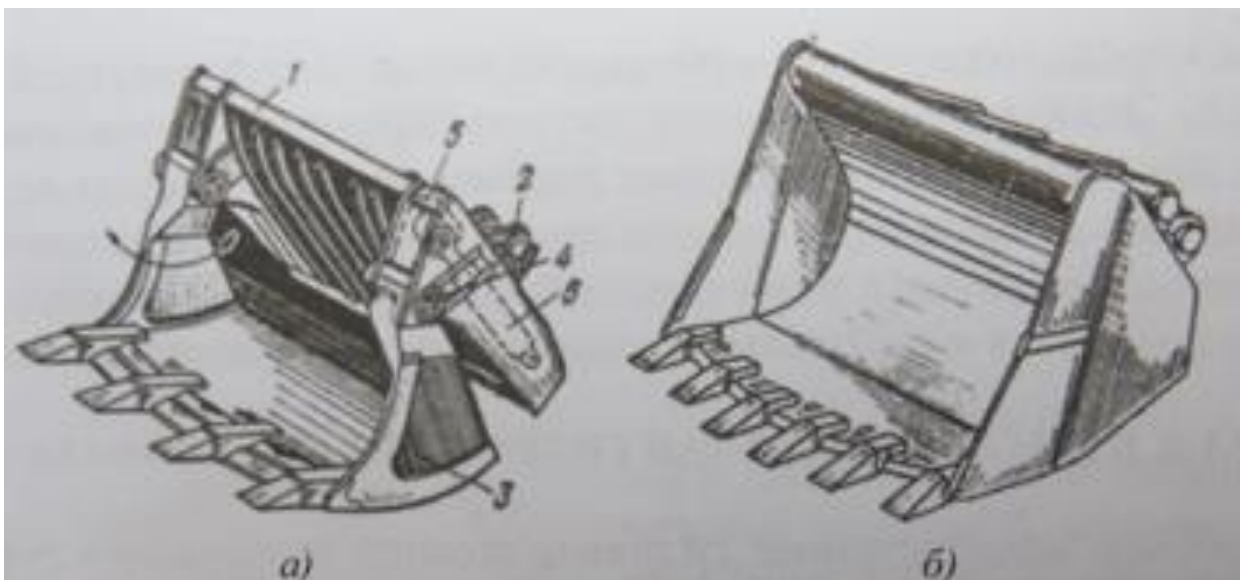


Рисунок 1.3 – Конструкції ковшів гідравлічних екскаваторів:  
а – щелепний ківш прямої лопати (1 – задня стінка; 2 – шарнір;  
3 – щелепа; 4 – важіль; 5 – шарнір; 6 – гідроциліндр);  
б – перекидний ківш зворотної лопати

мою задньою стінкою 1, яка підвішена на рукоятці за допомогою шарнірів 2, та щелепою 3. Остання може повертатися двома гідроциліндрами 6 у відсіках задньої стінки через важелі 4 відносно шарніру 5.

Перекидний ківш (рис. 1.3б) зворотної гідравлічної лопати виконаний у вигляді суцільної конструкції.

Усе робоче обладнання прямих і зворотних гідравлічних лопат встановлюється на поворотній платформі базової машини.

### **1.3 Огляд потужних кар'єрних гідравлічних екскаваторів фірми KOMATSU**

Екскаваторне обладнання будь-яких типів виготовляється багатьма світовими фірмами, що спеціалізуються на випуску машин для видобутку корисних копалин. Однією з таких загальновідомих корпорацій є японська компанія KOMATSU.

Фірма розробляє та виготовляє на своїх заводах усі основні вузли екскаваторного обладнання, такі як двигуни, робочі органи, електронне та гідравлічне устаткування. Технології KOMATSU у поєднанні зі зворотнім зв'язком із клієнтами дозволяє фірмі досягати значних успіхів у справі удосконалення своїх машин. З метою отримання високої продуктивності та економічності обладнання компанія пропонує основні вузли та агрегати з повною системою керування, створює нове покоління високоефективних екскаваторів для гірничої промисловості.

У 1996 році фірма створила спільне підприємство KOMATSU MINING GERMANY GMBH з німецькою компанією Mannesmann Demag, яка займалася випуском гідравлічних екскаваторів з 1954 року. Метою нового підприємства стало виробництво особливо потужних моделей кар'єрних екскаваторів. Основне його виробництво розташоване у Дюсельдорфі, а філіал знаходиться в японському місті Канасаві.

Модельний ряд KOMATSU MINING GERMANY GMBH складається з чотирьох моделей екскаваторів масою від 250 до 720 т – PC 3000, PC 4000, PC5500 та PC 8000. Машини фірми відрізняються надзвичайно високою якістю та надій-



ністю. Ступінь технічної готовності машин сягає 0,94-0,98, що забезпечує можливість досягнення прекрасних результатів на багатьох кар'єрах світу. Основні технічні характеристики потужних кар'єрних гідравлічних екскаваторів фірми приводяться у табл. 1.1 [11].

Аналіз особливостей сучасного рівня розвитку та технічного забезпечення кар'єрів Кривбасу показує, що швидке пониження рівня гірничих робіт, яке на багатьох підприємствах наближається до 400 м, суттєво погіршує умови експлуатації виймально-транспортного обладнання, а, значить, підвищує витрати на екскавацію та транспортування гірничої маси [12]. Особливо це позначається на роботі автомобільного транспорту, частка якого на кар'єрах Кривбасу невпинно підвищується і складає на сьогоднішній день 80-90%. Зростають витрати палива, зменшується швидкість руху машин, значна частина робочого циклу припадає на маневрові операції.

Більше 80% парку автосамоскидів, що працюють на кар'єрах криворізьких ГЗК, складають машини БілАЗ вантажопідйомністю 120-160 т. У той же час парк екскаваторів на цих підприємствах представлений в основному установками ЕКГ із середньою місткістю ковша 8-10 м<sup>3</sup>, що явно недостатньо для ефективного завантаження автосамоскидів такої вантажопідйомності. Потрібні більш потужні машини, об'єми ковшів та продуктивності роботи яких краще відповідають можливостям наявного автомобільного транспорту.

За таких обставин було б вельми доцільним використання в умовах Кривбасу кар'єрних гідравлічних екскаваторів фірми KOMATSU MINING GERMANY GMBH. Наприклад, модель РС 3000 розрахована на спільну роботу з автосамоскидами вантажопідйомністю 90-140 т, а модель РС 4000 – 140-220 т [13].

З огляду на це, у представленій роботі розглядається конструкція екскаватора РС 4000 з місткістю ковшу 22 м<sup>3</sup>, як така, що найбільш підходить, на наш погляд, для експлуатації у кар'єрах Кривбасу разом з автосамоскидами БілАЗ.

Таблиця 1.1 – Основні технічні характеристики потужних кар’єрних гідравлічних екскаваторів фірми KOMATSU MINING GERMANY GMBH

Показники призначення	Тип екскаватора			
	PC 3000	PC 4000	PC 5500	PC 8000
Експлуатаційна маса, т	252-265	385-397	531-549	700-720
Місткість стандартного ковша, м <sup>3</sup> :				
пряма лопата	16	22	29	42
зворотна лопата	15	22	29	42
Потужність приводів, кВт:				
дизельного	940	1400	940x2	1500x2
електричного	900	1350	900x2	1450x2
Питомий тиск на ґрунт з траками завширшки мм, Н/см <sup>2</sup>	800/1200 24,0/16,6	1200/1500 21,4/16,6	1350/1800 23,9/18,3	1500/1900 26,7/21,4
Висота черпання, м:				
пряма лопата	11,0	12,0	14,0	15,0
зворотна лопата	10,0	11,0	12,0	13,0
Радіус черпання, м:				
пряма лопата	13,5	15,2	16,5	17,8
зворотна лопата	16,2	17,5	19,8	20,7
Глибина черпання, м:				
пряма лопата	3,3	2,9	2,7	3,0
зворотна лопата	7,9	8,0	8,3	8,0
Висота розвантаження, м:				
пряма лопата	10,0	12,0	13,2	14,0
зворотна лопата	10,0	10,0	10,0	11,0
Зусилля, кН:				
напору прямої лопати	1100	1330	1870	2320
відриву прямої лопати	1000	1250	1865	2320
напору зворотної лопати	800	1050	1290	1800
відриву зворотної лопати	850	1155	1450	2000

## 2 ОПИС КОНСТРУКЦІЇ БАЗОВОЇ МАШИНИ

Опис конструкції базової машини виконаний згідно з [14].

### 2.1 Призначення та основні характеристики виробу

Кар'єрний гідравлічний екскаватор KOMATSU PC 4000 призначений для виймання та навантаження у транспортні засоби гірничої маси в умовах відкритої розробки корисних копалин. Машина розрахована на використання разом із само-скидами вантажопідйомністю 140-220 т. Загальний вигляд установки представлений на рис. 2.1.



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд кар'єрного гідравлічного екскаватора KOMATSU PC 4000

Екскаватор може постачатися за вибором споживача або комплектуватися змінним навісним робочим обладнанням:

- з ковшем типу пряма лопата місткістю 22 м<sup>3</sup> (з шапкою) (2:1 за SAE);

- з ковшем типу зворотна лопата місткістю 22 м3 (з шапкою) (1:1 за SAE).

Потужність приводу машини становить 1400 кВт (1904 к.с.) при швидкості приводного валу 1800 об/хв.

Повна експлуатаційна маса установки в залежності від комплектації машини може становити від 388 до 399 т. Вона включає стрілу, рукоятку, ківш, оператора, мастильні матеріали, охолоджувальну рідину, паливний бак (заповнений на 1/3) та стандартне обладнання екскаватора. Точні величини експлуатаційних мас установки приведені у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Точні величини експлуатаційних мас екскаваторів різних варіантів компонування

Модель екскаватора	Ширина башмака, мм	Величина тиску на ґрунт, Н/см <sup>2</sup>	Експлуатаційна маса, т
РС 4000. Пряма лопата	1200	21,3	388
Пряма лопата	1500	17,2	393
РС 4000. Зворотна лопата	1200	21,6	394
Зворотна лопата	1500	17,5	399

## 2.2 Перелік стандартного обладнання установки

Навісне робоче обладнання:

- стріли: пряма лопата – 7,15 м; зворотна лопата – 9,75 м;
- рукоятки: пряма лопата – 4,9 м; зворотна лопата – 4,5 м;
- комплекти циліндрів для обох типів робочого обладнання;
- ковші зі стандартними змінними комплектами, постаченими безударними системами GET.

Гусенична ходова частина:

- ходова частина одноківшевого екскаватора для важкого режиму роботи;
- центрально розташований кузов;
- дві важкі коробчасті рами гусеничного візка;

- сім опорних котків та три підтримувальних котка з кожного боку візка;
- башмаки з литої сталі завширшки 1200 мм;
- система гідравлічного регулювання натягу гусеничного ланцюга та стоянкового гальма.

#### Верхня конструкція:

- приводний модуль, встановлений на основній рамі, яка закріплена на поворотному колі зовнішнього зачеплення;
- варіант виконання 1: дизельний двигун Komatsu SDA16V160, сертифікований за стандартом Tier-1;
- варіант виконання 2: дизельний двигун Komatsu SDA16V160E-2, сертифікований за стандартом Tier-2;
- баки для мастила і палива;
- компоненти гідросистеми;
- противага.

#### Зовнішнє освітлення:

- чотирнадцять високоефективних світлодіодних робочих фар;
- допоміжні лампи освітлення платформи (разом з аварійними виходами).

#### Кабіна оператора:

- герметична сталева кабіна на в'язкісних опорах;
- конструкція FOPS за стандартом ISO 3449;
- кондиціонер Sutrak;
- сидіння оператора з повною підвіскою та паском безпеки;
- сидіння інструктора з паском безпеки;
- система ергономічного керування;
- електрогідравлічні джойстики;
- один великий склоочисник;
- радіоприймач AM-FM/CD/MP3;
- внутрішні та зовнішні сонцезахисні навіси;
- усі вікна із сонцезахисним тонуванням Parsol Green;
- переднє вікно із ударостійкого скла (19 мм);

- місток перед кабіною.

Змащення та технічне обслуговування:

- система централізованого змащення LINCOLN для основних вузлів машини, навісного обладнання та ковшів;

- система централізованого змащення LINCOLN з використанням змащувальної шестірні для змащення поворотного кола;

- сервісний рукав із сполученнями WIGGINS для під'єднання трубопроводів з рідкими продуктами для заправки паливом, моторним мастилом та охолоджувальною рідиною, маслом гідросистеми, консистентним мастилом, а також для відкачування охолоджувальної рідини та масел гідросистеми і двигуна.

Приналежності, що входять до складу стандартної комплектації:

- звуковий сигнал попередження про пересування машини;

- висувні сходи з гідроприводом;

- електричний звуковий сигнал;

- кришки турбонагнітача двигуна та вихлопних труб;

- обладнання комплексного контролю системи керування змащенням (системи Sentinel, Reserve та Eliminator);

- масляний насос змащення редуктора;

- переходи та сходи з протиковзним настилом;

- перила та сходинки на стрілі;

- точки для приєднання запобіжного поясу на стрілі;

- система дистанційної аварійної зупинки двигуна.

### **2.3 Обладнання екскаватора, що може встановлюватися за замовленням**

Навісне робоче обладнання:

- рухоме огороження циліндру стріли;

- рухоме огороження циліндру рукоятки;

- рухоме огороження циліндру ковша (зворотна лопата).

Ходова частина:

- башмаки з литої сталі завширшки 1500 мм.

Система живлення:

- електродвигуни різної напруги;
- кабельний барабан (без кабелю);
- система пожежогасіння Ansul (двокомпонентна) для дизельного двигуна.

Обладнання для холодних умов роботи:

- комплектація для експлуатації дизельного та електричного двигунів у холодних погодних умовах (до  $-40^{\circ}\text{C}$ );
- комплектація для експлуатації дизельного та електричного двигунів в арктичних погодних умовах (до  $-50^{\circ}\text{C}$ );
- передпускові підігрівачі Hotstart для експлуатації дизельного та електричного двигунів при температурі навколишнього повітря до  $-50^{\circ}\text{C}$  (без зовнішнього джерела живлення).

Спеціальне масло гідросистеми:

- масло, здатне до біологічного розпаду.

Інше:

- обладнання комплексного контролю системи керування змащенням (системи Sentinel, Reserve та Eliminator);
- додаткові світлодіодні робочі фари;
- проблісковий маячок;
- додатковий кондиціонер кабіни;
- додатковий обігрівач кабіни;
- спеціальне фарбування;
- система контролю KOMTRAX Plus.

## **3 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ЕКСКАВАТОРА KOMATSU PC 4000**

### **3.1 Вузли та системи машини**

#### **3.1.1 Дизельний двигун та електрообладнання до нього**

Як було зазначено вище, у розділі 2, екскаватор може бути постачений двома варіантами дизельного двигуна.

За першим варіантом це буде 4-тактний двигун з водяним охолодженням та прямим впорскуванням палива моделі Komatsu SDA16V160 (стандарт Tier-1). Тип всмоктування двигуна – з турбонаддувом та послідовним охолодженням. Кількість циліндрів – 16. Повна потужність двигуна – 1400 кВт (1904 к.с.) при 1800 об/хв. (SAE 1995). Регулятор двигуна – всережимний, електронний.

Другий варіант відрізняється типом моделі. Це Komatsu SDA16V160E-2 (стандарт Tier-2). Усі решта показників аналогічні.

Дизельні двигуни обладнані електронною системою керування та комплексною системою контролю стану моторного масла та його фільтрації, яка об'єднує системи стабілізації масла Sentinel і Reserve з масляними фільтрами Eliminator. Вона дозволяє завдяки постійному контролю і аналізу якості масла збільшити періодичність його заміни до 4000 мотогодин.

Радіатори двигунів Mesabi мають значну продуктивність і охолоджуються високоефективним вентилятором з гідроприводом.

Електрообладнання дизельних двигунів працює на постійному струмі напругою 24 В від чотирьох акумуляторних батарей з напругою 12В, які сполучені послідовно/паралельно. Від батарей живляться стандартні світлодіодні робочі фари (14 шт.) та стандартне допоміжне освітлення на усій платформі екскаватора.

На рис. 3.1 показана схема розташування деякого обладнання екскаватора в разі постачання його дизельним двигуном.

На рис. 3.2 можна побачити змінення цієї схеми при варіанті обладнання установки електроприводом.



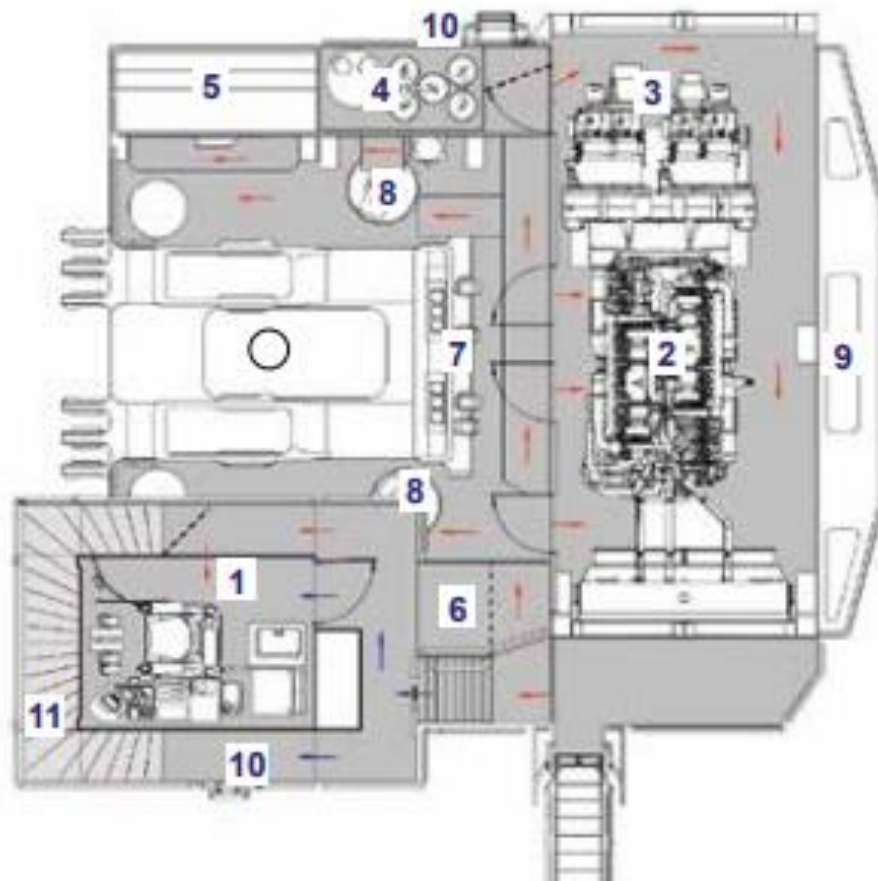


Рисунок 3.1 – Схема розташування обладнання екскаватора з дизельним двигуном:

- 1 – кабіна оператора; 2 – дизельний двигун; 3 – гідравлічні насоси;  
 4 – гідробак; 5 – маслоохолоджувачі гідросистеми; 6 – паливний бак;  
 7 – клапанні блоки; 8 – гідромотори повороту платформи; 9 – противага;  
 10 – додатковий вихід; 11 - поміст без настилу  
 (стрілочками показані переходи нижнього та верхнього рівнів для обслуговуючого персоналу)

### 3.1.2 Електродвигун та електрообладнання до нього

В якості такого варіанту приводу екскаватора використовується асинхронний електродвигун з короткозамкненим ротором та вихідною потужністю 1350 кВт. Двигун має плавний пуск і працює на змінному струмі силою приблизно 145-120 А та напругою 6000-7200 В. За замовленням споживача може бути представлений двигун з іншим значенням напруги.

Нормативна частота струму – 60 Гц при 1800 об/хв. Знову ж таки, споживач може замовити двигун з частотою струму 50 Гц при 1500 об/хв.

Електрообладнання у варіанті електроприводу працює на постійному стру-

мі напругою 24 В від шести акумуляторних батарей з напругою 12В. Від батарей, як і в разі використання дизельного двигуна, живляться стандартні світлодіодні робочі фари (14 шт.) та стандартне допоміжне освітлення на усій платформі екскаватора.

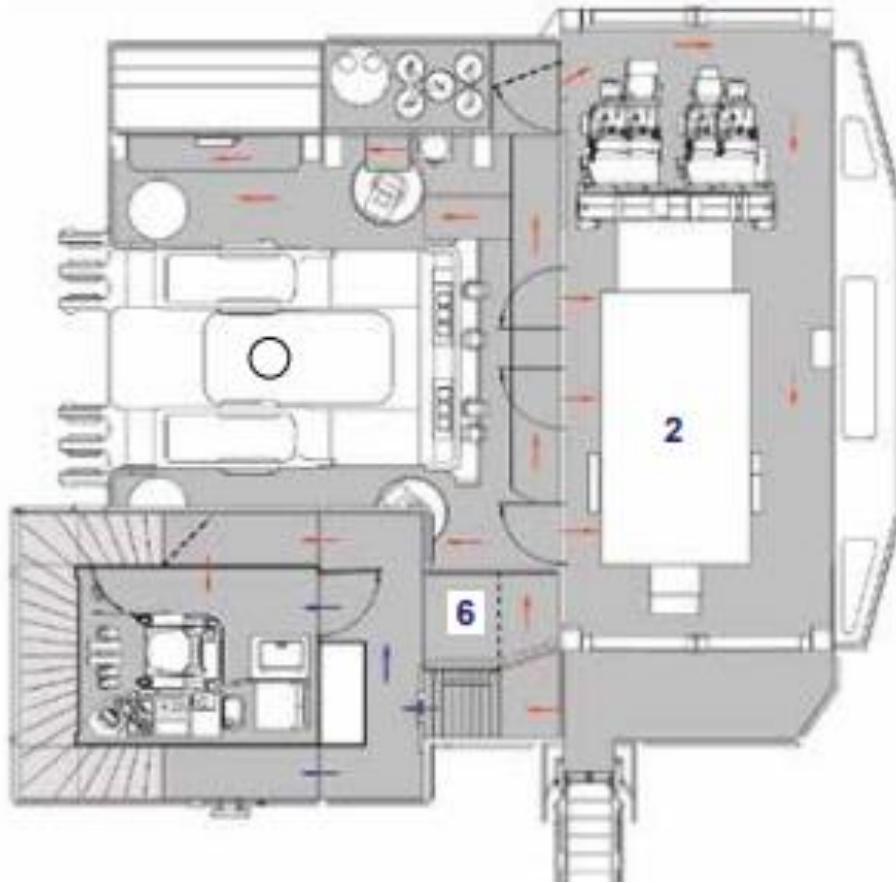


Рисунок 3.2 – Модифікація схеми на рис. 3.1  
для варіанту виконання екскаватора з електроприводом:  
2 – електродвигуни; 3 – високовольтна шафа електркерування

### 3.1.3 Ходова та частина та її гальмівна система

Гусенична ходова частина установки має:

- 98 опорних башмаків (по 49 з кожного боку);
- 6 підтримувальних котків (по 3 з кожного боку);
- 14 опорних котків (по 7 з кожного боку).

Усі конструктивні елементи ходової частини екскаватора (рис. 3.3) виконані з високоякісних зносостійких матеріалів. Для підвищення надійності та довговічності ходової частини передбачено:



Рисунок 3.3 – Конструктивні елементи ходової частини екскаватора

- виготовлення котків, напрямних коліс та зірочок підвищених діаметрів;
- загартування отворів під пальці ланок гусениці (траків);
- забезпечення великих опорних площ та високоточної термічної обробки усіх компонентів конструкції.

Гідромотори ходу закриті міцними захисними кожухами для попередження їх можливого ушкодження від ударів каменів (рис. 3.4).



Рисунок 3.4 – Гідромотори ходової частини із захисними кожухами

Керування ходовою частиною установки здійснюється за допомогою двох ножних педалей. Конструкцією передбачений автоматичний гідравлічний регулятор натягу гусениць.

Гусеничний візок здатний долати підйоми з ухилом до 50%. Максимальна швидкість пересування ходової частини – 2,1 км/год.

Ходова частина постачена робочим гальмом гідравлічного типу та стоянковим багатодисковим гальмом з можливістю охолодження.

### 3.1.4 Система повороту платформи

Повороти платформи екскаватора здійснюються за допомогою системи повороту з коронною шестірнею зовнішнього зачеплення (рис. 3.5) та двома гідромоторами і гідроприводами. Максимальна швидкість повороту – 4,0 об/хв.

В опорно-поворотному колі платформи використовується трьохрядний роликовий підшипник великої несучої здатності, завдяки чому воно витримує значні навантаження під час виймальних і навантажувальних робіт.

Як і ходова частина, система повороту платформи постачена стоянковим багатодисковим гальмом з можливістю охолодження.

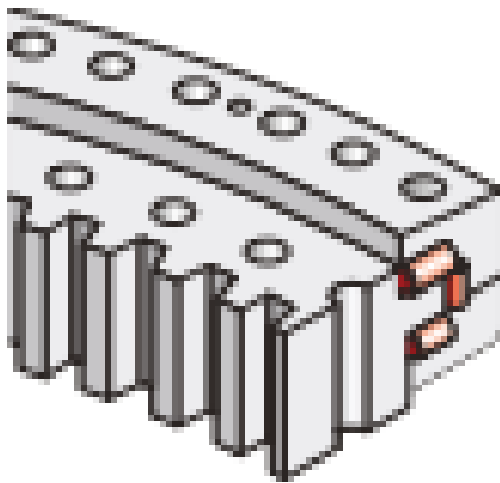


Рисунок 3.5 – Фрагмент коронної шестірні системи повороту платформи

### 3.1.5 Гідравлічна система

Силова передача установки складається з одного головного приводу. Один механізм відбору потужності приводить у дію чотири однакові головні насоси, масло в які поступає з негерметизованого гідробаку. Гідравлічна система з відкритим контуром забезпечує максимальну ефективність охолодження та фільтрації.

Особливістю цієї чотирьох контурної системи є регулятор обмеження навантаження, який контролює загальний обсяг подачі масла у робочі контури та передбачає обмеження тиску в них. У керуючому гідравлічному контурі головна увага приділена створенню гідравлічного потоку, що забезпечує плавне спрацювання гідросистеми, простоті компонування гідросистеми та зменшенню кількості її компонентів. Гідросистема постачена великими висувними вертикальними повітряно-масляними маслоохолоджувачами та терморегульованими вентиляторами з гідроприводом.

Номінальна витрата гідросистеми (максимальна продуктивність складає 4140 л/хв., у тому числі витрата в контурі повороту платформи – 1590 л/хв. Тиск спрацювання розвантажувального клапану – 310 бар.

Гідравлічна система обладнана вбудованими фільтрами високого тиску (ступень очищення 200 мікрон) (по одному фільтру на кожен насос, розташований перед блоками клапанів), чотирма повнопотокowymi лінійними фільтрами зворотного контуру (10 мікрон) та лінійними фільтрами витоків з картера, які одночасно є перепускними фільтрами зворотного контуру (3 мікрона).

### **3.1.6 Автоматична система централізованого змащення**

У стандартну комплектацію екскаватора входять дві одно магістральні системи централізованого змащення Lincoln з гідроприводом і функціями регулювання періодичності та обсягу подачі (рис. 3.6). Подача мастила у центральну систему здійснюється з баку ємністю 200 л. Ще одна аналогічна система забезпечує подачу трансмісійного мастила до зубів коронної шестірні повороту платформи через мастильну шестірню. Заправка баків відбувається через сполучення Wiggins, встановлені на сервісному рукаві.

Залишається додати при наявній об'ємі заправки екскаватора паливом та технічними рідинами:

- гідробак – 3900 л;
- гідравлічна система – 5900 л;
- паливо – 6400 л;

- охолоджувальна рідина двигуна – 475 л;
- моторне мастило – 290 л;
- резервний живильний бак масла двигуна – 60 л.

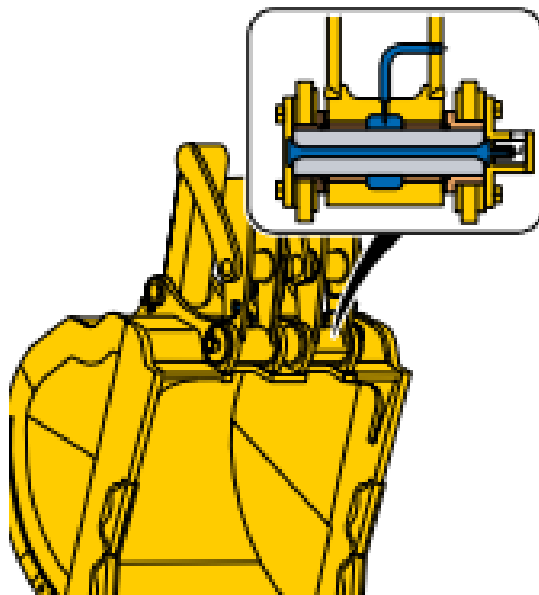


Рисунок 3.6 – Фрагмент системи централізованого змащення

### 3.1.7 Кабіна оператора

Велика комфортабельна звукоізольована кабіна встановлена на 18 в'язкісних демпферах із збільшеним робочим ходом та вбудованою додатковою пружиною (рис. 3.7).

Сидіння оператора постачено пневматичною підвіскою, яка у поєднанні з демпферами зменшує і згладжує вібрації, що передаються на оператора. У залежності від його маси та комплекції амортизаційний ефект може бути відрегульований, а саме сидіння зсунуто вперед чи назад, піднято або опущено. Крім того, воно має електропідігрів та пасок безпеки. Сидіння інструктора також має пасок безпеки.

Кабіна забезпечує великий вільний простір для ніг оператора, що дає йому можливість розслабитися під час роботи навіть при великому зрості.

Кабіна надійно ущільнена та герметизована з метою запобігання потрапляння до неї виробничого пилу, а також обладнана автоматичною системою кондиціонування та підігрівання повітря.

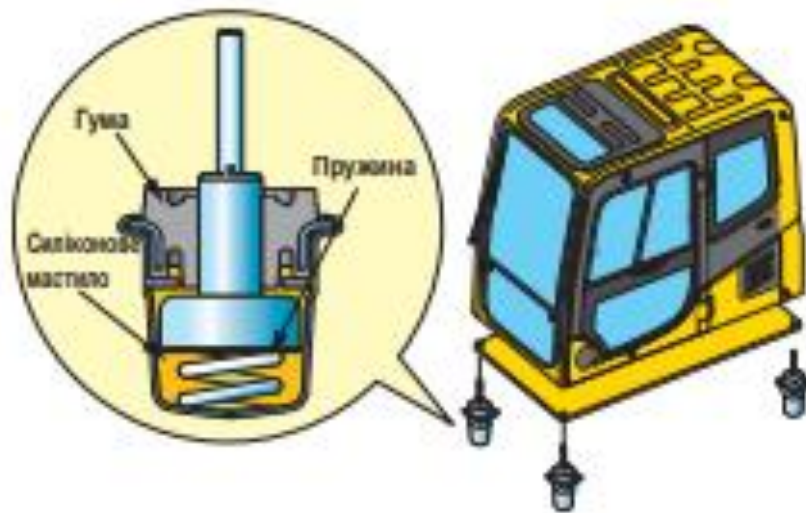


Рисунок 3.7 – Демпферна опора кабіни оператора

Керування машиною здійснюється за допомогою електрогідравлічного джойстика з малим зусиллям на рукоятці, а також педалей управління стулкою ковша, гусеницями та гальмом повороту платформи.

Кабіна постачена усіма необхідними контрольно-вимірювальними приладами, системою KOMTRAX Plus та радіоприймачем діапазону AM/FM та плеєром MP3/CD з допоміжним входом.

До обладнання кабіни входять також:

- склоочисник з двохшвидкісним та переривчастим режимами роботи;
- холодильник та шафи для зберігання дрібних предметів;
- дзеркала огляду робочих зон з можливістю підігріву та налаштуванням з кабіни;
- зовнішні металеві сонцезахисні навіси на бічному вікні, внутрішні роликові шторки та сонцезахисне тонування на усіх вікнах. Переднє вікно виготовлено з удароміцного скла товщиною 19 мм, а вікно з лівого боку кабіни одночасно служить аварійним виходом з неї;
- поміст перед кабіною.

Конструкція кабіни оператора виконана за наступними технічними стандартами:

- ISO 3449. Пристрої захисту від падаючих предметів (FOPS);

- ISO 6396. Рівень шуму у кабіні оператора – максимум 75 дБ (А);
- ISO 2631-1. Загальна вібрація і удар – нижче 0,5 м/с<sup>2</sup>;
- ISO 5349-1. Локальна вібрація – нижче 2,5 м/с<sup>2</sup>;
- ISO 10263-4. Обігрів та кондиціонування повітря. Додатковий обігрівач та кондиціонер надаються в якості опційного обладнання.

Для полегшення процесу керування установкою та реалізації надійної і безпечної роботи оператора в кабіні встановлений великий та зручний рідинно-кристалічний дисплей з високою якістю зображення і розміром екрану 7’’ (рис. 3.8). Дисплей створено на основі тонкоплівкової технології, що забезпечує підвищену роздільну здатність екрану. Перемикачі на панелі керування дисплею зручні у використанні і дозволяють оператору переключати потужність двигуна та збільшувати підйомне зусилля стріли під час роботи. Крім того, наявність функціональних клавіш дає йому можливість легко виконувати багатофункціональні робочі операції. Дисплей може бути налаштований на одну з дев’яти мов, якими він володіє.

### **3.1.8 Система контролю технічного стану машини KOMTRAX Plus**

Система контролю KOMTRAX Plus розроблена для гірничодобувного обладнання KOMATSU і забезпечує отримання і представлення інформації про робочий стан машини у режимі реального часу за допомогою кольорового дисплею. Цифровий пристрій пам’яті видає узагальнені дані про відмови вузлів та елементів установки, а також динамічні параметри, які можна завантажити у портативний комп’ютер. Можлива передача даних по безпроводній локальній мережі або через супутникову систему Orbcomm (якщо у конкретному регіоні є така технічна можливість).

## **3.2 Загальна оцінка технічного рівня установки**

Розглянута в роботі машина має численні позитивні характеристики, які забезпечують її надзвичайно високий технічний рівень. До них можна віднести





Рисунок 3.8 – Дисплей кабіни оператора:

індикатори на дисплеї: 1 – склоочисник (ON – безупинна робота; INT – переривчаста робота); 2 – гальмо поворотної платформи; 3 – підігрів двигуна; 4 – автоматичне змащення; 5 – попередження про зупинку двигуна; 6 – цифровий годинник (з переключенням у режим відображення лічильника мотогодин); 7 – автоматичне зниження частоти обертання двигуна; 8 – робочий режим; 9 – режим підйому важкого вантажу; 10, 11 – вказівники температури охолоджувальної рідини двигуна (з переключенням у режим відображення вказівника температури масла у механізмі відбору потужності); 12, 13 – вказівники температури робочої рідини гідросистеми (з переключенням у режим відображення вказівника температури масла у двигуні); 14, 15 – вказівники рівня палива у баку (з переключенням у режим відображення вказівника температури масла у двигуні); 16 – лічильник завантаження самоскидів; 17 – вказівник екологічного стану; 18 – меню переключення функцій; 19 – функціональні перемикачі дисплею; основні робочі перемикачі під дисплеєм: 1 – автоматичне зниження частоти обертання двигуна; 2 – вибір робочого режиму; 3 – вмикання режиму підйому важкого вантажу; 4 – вимикання зумеру; 5 – перемикач склоочисника; 6 – перемикач омивача лобового скла

наступні:

- потужне зусилля різання ґрунту;

- зручність процесу заповнення ковша;

- міцна і надійна конструкція навісного робочого обладнання. В якості прикладу можна привести застосування спеціальних зносостійких плаваючих пальців, які застосовуються у верхніх частинах стріли і рукоятки (рис. 3.9). Вони можуть вільно повертатися, завдяки чому піддаються меншому тертю, а, значить, мають високу надійність та довговічність;



Рисунок 3.9 – Установка плаваючого пальця

- забезпечення надійного захисту усіх гідравлічних циліндрів за допомогою установки їх під прикриттям навісного обладнання;

- наявність різних типів ковшів та змінних комплектів їх захисту у залежності від густини та інших властивостей гірничих порід (рис. 3.10).

Для цього компанією KOMATSU розроблені спеціальні зносостійкі матеріали, які мають твердість не менше 500 одиниць за Бринелем (клас 180 кг/мм<sup>2</sup>). Важливою їх особливістю є те, що вони не змінюють своїх властивостей під впливом тепла, що виділяється при розробці скельного ґрунту, і зберігають твердість протягом тривалого часу. З цих матеріалів виготовляють пластини, які закріплюють на днищі і стінках ковша.

Зуби ковшів мають унікальну форму, забезпечують високоефективний процес копання за рахунок полегшення впровадження у ґрунт, довго не туплять-

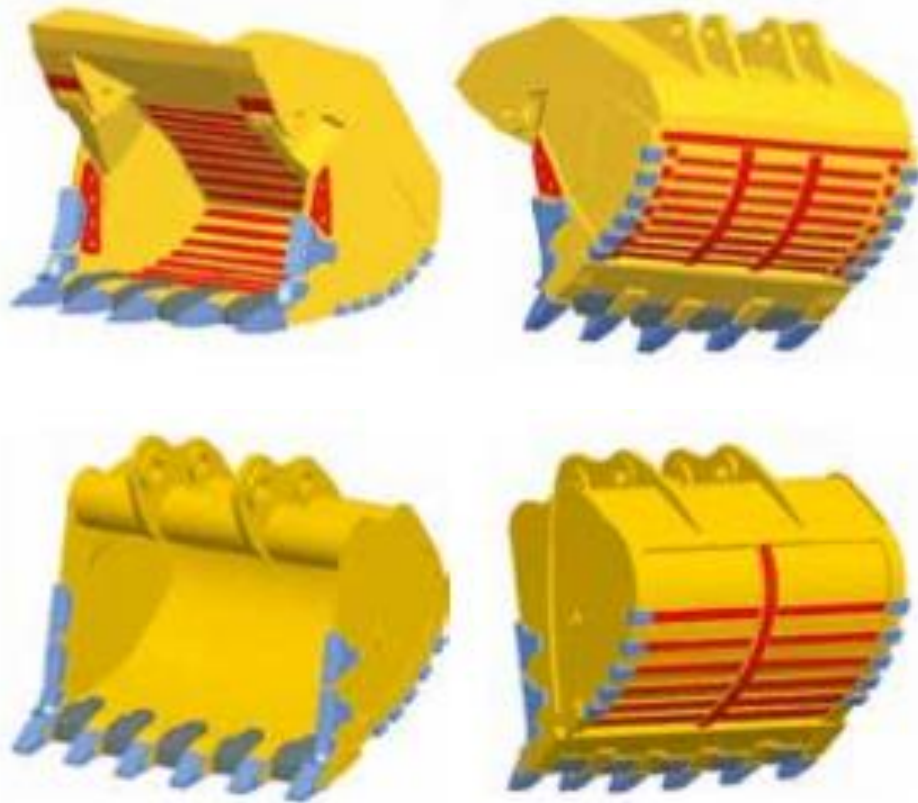


Рисунок 3.10 – Елементи захисту ковшів від абразивного зносу у залежності від густини та абразивних властивостей гірничих порід

ся при цьому і допускають швидку та безпечну заміну без використання молотка (час заміни зубів удвічі менший у порівнянні з іншими машинами).

Установка постачена потужним дизельним приводом з електронною системою керування та низькими показниками токсичності, що відповідають вимогам ЕРА. Двигун екскаватора може бути додатково постачений системою керування змащенням Sentinel, системою подачі масла Reserve та фільтрувальною системою Eliminator.

Удосконалена гідравлічна система машини забезпечує підвищену надійність та точне керування з комплексним контролем якості фільтрації масла.

Кабіна управління екскаватором представляє зручні та комфортні умови роботи оператора установки протягом усього дня з хорошим оглядом усіх робочих зон.

Якість виготовлення екскаватора відповідає вимогам системи менеджменту якості ISO 9001 та екологічного менеджменту ISO 14001 і забезпечується висо-

кими рівнями розвитку і підготовки персоналу, а також систем і процесів проектування та виробництва продукції.

Під час проектування обладнання закладаються такі технічні рішення, які забезпечують міцну конструкцію машини на основі тривалого практичного досвіду створення і використання кар'єрних гідравлічних екскаваторів та проведення аналізу конструкції методом кінцевих елементів. Усе це дає можливість отримати високу надійність і довговічність конструкції, а також знизити витрати під час її експлуатації.

### **3.3 Розрахунки експлуатаційних та конструктивних параметрів**

#### **3.3.1 Розрахунок продуктивності**

Продуктивність роботи екскаватора залежить від багатьох факторів, до головних з яких слід віднести властивості гірничого масиву, що розробляється (насамперед, опірність його ковшу), технічні дані самої машини, її стан та надійність, кваліфікація оператора установки, параметри забою та загальна організація виймально-навантажувальних робіт на підприємстві [4].

Як відомо, існує декілька видів продуктивності, а саме: теоретична, технічна та експлуатаційна.

Під теоретичною експлуатацією розуміють ту уявну кількість продукції, яку машина може видати (для екскаватора вона буде виражатися у тоннах або м<sup>3</sup> вийнятої та завантаженої у транспортні засоби гірничої маси) в одиницю часу за умови безперервної роботи. На практиці такого досягти неможливо, але теоретична продуктивність характеризує можливість того чи іншого механічного обладнання.

Технічна продуктивність враховує неминучі витрати часу на простой, пов'язані з відмовами техніки та необхідністю відновлення її працездатного стану, а також ті, що обумовлені схемою роботи машини (непродуктивні маневрові операції, заміна інструменту тощо). Таким чином, технічна продуктивність завжди менша за теоретичну.

Нарешті, експлуатаційна продуктивність ще менша, адже вона, на додаток до вищесказаного, враховує усі простої, що трапляються за організаційними причинами. Це та дійсна продуктивність, що ми отримуємо на практиці [3,4,15].

Теоретична (годинна) продуктивність екскаватора (м<sup>3</sup>/год) при роботі з насипним матеріалом становить:

$$Q_{теор} = 60En_z, \quad (3.1)$$

де  $E$  – місткість ковша, м<sup>3</sup>;  $n_z$  – число ковшів, що розвантажуються протягом хвилини, хв.<sup>-1</sup>.

Для одноковшових екскаваторів типу РС 4000 маємо:

$$n_z = \frac{60}{t_u},$$

де  $t_u$  – тривалість робочого циклу, с. Її, зазвичай, вказують для кута повороту екскаватора на розвантаження 90°. Для інших значень кута повороту потрібно користуватися відповідними коректувальними коефіцієнтами.

Технічна продуктивність (м<sup>3</sup>/год):

$$Q_{техн} = \frac{Q_{теор}K_3t_p}{(t_p+t_n)K_p} = \frac{60En_zt_pK_{екс}}{t_p+t_n}, \quad (3.2)$$

де  $K_3 = 0,8-1,1$  і  $K_p = 1,1-1,5$  – довідкові коефіцієнти відповідно заповнення ковша та розпушення породи;  $t_p$  – тривалість безперервної роботи одноковшового екскаватора з одного місця установки;  $t_n$  – тривалість одного переміщення;  $K_{екс} = \frac{K_3}{K_p}$  – коефіцієнт ексакації.

Експлуатаційна продуктивність (м<sup>3</sup>/зміну):

$$Q_{екс} = Q_{техн}T_{зм}K_в = \frac{60t_pK_{екс}K_вT_{зм}En_z}{t_p+t_n}, \quad (3.3)$$

де  $T_{зм}$  – тривалість робочої зміни, год;  $K_в$  – коефіцієнт використання екскаватора у часі (при завантаженні залізничних вагонів  $K_в$  приймається рівним 0,55-0,8, а конвеєрів та автосамоскидів – 0,8-0,9).

Для визначення річної продуктивності величину експлуатаційної за формулою (3.3) потрібно помножити на число робочих змін у році.

### 3.3.2 Розрахунок зусиль, що діють на робоче обладнання

Приведена методика розрахунку зусиль, що діють на робоче обладнання прямої і зворотної гідравлічних лопат у процесі копання, розроблена на основі німецького промислового стандарту DIN 24086 SAE, прийнятого для проектування гідравлічних екскаваторів на фірмі KOMATSU MINING GERMANY GMBH (Німеччина) [4].

#### 3.3.2.1 Пряма лопата

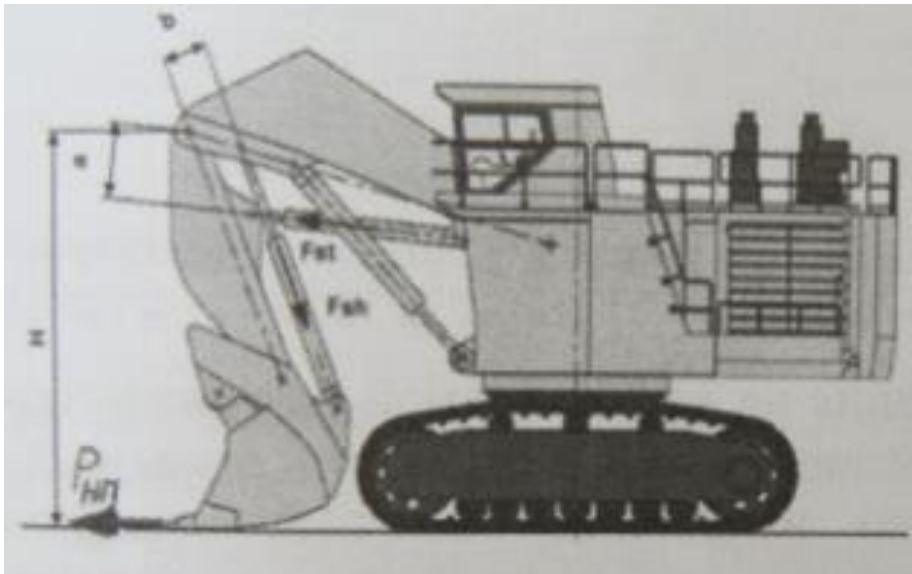
На рис. 3.11 приведені кінематичні схеми для визначення зусиль на зубах ковша прямої лопати при напорі (впровадженні)  $P_{\text{нп}}$  (а) та вириванні перешкоди  $P_{\text{впр}}$  (б). Вони будуть залежати від взаємного розташування ковша і рукоятки і визначатися за допомогою наступних формул:

$$P_{\text{нп}} = \frac{F_{\text{st}}a + F_{\text{sh}}b}{H}, \quad (3.4)$$

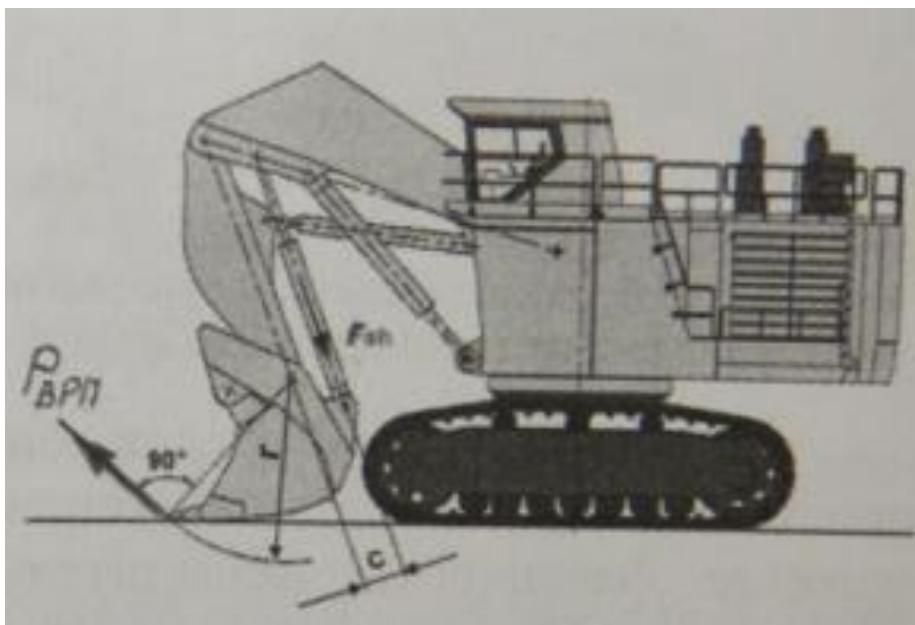
$$P_{\text{впр}} = \frac{F_{\text{sh}}c}{r}, \quad (3.5)$$

де  $F_{\text{st}}$  і  $F_{\text{sh}}$  – зусилля у гідроциліндрах повороту рукоятки і ковша;  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $r$  і  $H$  – плечі дії сил за схемами на рис. 3.11.

Для прямої гідравлічної лопати максимальні зусилля напорі  $P_{\text{нп}}$  розвиваються на рівні стояння екскаватора при повному вильоті ковша (рис. 3.12). Це забезпечується за рахунок дії зусиль гідроциліндрів повороту рукоятки та ковша ( $F_{\text{st}}$  і  $F_{\text{sh}}$ ) та зниження тиску у циліндрах підйому стріли. Із зростанням висоти копання ці зусилля зменшуються досить швидко (приблизно на 25% на висоті копання 2 м) і дещо стабілізуються на рівні 50-75% від максимальних. Висота копання на рівні 50% від максимальної з точки зору забезпечення потрібного ра-



а



б

Рисунок 3.11 – Кінематичні схеми для визначення зусиль на зубах ковша прямої лопати при напорі (впровадженні)  $P_{нп}$  (а) та вириванні перешкоди  $P_{врп}$  (б)

діусу копання є найбільш ефективною для реалізації максимальних силових можливостей гідроекскаватора.

Результуючі зусилля копання на ковші прямої гідравлічної лопати залежать також від зусиль виривання  $P_{врп}$ , які змінюються незначно практично в усьому діапазоні змінення радіусу копання і стають максимальними під час впровадження ковша у забій на рівні стояння экскаватора (рис. 3.12).



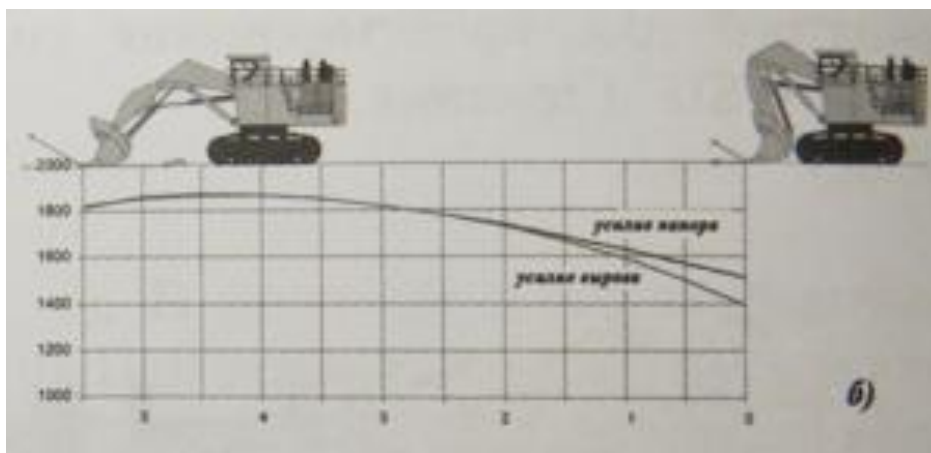
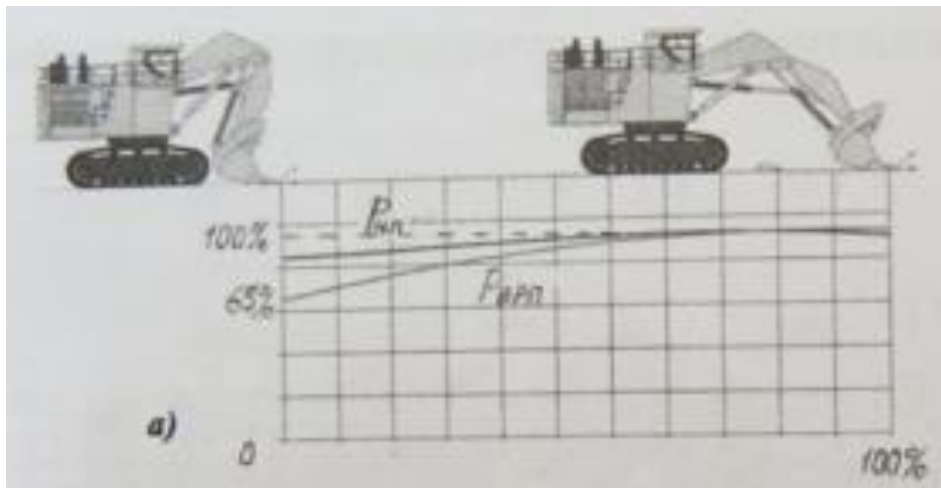


Рисунок 3.12 – Графік розподілень зусиль напору і виривання прямої гідравлічної лопати на рівні стояння:  
а – для екскаватора PC 8000; б – для екскаватора PC 5500

Під час експлуатації прямої гідравлічної лопати доцільно починати роботу з верхньої частини забою, попередньо зачистивши його підоснову. Ківш потрібно занурювати у забій за рахунок напірного зусилля. У зимовий період в умовах змерзлого ґрунту краще починати розробку з максимально можливої висоти впровадження і занурювати ківш у масив за рахунок зусилля відривання.

Умови найбільш ефективної реалізації максимальних значень зусиль копання та виривання для прямих лопат наступні:

$$H_k = 28,5 - R_k = 6 \div 12 \text{ м.} \quad (3.6)$$

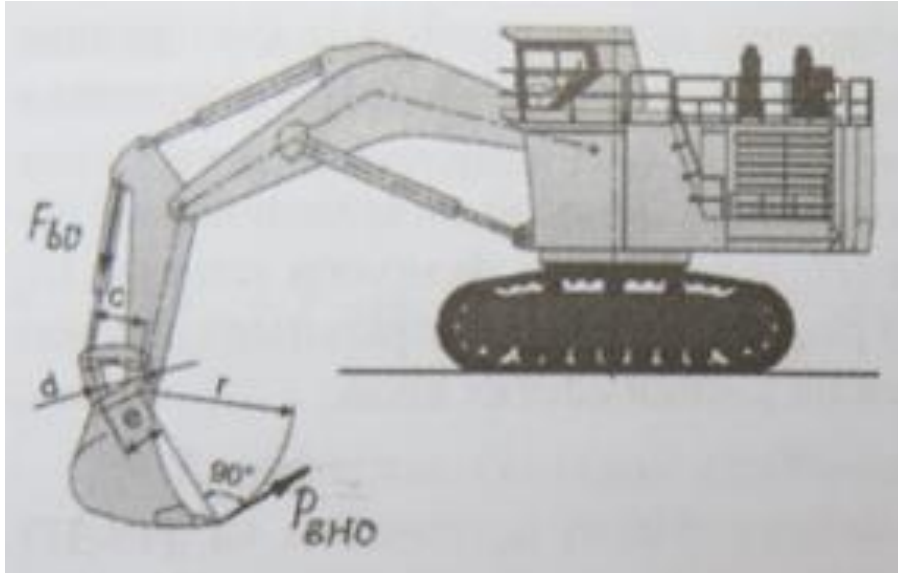
$$R_k = 0,47 + H_k = 10 \div 15 \text{ м.} \quad (3.7)$$

де  $H_k$  і  $R_k$  – відповідно висота і радіус копання.

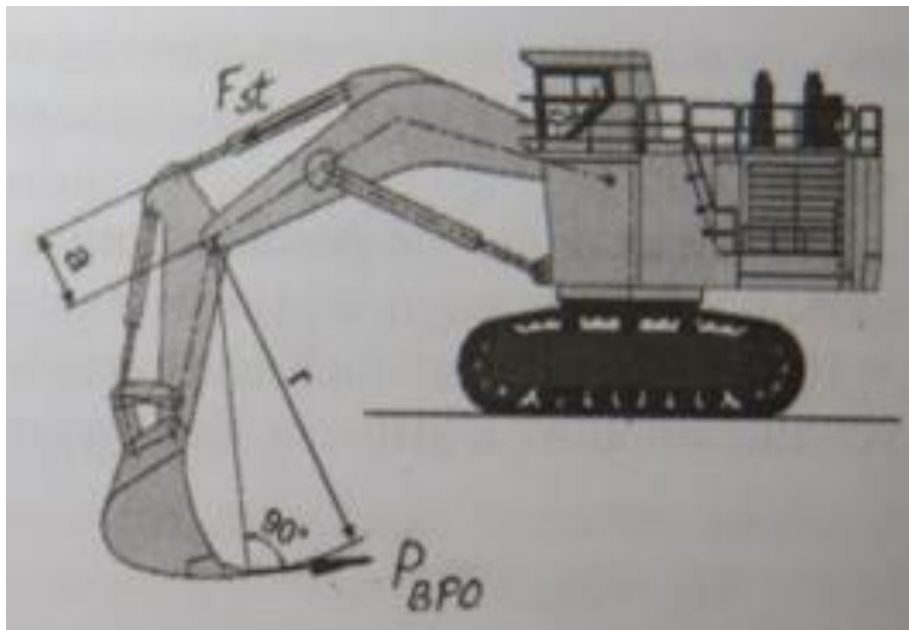


### 3.3.2.2 Зворотна лопата

Для зворотної гідравлічної лопати зусилля впровадження ковша у масив  $P_{внo}$  та виривання його з нього  $P_{врo}$  можна визначити за допомогою кінематичних схем, представлених на рис. 3.13:



а



б

Рисунок 3.13 – Кінематичні схеми для визначення зусиль на зубах ковша зворотної лопати при впровадженні (виламуванні)  $P_{внo}$  (а) та вириванні (відриванні)  $P_{врo}$  (б)

$$P_{внo} = \frac{F_{буce}}{dr}, \quad (3.8)$$

$$P_{\text{вро}} = \frac{F_{\text{sh}} a}{r}, \quad (3.9)$$

де  $F_{\text{bu}}$  і  $F_{\text{sh}}$  – відповідно зусилля у гідроциліндрах повороту ковша і рукоятки;  $a$ ,  $e$ ,  $c$ ,  $d$  і  $r$  – плечі дії сил на схемах рис. 3.13.

Особливістю конструкції зворотної гідравлічної лопати є суттєва залежність процесу реалізації максимальних зусиль впровадження та виривання ковша від кутів повороту рукоятки відносно шарніру її кріплення до стріли та повороту ковша відносно шарніру кріплення його до рукоятки (рис. 3.14).

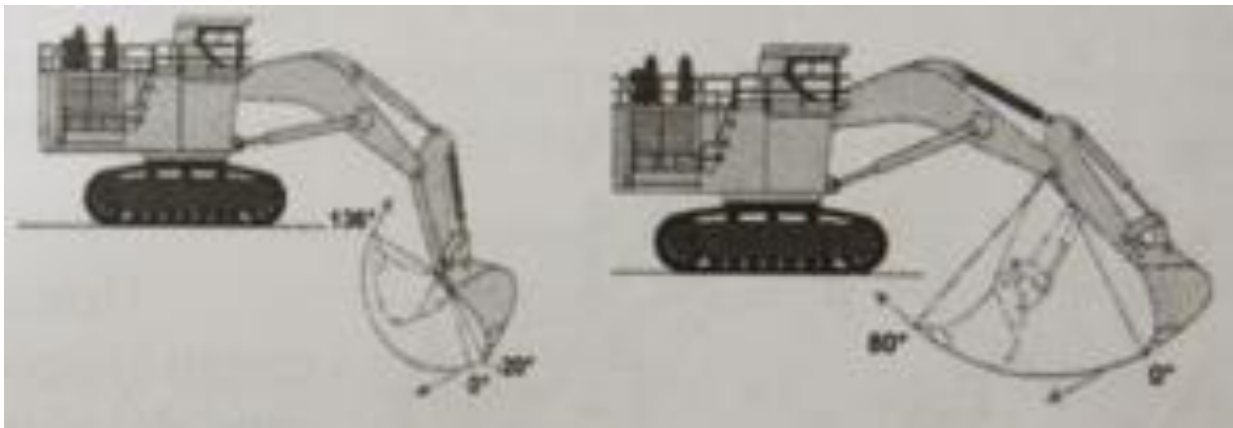
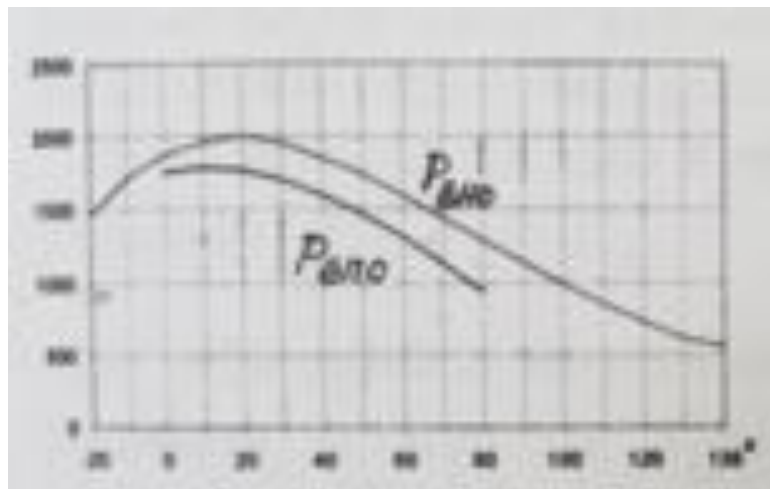


Рисунок 3.14 – Залежності максимальних зусиль впровадження  $P_{\text{вно}}$  і виривання  $P_{\text{вро}}$  від кутів повороту рукоятки та ковша зворотної лопати РС 8000

У цілому слід зазначити, що при виборі та обґрунтуванні величин зусиль робочого обладнання гідравлічних лопат суттєве значення будуть мати взаємні

розташування силових циліндрів повороту ковша, рукоятки та особливо стріли, які можуть бути різними у конструкціях різних фірм-розробників такого обладнання.

## 4 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАШИНИ

### 4.1 Транспортування установки

З огляду на значні величини маси і габаритів екскаватора транспортування установки від заводу-виготовлювача до підприємства, де планується її експлуатація, здійснюється з попереднім демонтажем машини на окремі транспортабельні вузли, які можна розмістити та закріпити належним чином на залізничній платформі або у кузові автомобіля (див. табл. 2.2).

Усі заходи, пов'язані з перевезенням екскаватора та підйомно-транспортними операціями з ним, повинні виконуватися в умовах суворого дотримання спеціальних вимог, що діють на тому чи іншому виді транспорту, а також обов'язкових вимог техніки безпеки.

На рис. 4.1 та у табл. 4.1 показані основні габаритні розміри екскаватора РС 4000 без його робочого обладнання.

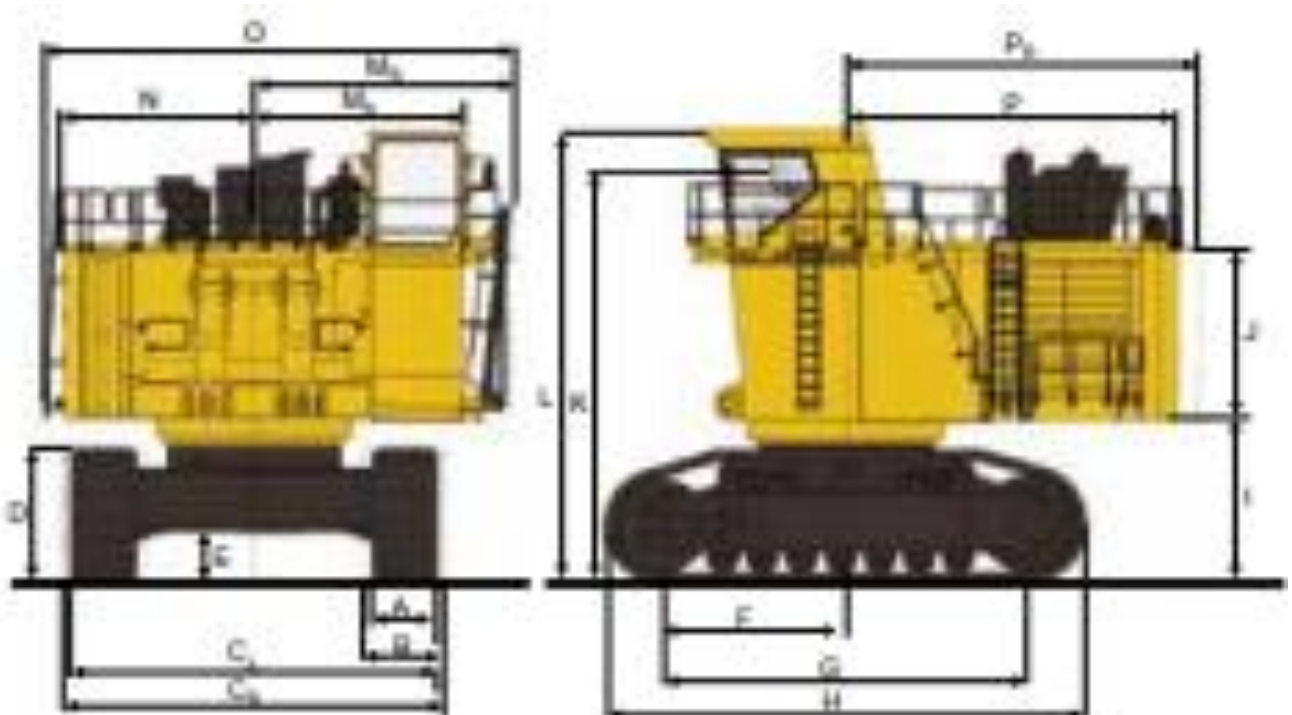


Рисунок 4.1 – Габаритні розміри екскаватора РС 4000 без робочого обладнання

Таблиця 4.1 – Габаритні розміри екскаватора PC 4000 без робочого обладнання (див. рис. 4.1), мм

A	1200	E	930	J	3085	N	3503
B	1500	F	3380	K	7600	O	8700
C <sub>A</sub>	6750	G	6700	L	8300	P	6095
C <sub>B</sub>	7050	H	8842	M <sub>A</sub>	3896	P <sub>R</sub>	6500
D	2480	I	3017	M <sub>B</sub>	4840		

Переміщення екскаватора на невеликі відстані під час його роботи (наприклад, від одного забою до іншого) відбувається власних ходом.

## 4.2 Використання машини за призначенням

### 4.2.1 Екскаватор з прямою лопатою

На схемі рис. 4.2 та у табл. 4.2 показані технологічні можливості екскаватора PC 4000 з навісним робочим обладнанням типу пряма лопата, а у табл. 4.3 приведені характеристики його основного та змінних ковшів.

Таблиця 4.2 – Технологічні можливості екскаватора PC 4000 з навісним робочим обладнанням типу пряма лопата

Показник	Значення
Довжина стріли, мм	7150
Довжина рукоятки, мм	4900
Виривне зусилля за ISO, кН	1349
Напірне зусилля за ISO, кН	1330
Максимальна висота різання ґрунту, мм	17400
Максимальна висота розвантаження, мм	12000
Максимальна глибина різання ґрунту, мм	2900
Максимальний радіус різання ґрунту, мм	15100
Напірне зусилля на рівні ґрунту, кН	5700
Ширина розкриття ковша, мм	2650

### 4.2.2 Екскаватор зі зворотною лопатою

На схемі рис. 4.3 та у табл. 4.4 показані технологічні можливості екскаватора PC 4000 з навісним робочим обладнанням типу зворотна лопата, а у табл. 4.5 приведені характеристики його основного та змінних ковшів.

Таблиця 4.4 – Технологічні можливості екскаватора PC 4000 з навісним робочим обладнанням типу зворотна лопата

Показник	Значення
Довжина стріли, мм	9750
Довжина рукоятки, мм	4500
Виривне зусилля за ISO, кН	1239
Напірне зусилля за ISO, кН	1058
Максимальна висота різання ґрунту, мм	15000
Максимальна висота розвантаження, мм	9700
Максимальна глибина різання ґрунту, мм	8000
Максимальний радіус різання ґрунту, мм	17500
Максимальний радіус різання ґрунту на рівні опори, мм	16650

На рис. 4.4 показаний робочий момент навантаження екскаватором PC 4000 гірничої маси у кузов автосамоскиду.

### 4.2.3 Технологія віддаленого моніторингу та керування процесом експлуатації

Технологія KOMTRAX від KOMATSU призначена для отримання достовірних даних про технічний стан механічного обладнання під час його експлуатації у зручному форматі у режимі реального часу.

KOMTRAX дає можливість створення звіту про роботу в енергозаощадливому режимі з моніторингом даних щодо споживання пального, підсумкового навантаження машини та часу її простоїв. Усе це допомагає найефективніше організувати роботу техніки.

Інформація від KOMTRAX поступає через мережу Інтернет у будь-який



Рисунок 4.4 – Робочий момент експлуатації екскаватора PC 4000

час і в будь-якому місці. Завдяки цьому оператор отримує можливість приймати оптимальні рішення як поточного, так і довгострокового характеру.

У вебдодатку системи передбачені різноманітні параметри пошуку, які дають змогу знайти інформацію про конкретні машини, а також дозволяють знаходити проблемні установки для найшвидшого усунення проблем, що виникли (рис. 4.5).

### **4.3 Технічне обслуговування установки**

Спрощена та зручна конструкція екскаватора PC 4000 гарантує можливість простого, швидкого та безпечного обслуговування його основних вузлів.





Рисунок 4.5 – Керування технікою KOMATSU у вебдодатку KOMTRAX

Процес технічного обслуговування техніки KOMATSU полегшується доступністю сучасних технологій підтримки її працездатності.

Дистриб'ютор фірми надає необхідні рекомендації своїм клієнтам щодо раціонального використання парку обладнання, забезпечує підтримку та гарантує якісну роботу поставленої техніки.

Сервісна служба KOMATSU пропонує, зокрема:

- службу профілактичного обслуговування (ПО);
- програму аналізу стану масла та ступеня зносу компонентів;
- послугу з перевірки ходової;
- послуги з технічного обслуговування і ремонту на базі відповідних розроблених програм.



Фірма готова у найкоротші терміни поставляти оригінальні високоякісні запасні частини та мастильні матеріали безпосередньо на робочі майданчики замовників. Для машин високої потужності на фірмі створені спеціальні робочі рідини з підвищеними робочими характеристиками. У своєму складі вони мають пакет присадок, що сприяє надійному захисту техніки від негативних впливів робочого та навколишнього середовища, збільшує продуктивність двигунів і гідравлічних компонентів машин, а також їх ресурс.

Окрім цього представники KOMATSU можуть організувати процес навчання операторів для забезпечення найвищої ефективності експлуатації техніки та постійної підтримки її працездатного стану.

## ВИСНОВКИ

В роботі проаналізовано конструктивні особливості кар'єрного гідравлічного екскаватора PC 4000 розробки та виготовлення фірми KOMATSU MINING GERMANY GMBH. Це надзвичайно потужна, мобільна та надійна установка, розрахована на високоефективну спільну роботу з автосамоскидами вантажопідйомністю від 140 до 220 т.

Результатом аналізу став висновок про високий технічний рівень машини, яка відрізняється легкістю та зручністю керування, підвищеним комфортом обслуговуючого персоналу, прекрасними техніко-економічними показниками, низьким впливом на навколишнє середовище.

Значна частина роботи присвячена розробці заходів експлуатації екскаватора, зокрема, транспортуванню установки до робочого місця, використання за призначенням, технічного обслуговування та ремонту.

У цілому слід зазначити, що розглянута машина повністю відповідає сучасним вимогам до високоефективного виймально-навантажувального обладнання для відкритої розробки міцних руд, гірничо-хімічної сировини та нерудних родовищ будівельних матеріалів.

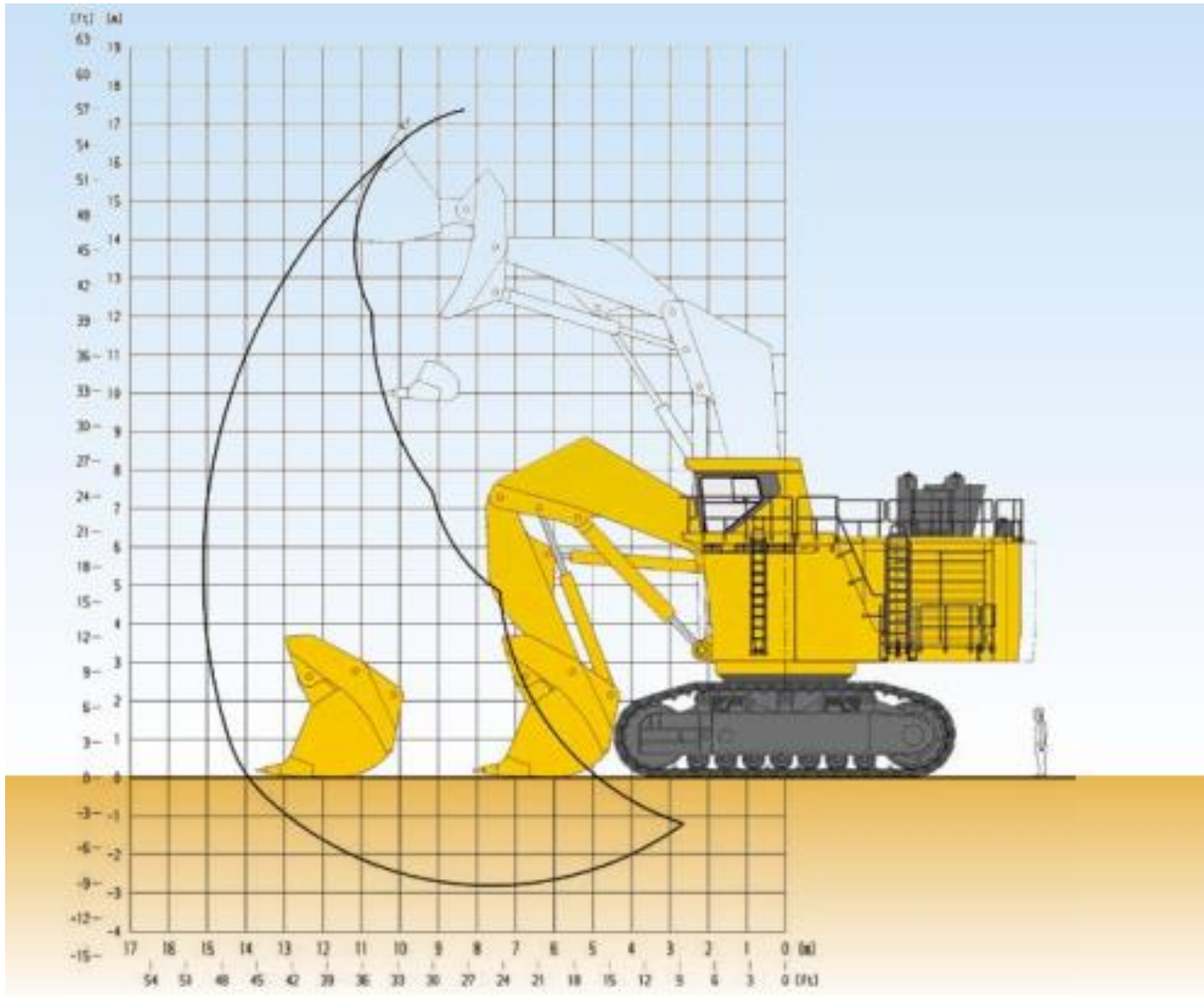


Рисунок 4.2 – Технологічні можливості екскаватора РС 4000 з навісним робочим обладнанням типу пряма лопата

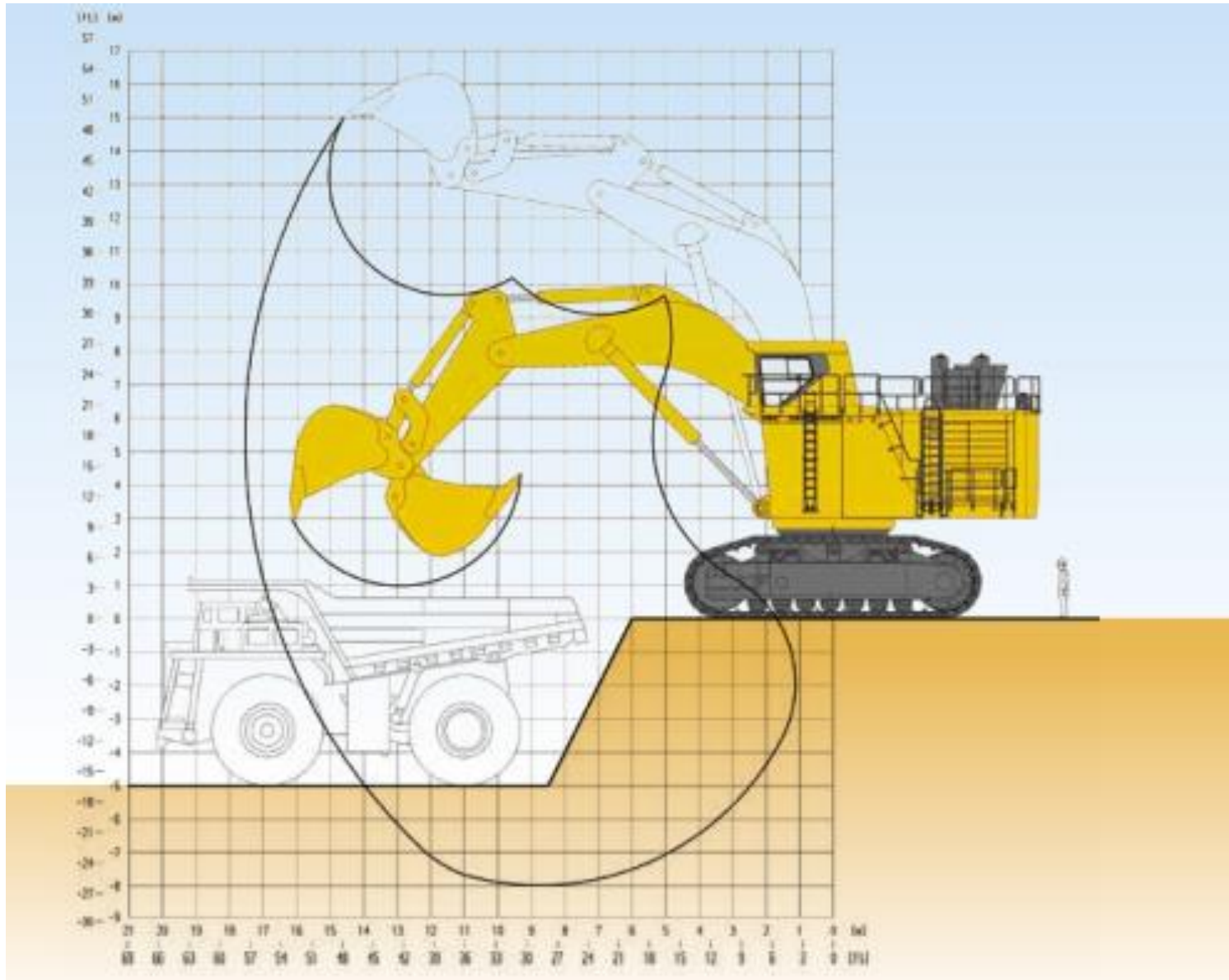


Рисунок 4.3 – Технологічні можливості екскаватора PC 4000 з навісним робочим обладнанням типу зворотна лопата

Таблиця 4.3 – Характеристики основного та змінних ковшів екскаватора PC 4000 з навісним робочим обладнанням типу пряма лопата

Місткість ковша (з шапкою 1:1) за SAE, м <sup>3</sup>	Ширина, мм	Кількість зубів	Комплект футерівки з урахуванням абразивності	Система GET	Максимальна насіпна густина матеріалу, т/м <sup>3</sup>
19,0*	4020	5	посилений	Hensley XS 390**	2,1
22,0			стандартний		1,8
23,0*			полегшений		1,7
24,0*					1,6

Примітки:

\*Поставляються за замовленням

\*\*Інші системи поставляються за замовленням

Таблиця 4.5 – Характеристики основного та змінних ковшів екскаватора PC 4000 з навісним робочим обладнанням типу зворотна лопата

Місткість ковша (з шапкою 1:1) за SAE, м <sup>3</sup>	Ширина, мм	Кількість зубів	Комплект футерівки з урахуванням абразивності	Система GET	Максимальна насіпна густина матеріалу, т/м <sup>3</sup>
19,0*	3050	5	посилений	Hensley XS 342**	2,1
22,0	3790	6	стандартний		1,8
23,5*					1,7

Примітки:

\*Поставляються за замовленням

\*\*Інші системи поставляються за замовленням