Захарченко Дмитро Сергійович

Бакалаврська робота

Аналіз конструкції важкого кар’єрного гідравлічного екскаватора HITACHI EX 8000-6

Керівник **доц., к.т.н. Громадський В.А.**

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

ВСТУП

Сучасна світова гірничодобувна промисловість характеризується подальшим розвитком відкритого способу розробки корисних копалин, який має переважне значення під час видобутку вугілля, руд чорних і кольорових металів, гірничо-хімічної сировини та будівельних матеріалів [1-3].

Така ситуація пояснюється більш простим та дешевим способом розкриття родовища корисної копалини, яке знаходиться близько до земної поверхні. Тому гірничі роботи ведуться в цьому випадку на цій поверхні. Основною промисловою одиницею гірничого підприємства, яке призначено для видобутку корисних копалин відкритим способом, служить кар'єр.

В залежності від умов залягання родовищ та їхнього фізичного стану розрізняють розробку м'яких гірських порід, які не потребують або потребують лише часткового попереднього розпушення шляхом проведення буропідривних робіт, та розробку скельної гірничої маси, де такі дії обов'язкові. Другий варіант має найбільше розповсюдження в практиці світового гірництва [4,5].

Гірничі роботи при цьому зводяться до виймання подрібненої вибухом породи за допомогою екскаваторів, навантаження ними транспортних засобів (залізничних вагонів, автосамоскидів, конвеєрів) та вивезення за межі кар'єру (у відвали, якщо мова йде про порожні породи, які вкривають корисну копалину, або споживачам чи на переробні підприємства в разі транспортування останньої). Крім цього основного обладнання (виймально-навантажувального і транспортного) в кар'єрах широко використовується й допоміжне, наприклад виймально-транспортне, до якого відносяться численні типи машин, зайняті плануванням робочих майданчиків, відвалоутворенням, будівництвом доріг для автотранспорту, розробкою малопотужних горизонтальних пластів родовища тощо. Це бульдозери, скрепери, вантажники різних типів, трактори-тягачі та інші. Слід також згадати обладнання попередніх сортувально-збагачувальних робіт, які можуть здійснюватися безпосередньо в кар'єрі [6-9].

Усі ці установки можна додатково розділити на групи, які будуть відрізня-

тися конструктивними відмінностями, а кожний тип машини – на типорозміри (моделі), різні за продуктивністю, видом використовуваної енергії, ходовою частини, параметрами робочих органів, масою та ін.

Головною машиною в технологічному ланцюзі відкритих гірничих робіт є, безумовно, екскаватор. Він задає рівень продуктивності усієї своєї робочої дільниці. Від досконалості його конструкції та організації процесу роботи багато в чому залежить ритмічність та підсумкові техніко-економічні показники виробничої діяльності гірничого підприємства [10-13].

Багато провідних світових фірм, що спеціалізуються на розробці та виготовлені гірничої техніки, значну увагу приділяють створенню сучасного високоефективного обладнання для екскавації гірничих порід [14]. Серед них, безумовно, японська фірма HITACHI. Зусиллями цих компаній на ринку присутні унікальні конструкції екскаваторів для роботи в будь-яких гірничо-геологічних та кліматичних умовах. Але технічний прогрес не стоїть на місці і важливість досліджень та новітніх проектних розробок в цій галузі лише підвищується.

З огляду на вищесказане, актуальність теми представленої бакалаврської роботи, присвяченої аналізу конструкції важкого кар'єрного екскаватора HITACHI EX 8000-6, не викликає жодних сумніві.

Об'єкт роботи – технологічний процес екскаваторного виймання та навантаження гірничої маси в кар'єрах.

Предмет роботи – важкий кар'єрний екскаватор HITACHI EX 8000-6.

1 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОБЛАДНАННЯ

1.1 Загальні відомості та класифікація екскаваторів

Екскаватори – це самохідні гірничі машини, обладнані в якості робочого органу ковшем (ковшами) і призначені для виймання (екскавації) гірничої маси шляхом її черпання, переміщення на відносно невелику відстань та розвантаження в транспортні засоби, штабелі чи відвали.

Гірничий екскаватор є одним з основних засобів механізації видобутку корисних копалин відкритим способом. Крім гірничої промисловості, екскаватори надзвичайно широко використовуються під час будівництва різноманітних споруд для викопування котлованів і траншей [6-8].

На рис. 1.1 показані основні конструктивні типи екскаваторів. Головними вузлами екскаватора вважаються рама (поворотна платформа) 1 (рис. 1.1*а*) із силовим обладнанням і кузовом, робоче устаткування зі стрілою 2 і ковшем (ковшами) 3, ходове обладнання 4 та механізми керування.

Існуючі конструкції екскаваторів (рис. 1.1) можуть відрізнятися:

- кількістю ковшів: одноковшеві (рис. 1.1*а-е*); багатоковшеві або багаточерпакові (рис. 1.1*ж,з*). Перші мають циклічний режим роботи; цикл складається з чотирьох послідовно виконуваних операцій: наповнення ковшу шляхом черпання гірничої маси, переміщення його до місця розвантаження, спорожнення, повертання порожнього ковшу у початкове положення – до місця завантаження. Далі цикл повторюється. Другі відрізняються безперервним режимом роботи, в кожний момент якого відбуваються усі перераховані вище операції;

- типом робочого обладнання: пряма механічна лопата (рис. 1.1*а*); зворотна механічна лопата (рис. 1.1*б*); струг (рис. 1.1*в*); відкосоутворювач (рис. 1.1*г*); драглайн (рис. 1.1*д*); грейфер (рис. 1.1*е*);

- типом зв’язку ковшу зі стрілою: з жорстким зв’язком (рис. 1.1*а-г*); з гнучким зв’язком (рис. 1.1*д,е*);

- конструкцією ходової частини: пневмоколісні; колісні для рейкової колії;

гусеничні; плавучі; крокуючі;

- типом силового обладнання: дизельні; електричні; дизель-електричні; дизель-гідравлічні; електрогідравлічні.

- місткістю ковшу: малої потужності (0,15-2 м^3); середньої потужності (2-6 м^3); великої потужності (більше 6 м^3).

З огляду на те, що темою роботи є аналіз конструкції екскаватора гідравлічного типу, розглянемо докладніше конструктивні особливості робочого обладнання таких конструкцій.

На рис. 1.2*а* показана схема прямої гідравлічної лопати з поворотним ковшем щелепного типу [13]. Установка обладнана наступними елементами робочого устаткування: стрілою 1 рукояткою 2 та ковшем 3, що можуть повертатися навколо шарнірів O_1, O_2 і O_3 за допомогою гідравлічних циліндрів, відповідальних за підйом-опускання стріли (4), напір рукоятки (5) та поворот ковшу (6). Останній гідроциліндр кріпиться або до рукоятки, або до стріли, а також до кутової тяги 7, яка поєднується через шарнір з тягою 8 ковшу. Переміщення цих елементів робочого обладнання забезпечують певну траєкторію копання ковшу.

Розвантаження ковшу здійснюється шляхом відкриття щелепного створу шляхом повороту передньої частини ковшу навколо шарніру O_3 двома гідроциліндрами, встановленими в його задній стінці 9.

Зворотна гідравлічна лопата (рис. 1.2*б*) має аналогічні конструктивні елементи (стрілу, рукоятку і ківш), які повертаються навколо осей O_1, O_2 і O_3 гідроциліндрами 4, 5 і 6. Ківш кріпиться до рукоятки і гідроциліндра 6 двома тягами 7 і 8.

Розвантаження ковшу відбувається за рахунок його повороту (перекидання) відносно осі O_3, а також втягування штока гідроциліндра 6.

На рис. 1.3 показані схеми ковшу прямої лопати щелепного типу (*а*) та перекидного ковшу зворотної лопати (*б*) [13]. Перший з них має задню стінку 1, що з'єднується за рукояткою стріли за допомогою шарнірів 2. Важелі 4 повертають щелепу 3 відносно шарніру 5 зусиллями двох гідроциліндрів 6, розташованих у відсіках задньої стінки, яка в даному випадку відіграє роль нерухомої ланки.

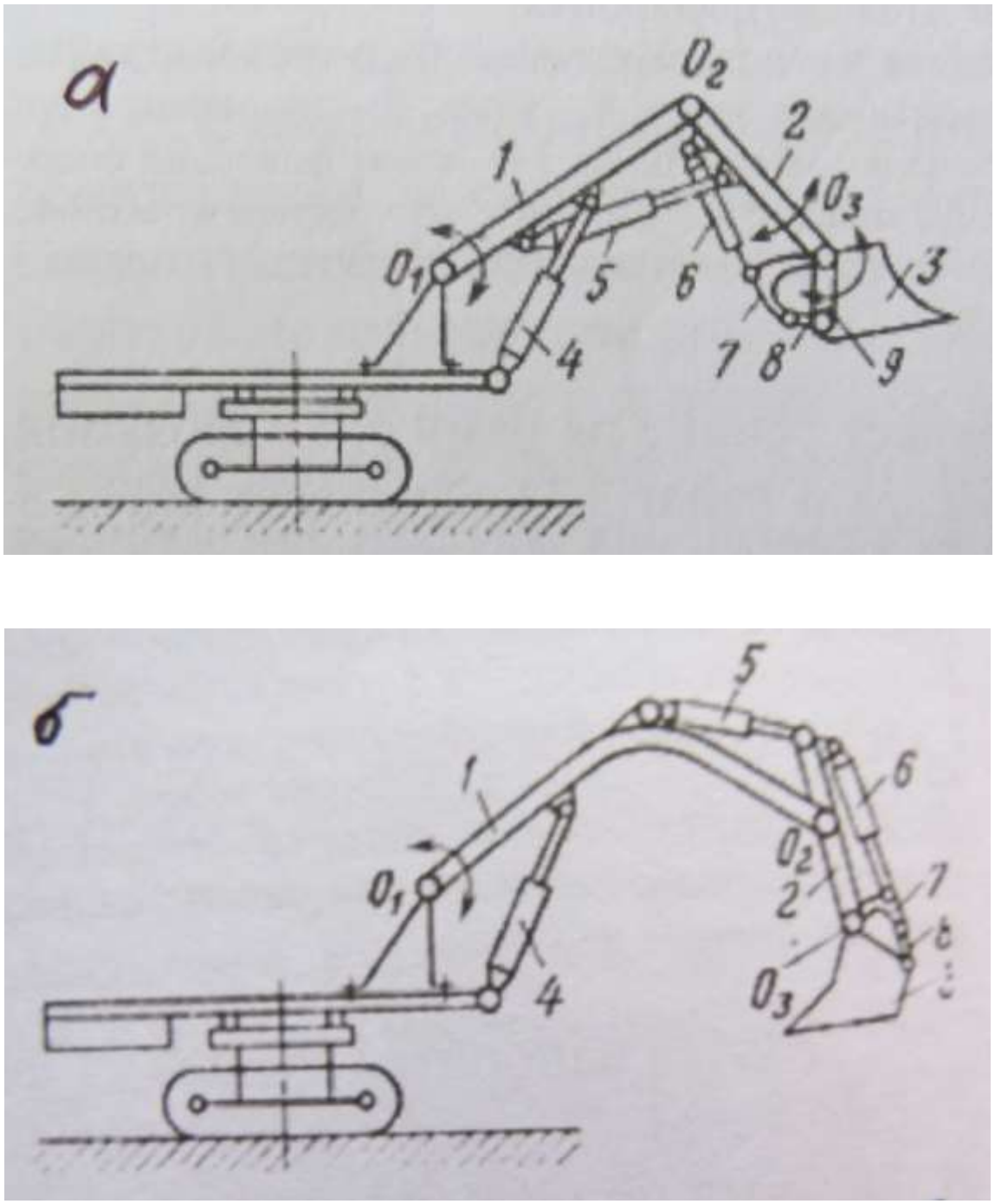


Рисунок 1.2 – Конструктивні схеми гідравлічних екскаваторів
зі змінним робочим обладнанням:
а – пряма напірна лопата з поворотним ковшем щелепного типу;
б – зворотна лопата з поворотним ковшем; 1 – стріла, 2 – рукоятка;
3 – ківш; 4, 5, 6 – гідравлічні циліндри; 7, 8 – тяги; 9 – задня стінка ковшу

1.2 Гірничі та будівельні екскаватори виробництва HITACHI

Компанія HITACHI Construction Machinery з Японії має більше ніж 100-річний досвід розробки та виготовлення різноманітної техніки найвищої якості.

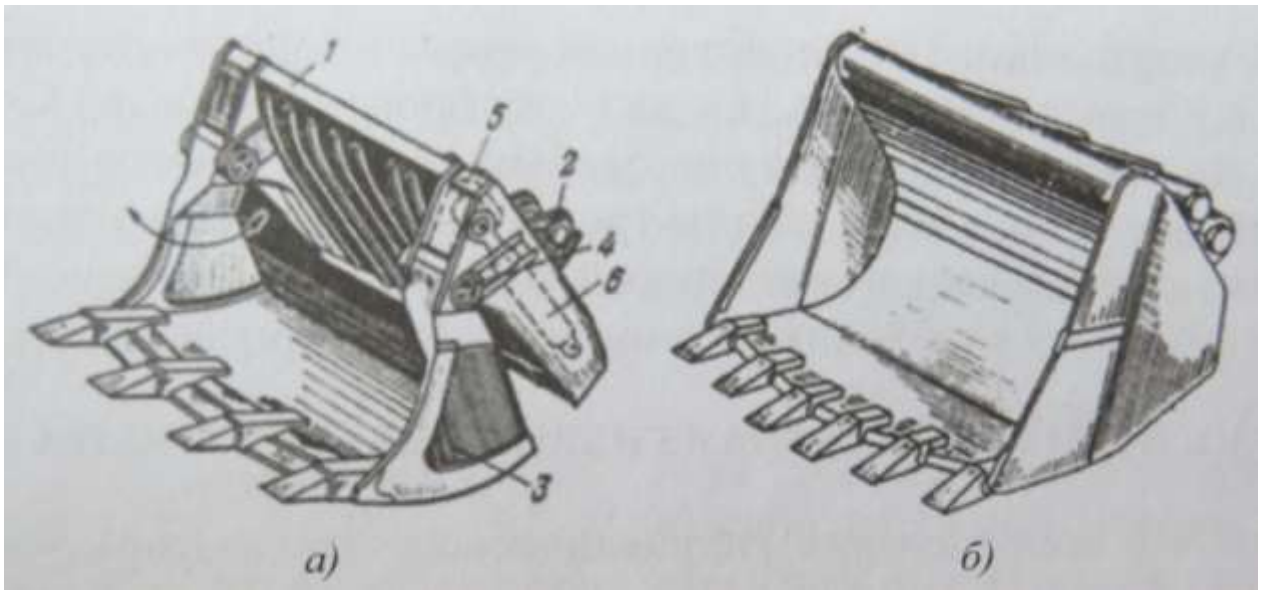


Рисунок 1.3 – Ковші гідравлічних екскаваторів:
а – ківш прямої лопати щелепного типу; *б* – перекидний ківш зворотної лопати;
1 – задня стінка; 2, 5 – шарніри; 3 – щелепа; 4 – важіль; 6 – гідроциліндр

Одним з головних напрямків її діяльності є створення потужного і високопродуктивного екскаваторного обладнання для будівельної та гірничодобувної галузей промисловості. Екскаватори HITACHI відрізняються досконалими інноваційними конструкціями, здатними виконувати найскладніші виробничі завдання у найважчих умовах відкритої розробки корисних копалин. Розроблені з використанням передових технологій та з дизайном, розрахованим на забезпечення максимального комфорту обслуговуючого персоналу, вони мають наступні переваги у порівнянні зі своїми конкурентами [14]:

- потужні гідравлічні системи, які дозволяють працювати з винятковою плавністю і точністю;

- низькі експлуатаційні витрати завдяки оптимізації споживання палива при збереженні високої продуктивності;

- міцні конструктивні матеріали, що забезпечують безпрецедентну стійкість та надійність обладнання у важких умовах експлуатації;

- широкий модельний ряд, що спрощує вибір конструкції для виконання будь-яких виробничих задач серед низки установок різних розмірів, конфігурацій та технологічних можливостей;

- високий рівень екологічності за рахунок використання технологій з низькими шкідливими викидами в атмосферу;

- високу якість і надійність, що забезпечують ефективне та результативне виконання робочих функцій машин.

В табл. 1.1 приведені основні характеристики кар'єрних екскаваторів HITACHI важкої серії EX-6. Жирним шрифтом виділені параметри одного з найкрупніших у світі гірничих екскаваторів моделі EX 8000-6, конструкція якої буде докладно розглянута в наступних розділах роботи.

2 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КОНСТРУКЦІЇ ЕКСКАВАТОРА

2.1 Призначення та головні характеристики виробу

Важкий кар'єрний гідравлічний екскаватор розробки японської фірми HI-TACHI моделі EX 8000-6 призначений для виймально-навантажувальних робіт в умовах кар'єрів під час відкритої твердих корисних копалин [15].

Фірмою випускаються наступні дві модифікації цієї моделі:

- власне EX 8000-6 з дизельним приводом від двох двигунів потужністю 1450 кВт (1940 к.с.) кожний та експлуатаційної масою 825000 кг при оснащенні робочим обладнанням пряма лопата і 837000 кг з ковшем зворотна лопата. На рис. 2.1 приведений загальний вигляд екскаватора EX 8000-6 з ковшем зворотна лопата;



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд екскаватора EX 8000-6
з ковшем пряма лопата

- EX 8000E-6 з електричним приводом від двох двигунів потужністю 1200 кВт кожний та експлуатаційної масою 808000 кг при оснащенні робочим обладнанням пряма лопата і 825000 кг з ковшем зворотна лопата.

Обидві модифікації мають наступні місткості ковшів:

- прямої лопати: з «шапкою» – 40 $м^3$;

- зворотної лопати: SAE, PCSA з «шапкою» – 43 $м^3$; CECE з «шапкою» – 38 $м^3$.

2.2 Технічні характеристики модифікації екскаватора з дизельним приводом

2.2.1 Двигун

Технічні характеристики встановлених на екскаваторі EX 8000-6 дизельних двигунів приведені в табл. 2.1.

2.2.2 Гідравлічна система

Конструкція екскаватора постачена комплексною системою електронного керування ETS Hitachi, яка дозволяє досягти максимального коефіцієнту корисної дії установки при знижених показниках витрати палива та рівня шуму, а також збільшити продуктивність екскаватора за рахунок оптимізації режиму роботи двигуна і насосів гідравлічної системи.

Гідравлічна система машини характеризується наступними конструктивними рішеннями:

- автоматизованою системою керування двигуном-насосами E-P Control, яка забезпечує регулювання основних насосів за допомогою електронної системи контролю обертів двигуна;

- інтегрованою оптимальною гідравлічною системою I-OHS. Для прямої лопати використовується система з 16 головних насосів, 6 керуючих клапанів та двох комплектів клапанів гідравлічного розподілення, яка гарантує виконання будь-яких робіт як в незалежному, так і в комбінованому режимах керування.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики дизельних двигунів екскаватора EX 8000-6

Показники	Значення
Модель	Cummins QSKTA60-CE
Тип	16-циліндровий дизельний з системою безпосереднього впорскування, рідинним охолодженням, турбонаддувом та проміжним охолодженням
Номінальна потужність при 1800 об/хв., кВт (к.с.):	
повна за SAE J1995	2 x 1450 (2 x 1940)
корисна	2 x 1450 (2 x 1940)
Максимальний крутний момент при 1800 об/хв., Н·м (кгс·м)	2 x 8364 (2 x 853)
Робочий об’єм циліндра, л	2 x 60
Діаметр циліндра і хід поршня, мм	159 x 190
Система пуску	електродвигун 24 В
Акумулятори	8 по 12 В, 8 x 220 А·год.
Пристрій для пуску двигуна при низьких температурах	пускова рідина на основі ефіру

Для зворотної лопати застосовується система з 16 головних насосів та 8 керуючих клапанів;

- насосною системою FPS для зберігання палива за рахунок мінімізації втрат потужності, покращення керування та робочих характеристик машини;

- режимом холостого ходу для економії палива та зниження рівня шуму;

- маслоохолоджувачем та радіатором з вентиляторами охолодження, постаченими гідравлічними приводами;

- системою подачі змащення під тиском і приводом насосу з примусовим охолодженням.

Основні технічні характеристики гідравлічної системи екскаватора приведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Основні технічні характеристики гідравлічної системи екскаватора

Показники	Значення
Основні насоси	16 аксіально-поршневих насосів з регульованою продуктивністю для робочого обладнання, операцій переміщення і повороту платформу
Максимальна подача масла, л/хв.	16 х 500
Насос контуру керування	2 шестеренні насоси
Максимальна подача масла, л/хв.	2 х 110
Тиск налаштування, МПа (кгс/см^3):	
гідроконтурів робочого обладнання, повороту і ходу	29,4 (300)
гідроконтуру керування	4,4 (45)

Циліндри гідросистеми виконані з високоміцних труб і поршневих штоків. Для поглинання поштовхів та ударів в циліндрах стріли, рукоятки, ковшу та розвантажувального механізму передбачені гідравлічні демпфери. Ковшові циліндри постачені захисними механізмами. Кількість та основні розміри гідроциліндрів приведені в табл. 2.3.

В усіх гідравлічних контурах встановлені високоякісні фільтри, призначені для очищення гідравлічної рідини від різного роду домішок та подовження терміну служби гідравлічних комплектуючих. В табл. 2.4 приведені основні характеристики фільтрів гідросистеми екскаватора.

2.3 Обладнання установки з дизельним приводом

2.3.1 Стандартне обладнання

Двигун:

- генератор 140 А;

- фільтри: повітряний з ежектором відсмоктування пилу, розрахований на

Таблиця 2.3 – Параметри гідроциліндрів екскаватора

Найменування циліндра	Кількість	Внутрішній діаметр циліндра, мм	Діаметр штока, мм
Обладнання прямої лопати			
Циліндр стріли	2	480	340
Циліндр рукоятки	1	390	270
Циліндр ковшу	2	390	270
Циліндр розвантаження ковшу	2	310	180
Обладнання зворотної лопати			
Циліндр стріли	2	480	340
Циліндр рукоятки	2	420	300
Циліндр ковшу	2	360	260

Таблиця 2.4 – Основні характеристики фільтрів гідросистеми екскаватора

Найменування фільтру	Кількість	Глибина очищення, мкм
Повнопотоковий фільтр	10	10
Напірний фільтр в лінії нагнітання головного насосу та насоса контуру повороту	16	80 осередків
Зливний фільтр (для будь-яких поршневих насосів та двигунів)	1	10
Байпасний фільтр	1	5
Фільтр контуру керування	2	10

важкі умови експлуатації; масляний, байпасний та паливний з фільтрувальними елементами картриджного типу; водяний;

- кожухи вентилятора та моторного відділення;

- системи передпускового змащення; холостого ходу, аварійної зупинки двигуна та зберігання моторного масла;

- вентилятори охолодження (в тому числі моторного відсіку) з гідравліч-

ним приводом.

Гідравлічна система:

- системи: E-P (автоматизована система керування двигуном-насосами), I-OHS (інтегрована оптимальна гідравлічна система), FPS (насосна система для економії палива), подачі змащення під тиском;

- фільтри: всмоктувальний, повнопроточний, байпасний, контуру керування, зливний, напірний;

- головний розподільник з головним запобіжним клапаном;

- привод насосу з примусовим охолодженням;

- вентилятор охолодження з гідравлічним приводом.

Кабіна оператора:

- сталева міцна, звукоізольована, герметична, всепогодна конструкція, що відповідає вимогам щодо захисту оператора рівня II (за ISO);

- пружні елементи підвіски, заповнені рідиною;

- багатошарове лобове скло з омивачем і склоочисниками з паралельним рухом щіток та можливістю роботи у переривчастому режимі;

- загартовані і тоновані бічні скління зеленого кольору;

- головний дисплей з різноманітними вимірювальними приладами, контрольними та попереджувальними індикаторами;

- крісло з пневматичною підвіскою та автоматичним регулюванням під вагу оператора;

- електричний важіль поворотного типу з регулюванням по висоті;

- електричні педалі ходу та відкривання/закривання ковшу;

- світлодіодні лампи внутрішнього освітлення;

- опора для ніг оператора;

- пневматичний звуковий сигнал з електричним компресором;

- радіо AM/FM з АПЧ та цифровим годинником;

- паси безпеки;

- термоелектричний холодильник;

- корисний простір з розмірами 1100 х 1800 мм;

- килимки для підлоги;

- кондиціонер з антизледенником;

- дзеркало заднього виду;

- молоток і комплект для екстреної евакуації;

- сидіння інструктора;

- важіль блокування системи керування.

Система бортового контролю:

- Warning indicator (Amber) системи швидкої заправки;

- вимірювальні прилади: годинник; вказівники температури охолоджувальної рідини, температури моторного масла, температури гідравлічної рідини, температури навколишнього повітря, тиску моторного масла, рівня палива, напруги акумуляторних батарей; тахометр; лічильник мотогодин;

- контрольні лампи зеленого кольору: рівнів охолоджувальної рідини, моторного масла в масляному картері двигуна, моторного масла в резервному баку, гідравлічної рідини; системи передпускового змащення автоматичної подачі мастила; режими холостого ходу та переміщення;

- попереджувальні лампи червоного кольору: генератора; рівнів трансмісійної рідини в насосній системі, охолоджувальної рідини; температури палива та відпрацьованих газів; перегріву охолоджувальної рідини; тиску моторного масла; перевищення допустимих обертів двигуна; автоматичної подачі мастила; стопорного клапану; електричного важелю; системи швидкої заправки; аварійної зупинки двигуна; натягу;

- попереджувальні лампи жовтого кольору: тиску моторного масла; рівня та перегріву охолоджувальної та гідравлічної рідин; температури палива та відпрацьованих газів; системи попередження двигуна; засмічення повітряного фільтру та забруднення насосу; положення сходів; відсіку для електрообладнання;

- аварійні сигнали: рівнів трансмісійної рідини в насосній системі та гідравлічної рідини; стопорного крану; електричного важеля; системи швидкої заправки; положення сходів.

Бортовий контролер, призначений для постійного моніторингу технічних

та експлуатаційних параметрів двигуна та гідравлічної системи. Зчитування даних з нього здійснюється за допомогою ноутбуку або кишенькового персонального комп'ютера.

Система освітлення:

- 12 фар робочого освітлення високої яскравості;

- 4 лампи освітлення при вході в кабіну;

- 12 ламп для технічного обслуговування машини.

Платформа:

- запірні бічні кришки для доступу до обладнання;

- противага 80000 кг;

- змащувальний пістолет з гідравлічним приводом та барабаном для шлангу;

- стоянкове гальмо поворотного механізму;

- електричний масляний насос для перекачування гідравлічної рідини від ліній нагнітання і повертання;

- складані сходи для доступу до різних частин екскаватора

Ходова частина:

- ходове стоянкове гальмо;

- пристрій сигналізації про переміщення екскаватора;

- гідравлічні натяжні пристрої гусеничного ланцюга з гідравлічними акумуляторами, заповненими азотом, та запобіжним клапаном;

- гусеничні башмаки 1850 мм з трьома грунтозачепами;

- однобортові котки.

Різне:

- сходи і поручні, що відповідають вимогам стандартів ISO;

- повітряний фільтр та фільтр рециркуляційного повітря для кондиціонера;

- клемна колодка живлення 12 В;

- стопорний клапан для транспортування та повторного збирання;

- пристрій автоматичної подачі мастила (Lincoln) до шарнірних пальців робочого обладнання, підшипника поворотної платформи та центрального шарні-

ру;

- всмоктувальний насос.

Система швидкої заправки робочими рідинами (Wiggins) для палива, гідравлічної та охолоджувальної рідин, масла приводу поворотного механізму, трансмісійної рідини насосної системи, моторного масла та мастильних матеріалів.

2.3.2 Додаткове обладнання

Додатково екскаватор може постачатися наступним обладнанням:

- верхнім зсувним склом;
- захисними пристроями ходового механізму та ходового гідромотору;
- 12 фарами робочого освітлення високої яскравості;
- пакетом для холодного клімату;
- системою автоматичного зниження потужності насосів для роботи у гірській місцевості;
- додатковим пневматичним звуковим сигналом з правого борту;
- 4 кольоровими відеокамерами для заднього та переднього огляду;
- стандартним комплектом інструментів;
- супутниковою системою передачі даних.

2.4 Технічні характеристики модифікації екскаватора з електричним приводом

2.4.1 Електродвигун

Технічні характеристики встановлених на екскаваторі EX 8000E-6 електричних двигунів приведені в табл. 2.5.

2.4.2 Гідравлічна система

Конструкція гідравлічної системи електричної модифікації екскаватора практично в усьому аналогічна описаній вище для дизельної модифікації (див. технічні характеристики в табл. 2.2-2.4).

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики електричних двигунів екскаватора EX 8000E-6

Показники	Значення
Модель	HITACHI TFOA-KK
Тип	високовольтний трьохфазний асинхронний двигун з короткозамкненим ротором, з повністю закритим контуром повітряного охолодження (TEAAC)
Номінальна потужність під час тривалої роботи, кВт	2 x 1200
Напруга, В:	
змінного струму частотою 50 Гц	6000-6600
змінного струму частотою 60 Гц	6600-6900
Кількість полюсів	4
Синхронна швидкість обертання, об/хв.:	
50 Гц	1500
60 Гц	1800
Номінальний струм при напрузі 6600 В, А	2 x 124
Клас ізоляції	F (перевищення температури – клас В)
Нагрівач	входить в комплект обладнання
Термічний захист	датчик температури
Пусковий режим	50% котушки індуктивності

2.5 Обладнання установки з електричним приводом

2.5.1 Стандартне обладнання

Електродвигун:

- підігрівач, що входить в комплект обладнання;

- термічний захист – датчик температури.

Гідравлічна система – в основному аналогічна дизельній модифікації екскаватора.

Кабіна оператора – аналогічна дизельній модифікації екскаватора.

Система бортового контролю:

- вимірювальні прилади: лічильник мотогодин; вказівники температури обмотки електродвигуна (пр.)-(лів), температури гідравлічної рідини, температури навколишнього повітря, напруги акумуляторних батарей; амперметр електродвигуна (пр.)-(лів); вольтметр електродвигуна (пр.)-(лів); годинник;

- контрольні лампи зеленого кольору – режиму експлуатації електродвигуна (пр.)-(лів); режиму пересування;

- попереджувальні лампи червоного кольору – рівнів трансмісійної рідини в насосній системі (пр.)-(лів.) та гідравлічної рідини; джерела електроживлення 6600 В змінного струму; відсіку для електрообладнання; автоматичної подачі мастила; стопорного клапану; ЗЕ-реле (пр.)-(лів.); перегріву електродвигуна (пр.)-(лів.); проблем під час пуску електродвигуна (пр.)-(лів.); джерела електроживлення 210 В змінного струму; заряду акумуляторної батареї; електричного важеля; аварійної зупинки двигуна; натягу; кабельного барабану;

- попереджувальні лампи жовтого кольору – електричного розподільного щита; положення сходів; перегріву гідравлічної рідини; забруднення насосу; підігрівача кабіни;

- попереджувальні лампи бурштинового кольору – системи швидкої заправки;

- аварійні сигнали – джерела електроживлення 6600 В змінного струму; відсіку для електрообладнання; рівнів гідравлічної рідини та трансмісійної рідини в насосній системі (пр.)-(лів.); стопорного клапану; положення сходів; ЗЕ-реле (пр.)-(лів.); перегріву електродвигуна (пр.)-(лів.); проблем під час пуску електродвигуна (пр.)-(лів.); джерела електроживлення 210 В змінного струму; електричного важеля; кабельного барабану; системи швидкої заправки.

Бортовий контролер – аналогічно дизельній модифікації екскаватора.

Фари освітлення – аналогічно дизельній модифікації екскаватора.

Платформа – аналогічно дизельній модифікації екскаватора.

Ходова частина – аналогічно дизельній модифікації екскаватора.

Різне – аналогічно дизельній модифікації екскаватора.

Система швидкої заправки – аналогічно дизельній модифікації екскаватора.

2.5.2 Додаткове обладнання

Додаткове обладнання електричної версії аналогічне дизельній модифікації екскаватора.

3 АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ МАШИНИ

3.1 Конструктивні особливості платформи екскаватора

На рис. 3.1 показано розташування обладнання на платформі модифікації екскаватора з дизельним приводом. На ньому позначено: 1 – дизельний двигун (2 шт.); 2 – радіатор двигуна (4 шт.); 3 – низькотемпературний радіатор контуру додаткового охолодження; 4 – гідравлічний насос (16 шт.); 5 – перегородка між відсіками двигуна та насосу (2 шт.); 6 – бак гідросистеми; 7 – паливний бак; 8 – клапан керування (6 шт.); 9 – напірний фільтр (16 шт.); 10 – масляний охолоджувач системи (6 шт.); 11 – гідромотор вентилятора масляного охолоджувача (3 шт.); 12 – пристрій централізованого змащення; 13 – привод повороту платформи (6 шт.); 14 – центральний шарнір; 15 – кабіна; 16 – повітряний фільтр (зовнішній / внутрішній) (4 шт.); 17 – глушник (4 шт.); 18 – складані сходи; 19 – електродвигун вентилятора (8 шт.); 20 – блок акумуляторних батарей; 21 – резервний бак моторного масла (2 шт.); 22 – резервний бак охолоджувальної рідини (2 шт.); 23 – охолоджувач трансмісійної рідини насосної системи (2 шт.); 24 – охолоджувач палива (2 шт.); 25 – вентилятор охолодження моторного відсіку екскаватора (2 шт.).

На рис. 3.2 показано розташування обладнання на платформі модифікації екскаватора з електричним приводом. На ньому позначено: 1 – головний двигун (2 шт.); 2 – муфта (2 шт.); 3 – трансмісія насосу (2 шт.); 4 – гідравлічний насос (16 шт.); 5 – гідромотор вентилятора масляного охолоджувача (3 шт.); 6 – масляний охолоджувач системи (6 шт.); 7 – пристрій централізованого змащення; 8 – охолоджувач трансмісійної рідини насосної системи (2 шт.); 9 – перегородка між відсіками двигуна та насосу (2 шт.); 10 – перегородка (2 шт.); 11 – бак гідросистеми; 12 – відсік для електрообладнання; 13 – клапан керування (6 шт.); 14 – привод повороту платформи (6 шт.); 15 – контактне ковзне кільце; 16 – центральний шарнір; 17 – напірний фільтр (16 шт.); 18 – акумулятори (2 шт.); 19 - кабіна; 20 – складані сходи; 21 – блок підігрівача в кабіні.

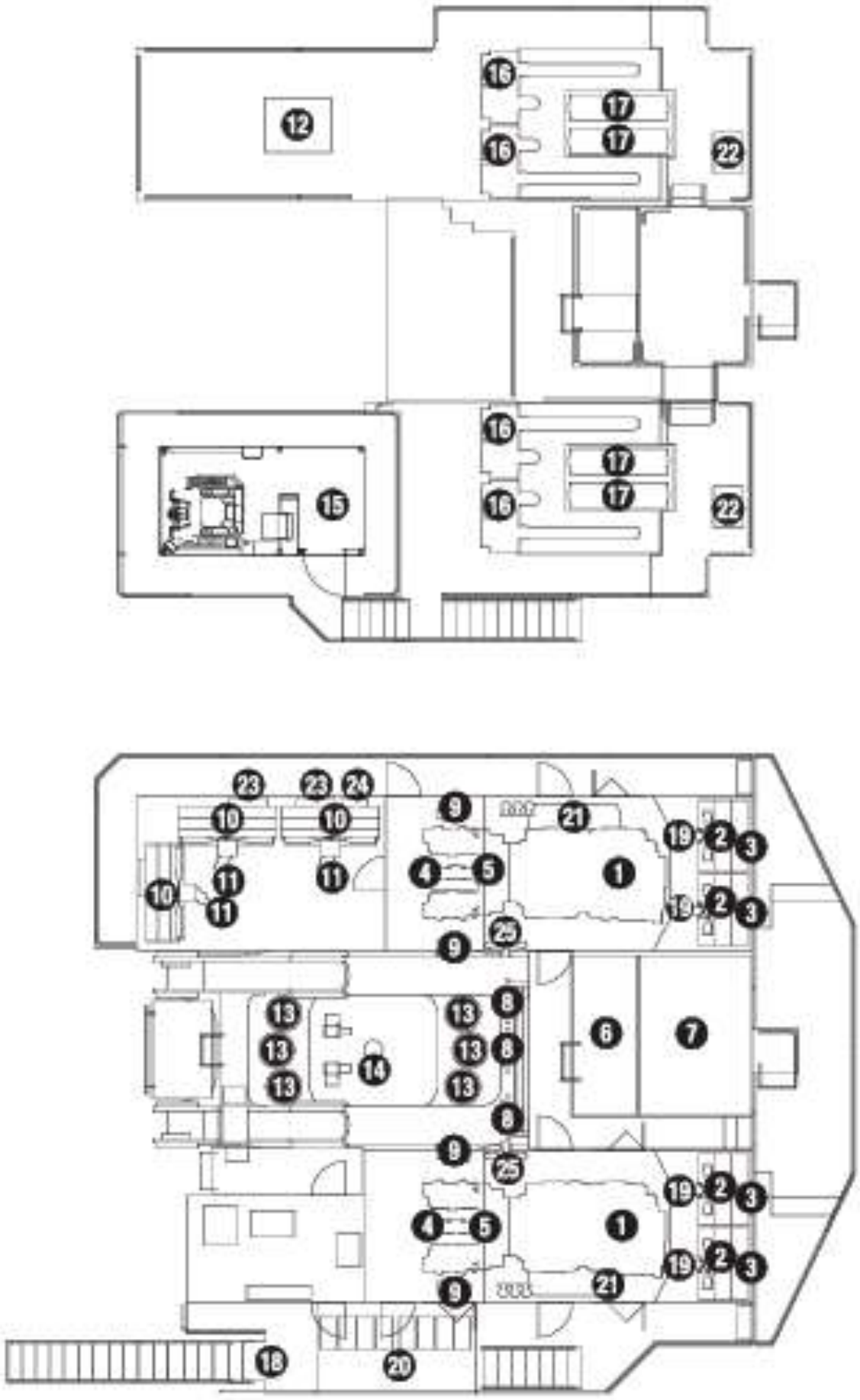


Рисунок 3.1 – Обладнання платформи екскаватора з дизельним приводом

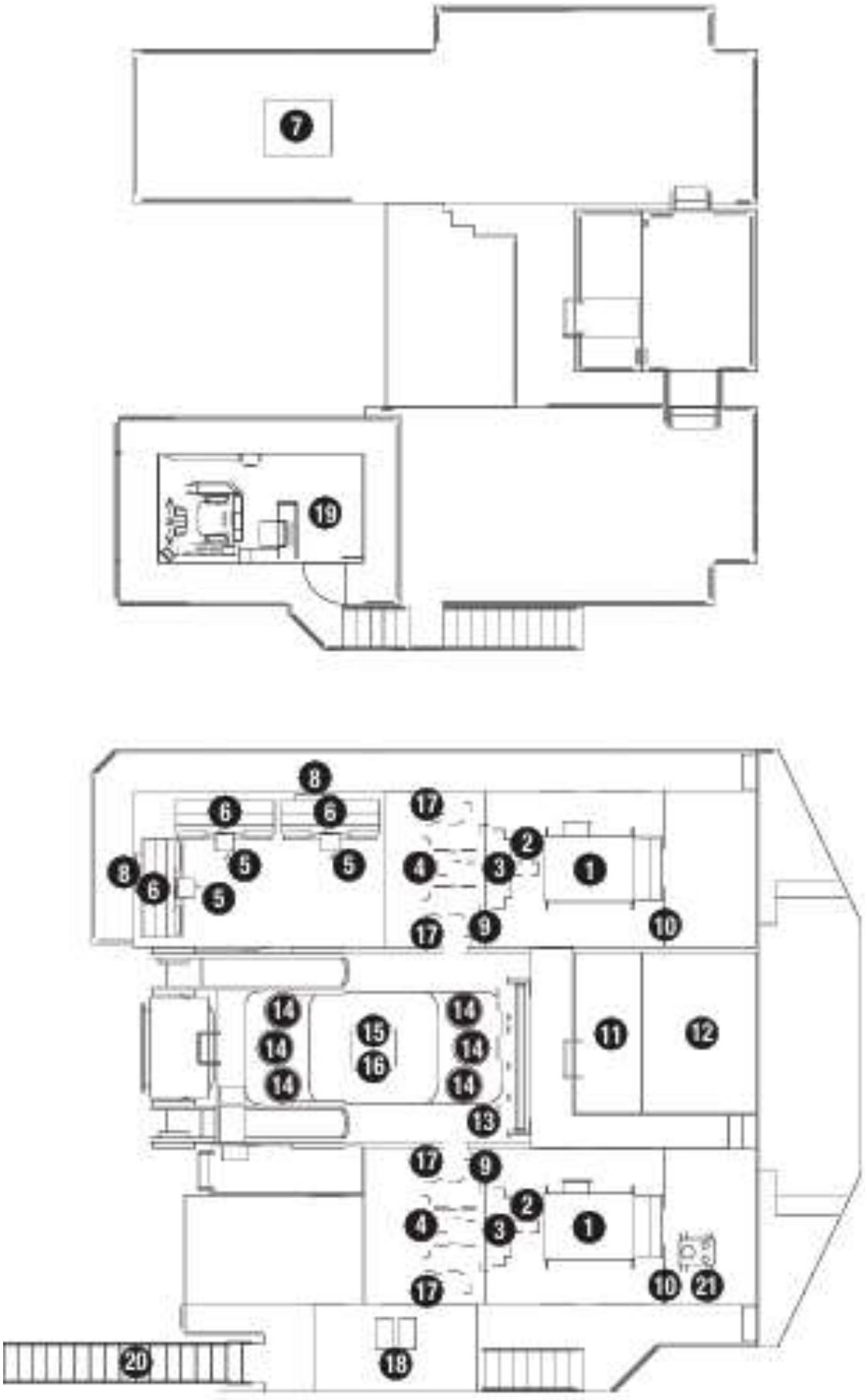


Рисунок 3.2 – Обладнання платформи екскаватора з електричним приводом

Платформа екскаватора встановлена на поворотній рамі міцної посиленої зварної конструкції коробчастого перетину, виготовленої з товстої листової сталі, що забезпечує її додаткову жорсткість.

Моторний і допоміжний відсіки екскаватора скомпоновані таким чином, щоб максимально спростити процес технічного обслуговування машини. Складані сходи та бічні майданчики забезпечують вільний доступ до двигунів, компонентів гідравлічної системи та електрообладнання.

Механізм повороту платформи у складі шести аксіально-поршневих гідромоторів з високими крутними моментами та двоступінчастим планетарним редуктором, що працює в масляній ванні гарантує надійну роботу під час навантаження гірничої маси. В якості опорно-поворотного пристрою екскаватора використовується трьохрядний циліндричний роликовий підшипник кочення з ущільненнями для захисту від бруду, розрахований на важкі умови експлуатації. Шестірня з внутрішнім зачепленням разом з шестірнею вихідного валу планетарного редуктора загартовані індукційним способом і постійно працюють в масляній ванні. Механізм повороту постачений стоянковим гальмом дискового типу з пружинним приводом та гідравлічним (або ручним) загальмуванням.

Швидкість повороту платформи – 3,2 об/хв. (2,9 об/хв. для електричної версії екскаватора)

На платформі встановлена кабіна оператора [16]. Її міцна конструкція відповідає вимогам захисту оператора рівня II (за ISO) від падаючих предметів. Просторе приміщення кабіни зі світлозахисним склінням забезпечує відмінний круговий огляд робочої зони на усі 360°. На багатофункціональний кольоровий дисплей з діагоналлю 10,5 дюймів виводиться уся інформація про поточний статус машини. Кольорові відеокамери для заднього, правого та лівого нижнього огляду допомагають оператору отримати максимально інформативну картину робочого простору виймально-навантажувальної дільниці кар'єру. Для його комфорту кабіна має герметичну конструкцію і постачена трьома кондиціонерами.

Основні характеристики кабіни оператора представлені в табл. 3.1, органи керування екскаватором – на рис. 3.3, а внутрішній інтер'єр кабіни – на рис. 3.4.

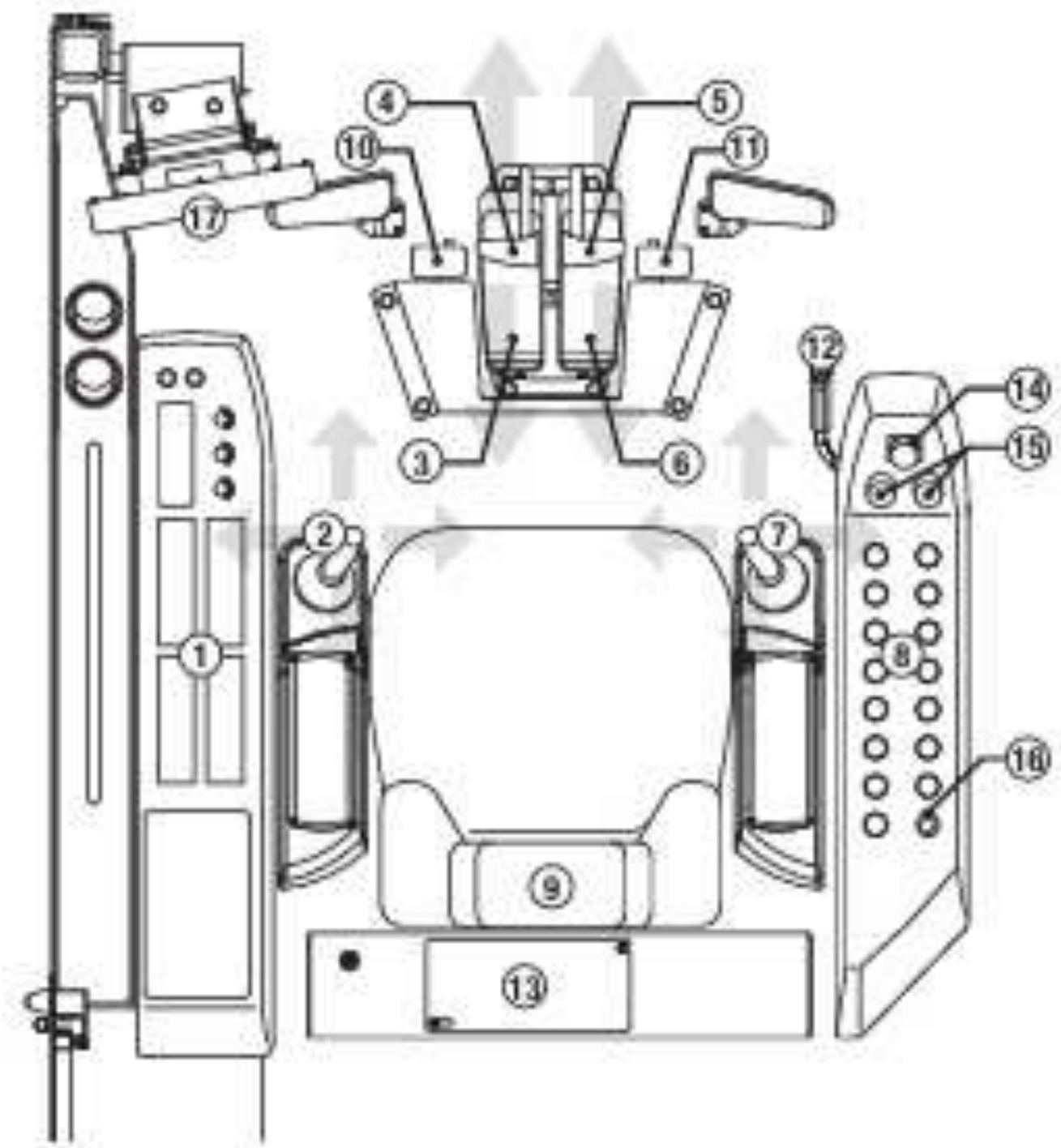


Рисунок 3.3 – Органи керування кабіни оператора
модифікації екскаватора з дизельним приводом:
1 – ліва консоль; 2 – лівий важіль керування / кнопка звукового сигналу; 3 – ліва педаль ходу; 4 – лівий важіль ходу; 5 – правий важіль ходу; 6 – права педаль ходу; 7 – правий важіль керування / кнопка звукового сигналу; 8 – права консоль; 9 – крісло оператора; 10 – педаль закриття ковшу (для прямої лопати); 11 – педаль відкриття ковшу (для прямої лопати); 12 – важіль блокування системи керування; 13 – задня консоль; 14 – аварійний зупинник двигуна; 15 – регулятор числа обертів двигуна зі шкалою;
16 – ключ запалювання; 17 – монітор

Таблиця 3.1 – Основні характеристики кабіни оператора

Показники	Значення
Висота рівня очей оператора, мм	9000
Габаритні розміри кабіни, мм:	
довжина	3360
ширина	1800
висота	2150
Рівень шуму в кабіні на максимальних обертах дизельного двигуна в незавантаженому стані екскаватора, дБ (А)	75



Рисунок 3.4 – Внутрішній інтер’єр кабіни оператора екскаватора EX 8000-6

Розташування органів керування екскаватора з електричним приводом відрізняється від дизельного (див. рис. 3.3) лише відсутністю регулятора числа обертів двигуна зі шкалою (поз. 15), а позиції 16 і 17 замінюються відповідно на позиції 15 і 16.

Для керування робочим обладнанням екскаватора передбачені два важеля у вигляді електричних джойстиків. Правий важіль керує стрілою і ковшем, а лівий – рукояткою та операцією повороту платформи. Для відкриття або закриття днища ковшу типу «пряма лопата» (відвалу) є дві педалі керування.

Управління ходом екскаватора здійснюється за допомогою двох важелів ходу з відповідними педалями. Незалежний привод на кожну гусеницю ходової системи забезпечує можливість їхнього одночасного обертання в різні боки.

Гідравлічна система керується в дистанційному режимі з використанням сервоприводу.

3.2 Конструкція ходової частини машини

Гусенична ходова частина екскаватора має посилену суцільнозварну раму, спеціально оброблену для зняття залишкових напружень і виготовлену з високоякісних матеріалів. Що забезпечує її додаткову жорсткість та тривалий термін служби. Х-подібна центральна частина рами за допомогою двох фланців і болтових з’єднань сполучається з двома бічними частинами.

Котки гусениць, натяжні колеса та ланцюгові шестерні з плаваючими ущільненнями пройшли індукційне гартування і забезпечені постійним змащенням протягом усього свого життєвого циклу.

Гусеничні башмаки з трьома грунтозачепами виготовлені зі сталевого литва, також підданого індукційному гартуванню.

Шарнірні пальці гусениць пройшли спеціальну термічну обробку.

Гідравлічні натяжні пристрої гусеничних ланцюгів постачені гідропневмоакумуляторами, заповненими азотом, та запобіжними клапанами. Механізми мають захист від надлишкового натягу.

Ходова частина обладнана пристроєм сигналізації про переміщення екскаватора.

Кожна гусениця ходу екскаватора приводиться в дію високомоментними аксіально-поршневими двигунами, що дозволяють здійснення реверсивного обе-

ртання. Керування гусеницями відбувається за допомогою двоступінчастого планетарного редуктора, а також редуктора з циліндричною прямозубою зубчастою передачею. Як вже зазначалося вище, механізм ходу постачений стоянковим гальмом дискового типу з пружинним приводом та гідравлічним чи ручним агальмуванням.

В табл. 3.2 приведені деякі характеристики ходової частини екскаватора.

Таблиця 3.2 – Деякі характеристики ходової частини екскаватора

Показники	Значення
Швидкість пересування, км/год.:	
екскаватор з дизельним приводом:	
висока	0-2,0
низька	0-1,4
екскаватор з електричним приводом:	
висока	0-1,9
низка	0-1,3
Максимальне тягове зусилля, кН (кгс)	3000 (306000)
Максимальний подоланий підйом, % (град.)	58 (30)
Кількість елементів кожної гусениці:	
підтримувальних котків	3
опорних котків	7
гусеничних башмаків	39
Гусеничний башмак:	
тип	з трьома грунтозачепами
ширина, мм	1850
Тиск ходової частини екскаватора на грунт, кПа (кгс/см^2):	
з ковшем типу пряма лопата	248 (2,53)
з ковшем типу зворотна лопата	252 (2,57)

3.3 Заправні ємності машини

Місткості заправних ємностей екскаватора ЕХ 8000-6 приведені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Місткості заправних ємностей екскаватора ЕХ 8000-6

Найменування ємності	Місткість ємності, л
Модифікація екскаватора з дизельним приводом	
Паливний бак	14900
Баки для охолоджувальної рідини двигуна	2 х 614
Баки для моторного масла:	
масляний піддон двигуна	2 х 260
резервний	2 х 280
Баки трансмісійної рідини насосної системи	2 х 62
Баки приводу поворотного пристрою	2 х 75
Уся гідравлічна система	9700
Бак гідравлічної системи	3890
Баки механізму робочого ходу	2 х 490
Модифікація екскаватора з електричним приводом	
Баки трансмісійної рідини насосної системи	2 х 62
Баки приводу поворотного пристрою	2 х 75
Уся гідравлічна система	9700
Бак гідравлічної системи	3890
Баки механізму робочого ходу	2 х 490

3.4 Робоче обладнання екскаватора

3.4.1 Робоче обладнання прямої лопати

Робоче обладнання типу пряма лопата передбачає використання ковшу місткістю 40 $м^3$ (з «шапкою») з відкидним днищем та шістьма зубами. Ширина ковшу – 5600 мм, маса – 62500 кг.

Стріла і рукоятка виконані у вигляді суцільнозварної конструкції коробчастого перетину із зносостійкої високолегованої сталі з високою межею міцності на розрив.

На рис. 3.5 показані параметри робочої зони екскаватора з ковшем «пряма лопата», а в табл. 3.4 – розміри для неї та величини зусиль.

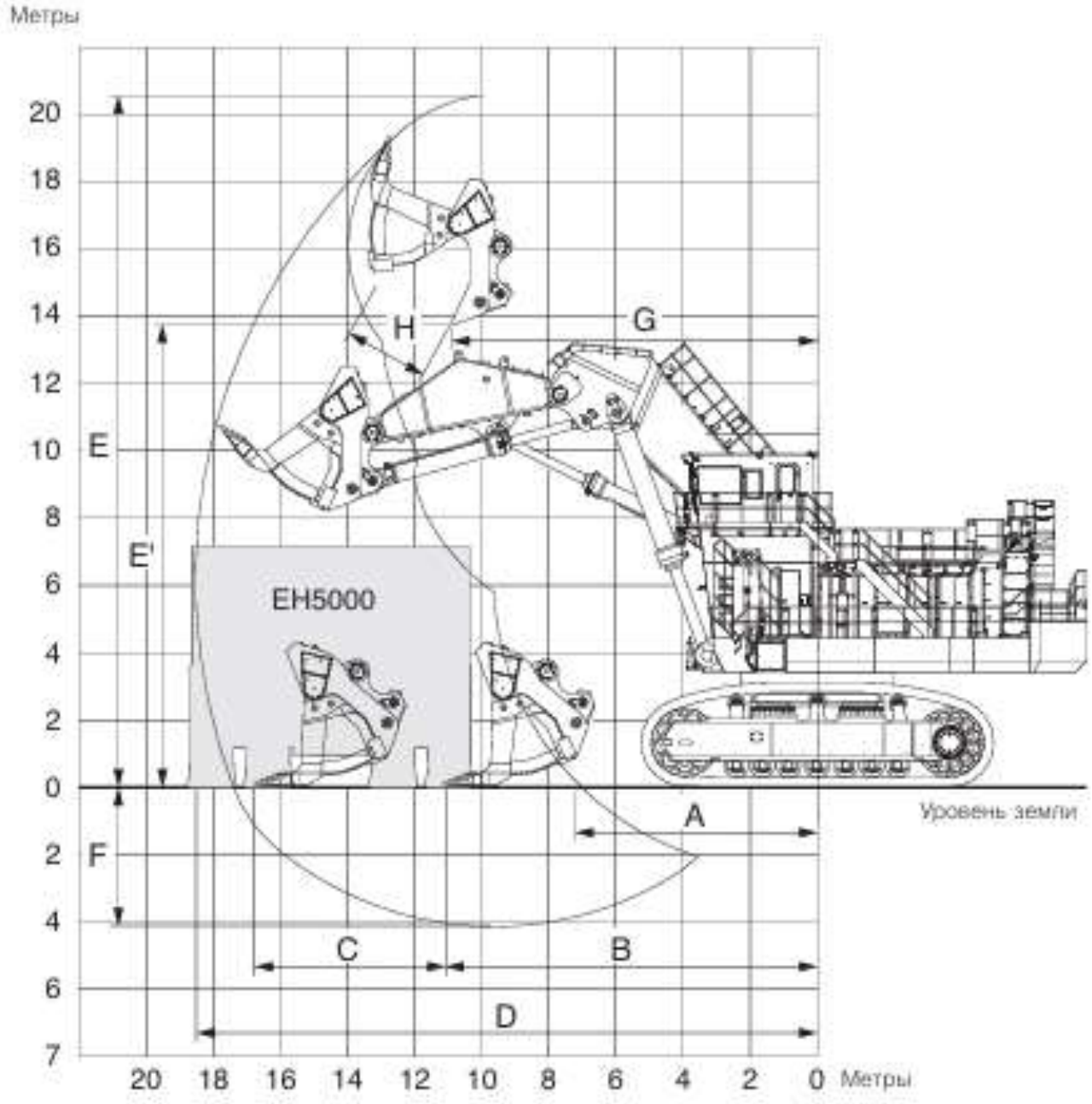


Рисунок 3.5 – Параметри робочої зони екскаватора з ковшем пряма лопата

3.4.2 Робоче обладнання зворотної лопати

Робоче обладнання типу зворотна лопата передбачає використання ковшу місткістю 43 м^3 (з «шапкою»SAE, PCSA) або 38 м^3 (з «шапкою» CECE) з бокорізами завширшки 4850 мм та шістьма зубами. Маса ковшу, призначеного для роботи з грунтом густиною до 1800 кг/м^3 – 44200 кг.

На рис. 3.6 показані параметри робочої зони екскаватора з ковшем пряма лопата, а в табл. 3.5 – розміри для неї та величини зусиль.

Таблиця 3.4 – Розміри робочої зони екскаватора з ковшем пряма лопата та величини робочих зусиль

Позначення розміру на рис. 3.5	Найменування параметру	Значення
A	Мінімальний радіус копання, мм	7200
B	Мінімальний радіус копання на рівні стоянки, мм	11100
C	Довжина планувальної дільниці на рівні грунту, мм	5600
D	Максимальний радіус копання, мм	18500
E	Максимальна висота копання, мм	20500
E’	Максимальна висота розвантаження, мм	13800
F	Максимальна глибина копання, мм	4100
G	Радіус дії при максимальній висоті розвантаження, мм	10900
H	Максимальна ширина відкриття ковшу, мм	2800
-	Напірне зусилля рукоятки, кН (кгс)	2870 (293000)
-	Зусилля відриву, кН (кгс)	2230 (227000)

Таблиця 3.5 – Розміри робочої зони екскаватора з ковшем зворотна лопата та величини робочих зусиль

Позначення розміру на рис. 3.6	Найменування параметру	Значення
Довжина вкороченої стріли, мм		11500
Довжина вкороченої рукоятки, мм		5800
A	Максимальний радіус копання, мм	22300
A’	Максимальний радіус копання на рівні стоянки, мм	21400
B	Максимальна глибина копання, мм	8400
B’	Максимальна глибина копання (з плануванням днища забою довжиною 2400 мм), мм	8300
C	Максимальна висота копання, мм	19000
D	Максимальна висота розвантаження, мм	11900
D’	Мінімальна висота розвантаження, мм	5000
E	Мінімальний радіус повороту, мм	12200
F	Максимальна висота вертикальної виробки, мм	3300

Продовження таблиці 3.5		
G	Мінімальний радіус копання на рівні грунту, мм	8600
-	Зусилля копання ковшем, кН (кгс): ISO SAE, PCSA	 2020 (206000) 1900 (193400)
-	Зусилля копання рукояткою, кН (кгс): ISO SAE, PCSA	 1770 (180700) 1750 (178300)

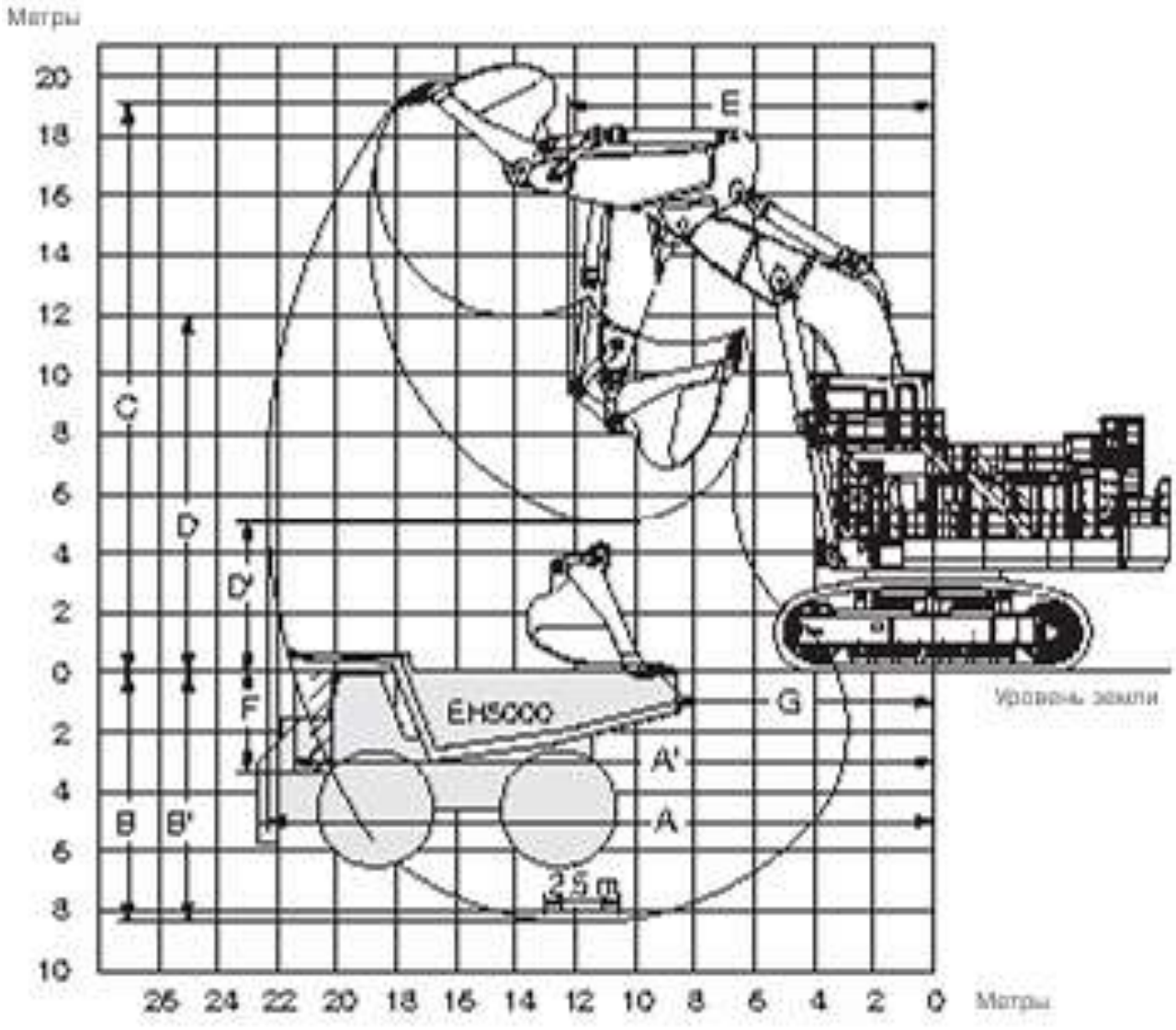


Рисунок 3.6 – Параметри робочої зони екскаватора з ковшем зворотна лопата

На рис. 3.5 і 3.6 показано, як параметри робочих зон екскаватора забезпечують процес завантаження автосамоскиду HITACHI EH5000.

3.5 Загальна оцінка технічного рівня екскаватора

Важкий кар'єрний екскаватор Hitachi EX8000-6 використовується на різних підприємствах гірничодобувної галузі по усьому світі, де виникає потреба оперативного переміщення величезних мас грунту. Ця машина здатна працювати по 24 години на добу і має тривалий термін служби – її робочий ресурс перевищує 90 тис. годин. Модифікація екскаватора з дизельним приводом повністю відповідає вимогам EPA Tier-2 з емісії вихлопних газів.

Конструкція екскаватора відрізняється високим рівнем витривалості та нечутливості до важких польових умов експлуатації. Економічна ефективність машини забезпечується її низькими витратами в розрахунку на одиницю ваги переміщуваного матеріалу.

Насосна система установки та автоматична система контролю її холостого ходу суттєво економлять паливо і зводять до мінімуму непродуктивні втрати енергії та рівень шуму під час роботи. Машина постачена гідроприводною вентиляторною системою охолодження масляного радіатора і системами примусового змащення та охолодження приводу насосу.

Циліндри ковшу мають надійний захист від ушкодження гірничою масою, а усі гідросистеми машини постачені високоякісними гідравлічними захисними фільтрами.

Екскаватор має по-новому сконструйоване сидіння оператора з пневматичним керуванням, яке забезпечує підвищений комфорт та максимальну продуктивність праці машиніста. Для цього ж служить і система керування установкою за допомогою електричного джойстика, яка спрощує контроль виконання земляних робіт і технічного стану машини.

Особливістю цієї моделі є можливість з легкістю відділяти корисні копалини від супутніх порожніх порід і відправляти на переробку лише чисту сиро-

вину, що значно підвищує загальну ефективність використання екскаватора.

Усі ці переваги забезпечують найвищий технічний рівень установки і популярність її в усьому світі.

4 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВИРОБУ

4.1 Загальний порядок транспортування і монтажу екскаватора

Екскаватор HITACHI EX8000-6 є однією з найбільших у світі кар'єрних виймально-навантажувальних машин. На рис. 4.1 і в табл 4.1 приведені основні габаритні розміри цієї машини в модифікації з дизельним приводом (без робочого обладнання).

З огляду на величезні розміри та масу машини її доставка до місця експлуатації може здійснюватися лише окремими вузлами за допомогою залізничного або автомобільного транспорту. Порядок транспортування та його безпека мають бути узгоджені з правилами та вимогами, що діють у даній транспортній галузі.

В табл. 4.2 приведені габаритні розміри та маса основних вузлів екскаватора HITACHI EX8000-6 з дизельним приводом.

Таблиця 4.1 – Основні габаритні розміри екскаватора HITACHI EX8000-6 з дизельним приводом (без робочого обладнання)

Позначення розміру на рис. 4.1	Найменування розміру	Значення, мм
A	Опорна довжина гусениць	7900
B	Довжина гусеничного ходу	10500
C	Дорожній просвіт під противагою	3430
D	Радіус повороту задньої частини платформи	8280
D'	Довжина задньої частини платформи	8010
E	Габаритна ширина поворотної платформи	10670
F	Габаритна висота до верху кабіни	9900
G	Мінімальний дорожній просвіт	1250
H	Ширина колії гусеничного ходу	6800
I	Ширина башмака гусениці	1850
J	Ширина гусеничного ходу	8650
K	Висота гусеничного ходу	3100

Таблиця 4.2 – Габаритні розміри та маса основних вузлів екскаватора HITACHI EX8000-6

Назва вузла	Габаритні розміри, мм			Маса, кг
	довжина	ширина	висота	
Платформа				
Кабіна	3930	1820	3410	3690
Пристрій впуску і випуску	3220	2580	2440	1630
Резервуар для води	717	913	662	2x120
Блок двигуна (лів.)	9720	2810	3640	36600
Блок акумуляторних батарей	2750	1480	2350	1280
Рама поворотної платформи у зборі	11220	4000	3580	56000
Клапан у зборі	3010	3160	2080	5380
Механізм повороту	910	1300	2130	6x1660
Масляний бак у зборі	2810	1410	3470	9920
Паливний бак у зборі	2730	2180	4070	5620
Установка для відкачування гідравлічної рідини	495	495	445	42
Двигун (пр.)	10360	2800	3640	42700
Глушники і повітряні фільтри у зборі	3220	2560	2440	1610
Бак для мастила	1330	1150	1440	1200
Зливна гідролінія	2100	400	1200	172
Баласт	2750	610	1690	2x9950
Противага	5900	1530	1670	2x29500
Ходова частина				
Кришка двигуна	5330	125	370	161
Бічна гусенична рама	9810	1862	2590	2x63600
Ланка гусеничної стрічки велика	1850	440	2640	18x5860
Ланка гусеничної стрічки мала	1850	440	2060	2x4390
Механізм ходу	1660	1970	1660	2x10800
Гусенична рама у зборі	4000	7210	2390	60000
Гальмівний клапан	484	252	276	4x60
Підшипник опорно-поворотного пристрою	3760	4670	3630	22000
Робоче обладнання «прямої лопати»				
Стріла у зборі	9800	3258	3490	57200
Рукоятка у зборі	6260	3650	2830	31100
Гідроциліндр стріли	6110	760	904	2x9720

Продовження таблиці 4.2				
Гідроциліндр рукоятки	4920	725	835	2x5020
Гідроциліндр ковшу	5320	1070	703	2x5530
Задня частина ковшу у зборі	4280	5620	1900	32800
Передня частина ковшу у зборі	3650	5630	3510	26000
Зуб'я	758	430	383	6x352
Робоче обладнання «зворотної лопати»				
Стріла у зборі	12170	3160	4300	63800
Рукоятка у зборі	7980	2580	3990	57600
Гідроциліндр стріли	6200	760	885	2x9910
Гідроциліндр рукоятки	5125	785	816	2x6190

Монтаж екскаватора має відбуватися на спеціально підготовленому для цього майданчику, обладнаному усіма необхідними підйомно-транспортними засобами, розрахованими на роботу з вантажами, вказаними вище, в табл. 4.2. Його також потрібно забезпечити під'їзними шляхами, електроенергією напругою 380 В, компресорною станцією, належним освітленням та устаткуванням для проведення монтажних робіт.

Після розвантаження вузлів екскаватора їх необхідно звільнити від консерваційних мастил, закладених на заводі-виготовлювачі, та ретельно оглянути на предмет виявлення можливих ушкоджень, отриманих під час транспортування або складського зберігання.

Монтаж машини слід проводити згідно з усіма вимогами технічної документації на неї та відповідними інструкціями, діючими на підприємстві-споживачі.

Після монтажу машину потрібно випробувати спочатку в холостому режимі роботи (без навантаження гірничою масою), а вже потім – в реальних умовах експлуатації з нормальними робочими навантаженнями.

4.2 Використання машини за призначенням

Здійснення виймально-навантажувальних робіт у кар'єрних забоях повинно відбуватися з урахуванням технологічних можливостей установки, показаних

вище, на рис. 3.5 і 3.6. Відповідно з ними, в залежності від використання того чи іншого робочого обладнання (прямої лопати або зворотної лопати) організується процес виймання та навантаження гірничої маси у транспортні засоби (автосамоскиди чи залізничні вагони). На вказаних рисунках, наприклад, вказані робочі зони екскаватора під час його роботи сумісно із самоскидом моделі HITA-CHI EH5000. В разі використання ковшів «пряма лопата» місткістю 40 м^3 та «зворотна лопата» місткістю 43 м^3 для завантаження цього самоскиду достатньо чотирьох ковшів гірничої маси.

На рис. 4.2 показаний робочий момент екскаватора HITACHI EX8000-6 в кар'єрі.

Важливе значення під час експлуатації екскаватора має урахування його можливостей з точки зору вантажопідйомності машини. В табл. 4.3 приведені максимальні величини вантажопідйомності машини в залежності від радіусу завантаження, висоти точки прикладання навантаження та орієнтації робочого обладнання під час роботи екскаватора. На рис. 4.3 приведена схема, що пояснює умови роботи машини.

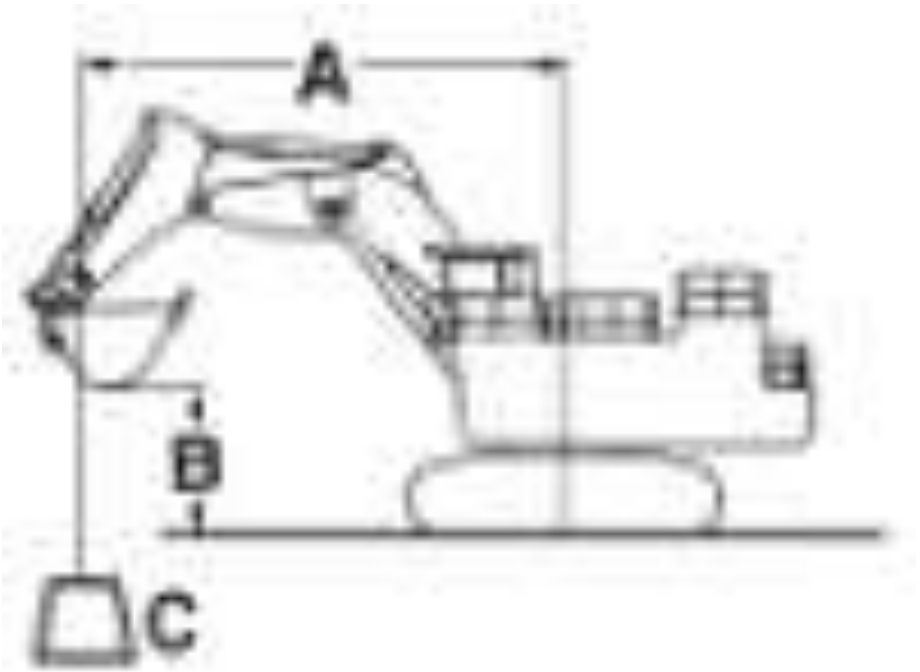


Рисунок 4.3 – Схема умов роботи екскаватора:
A – радіус завантаження; B – висота точки прикладання навантаження;
C – вантажопідйомність

Велике значення для ефективної роботи екскаватора мають оптимальні та особливо комфортні умови роботи оператора машини, які дозволяють йому отримувати усі необхідну інформацію про неї. В кабіні оператора встановлений інтелектуальний кольоровий рідиннокристалічний мультидисплей з діагоналлю 10,5 дюйма, який зчитує техніко-експлуатаційні дані екскаватора і дає можливість оцінювати його стан буквально с першого погляду. Контролер машини миттєво діагностує несправності установки завдяки наявності численних датчиків, появі попереджувальних сигналів і приймає відповідні заходи у випадку тієї чи іншої відмови.

Основними функціями дисплею є:

- відображення численних вказівників та сигналів;

- відображення аварійного стану / стану відмови, а також необхідних заходів щодо усунення несправностей;

- функція миттєвого знімку дозволяє зберігати техніко-експлуатаційні дані, разом з отриманими за п’ять хвилин до появи сигналу тривоги, а також дані протягом однієї хвилини після нього (температура, тиск та багато іншого);

- установка інтервалів заміни масла з попередженням.

Усі вони значно полегшують процеси технічного нагляду і технічного обслуговування машини.

На рис. 4.4 показаний вигляд екрану дисплею в момент аварійного вимикання установки.



Рисунок 4.4 – Екран дисплею в момент аварійного вимикання установки

4.3 Деякі аспекти технічного обслуговування екскаватора

Для довгої надійної роботи будь-якого технічного обладнання надзвичайну важливість має організація та дотримання належного постійного догляду за ним з метою підтримки його справного працездатного стану. Забезпечується це за рахунок проведення регулярних заходів технічного обслуговування і ремонту машин з використанням новітніх досягнень науки і техніки.

Особливо це актуально для обладнання, що працює в таких важких умовах експлуатації, як гірничодобувне та гірничозбагачувальне, коли техніка потерпає від величезних робочих та постійно діючих навантажень з боку гірничих порід і навколишнього середовища. Крім того, сучасні машини в силу розвитку технічного прогресу стають все більш складнішими (а, значить, і більш вразливішими під дією усіх несприятливих факторів експлуатації) і потребують додаткової уваги виробничників.

Розглянемо деякі особливості технічного обслуговування таких складних складових екскаваторного обладнання фірми HITACHI, як потужні приводи внутрішнього згоряння. Як вже було зауважено вище, одна з модифікацій розглянутого в роботі екскаватора EX8000-6 постачена двома дизельними двигунами типу Cummins QSKTA60-CE. Це 16-циліндрова конструкція з системою безпосереднього впорскування, рідинним охолодженням, турбонаддувом та проміжним охолодженням.

Надійна та оптимальна робота дизельного двигуна, досконаліть його робочих характеристик в першу чергу залежать від його правильного технічного обслуговування та використання високоякісного дизельного палива з мінімально можливим вмістом сторонніх домішок. Адже забруднене дизельне паливо стає основною причиною несправності складних конструктивних компонентів паливної системи двигуна [17].

В якості джерел забруднення виступають такі чинники, як вода, пил, грунт, мікроорганізми, іржа та інші. Вони викликають засмічення форсунок, неповне згоряння палива, несправності паливного насосу високого тиску та самого дви-

гуна. А ці негаразди призводять до скорочення терміну служби конструкції приводу, зростання витрат на його ремонт та втрат прибутків через вимушені простої обладнання.

Сучасні моделі акумуляторних паливних систем спроектовані таким чином, щоб двигуни, де вони встановлені, максимально відповідали вимогам діючих в наш час суворих екологічних норм. Наприклад, робота систем впорскування зараз відбувається під більшим тиском, ніж систем попереднього покоління. А в таких умовах бруд і вода в паливі можуть стати причиною серйозних ушкоджень паливних форсунок та інших компонентів дизельного двигуна, скорочення їхнього ресурсу та появи додаткових витрат на технічне обслуговування і ремонти.

Тому для покращення роботи і загального технічного стану двигуна необхідно виконувати правильне його технічне обслуговування та забезпечувати високий рівень чистоти палива.

Для запобігання небажаного забруднення дизельного палива потрібно дотримуватися наступних рекомендацій:

- регулярно обслуговувати обладнання для його транспортування, в першу чергу автоцистерни, в які бруд може потрапляти через заправні люки, з'єднання, клапани, насоси, фільтри, шланги та внутрішні конструктивні елементи. Крім того, слід не забувати про брудні заправні пістолети та інше заправне обладнання, а також вплив погодних умов (дощу, снігу, сильного вітру) на можливість забруднення палива. Усе заправне обладнання потрібно оглядати та обслуговувати та використовувати його лише для конкретного виду палива (наприклад, для дизельного). Цистерни слід регулярно чистити;

- в разі необхідності достатньо тривалого зберігання палива його якість може постраждати через вплив навколишнього середовища, потрапляння води, розмноження мікроорганізмів, іржу в ємності зберігання, хімічне розкладення компонентів палива та присадок, його контакт деталями, що містять цинк і мідь. Ці несприятливі фактори потрібно враховувати і намагатися мінімізувати їхню можливу дію. Максимальний термін зберігання палива навіть при нормальних умо-

вах не повинен перевищувати 6 місяців. Це пояснюється тим, що при перепадах температур всередині ємності утворюється конденсат, який сприяє більш швидкому природному розкладанню дизельного палива;

- потрібно ретельно виконувати усі рекомендації виробника двигуна щодо технічного обслуговування паливних фільтрів. Адже вони служать тим останнім бар'єром, що утримує негативний плив забруднення. Тому головними вимогами є обов'язкове використання оригінальних конструкцій фільтрів та суворе дотримання пропонованих термінів їхньої заміни. Паливні фільтри HITACHI мають найвищий рівень якості і забезпечують гарантований ступінь фільтрації. Те саме можна сказати й про масляні фільтри компанії для підвищення ефективності роботи гідравлічних систем екскаваторів;

- слід використовувати лише те паливо, що пройшло належний контроль якості. Неякісне паливо значно скорочує термін служби двигуна та погіршує його характеристики. Потрібно постійно контролювати якість палива шляхом відбирання проб на розмір частинок (ISO 11500:1997), клас чистоти (ISO 4406:1999) та вміст води (ASTM 6304).

Стандарт ISO 4406:1999 використовується для визначення ступеня забруднення рідин сторонніми механічними частинками. Клас чистоти за цим стандартом вимірюється як кількість частинок розміром більше або рівним 4, 6 та 14 мікрон в одному мілілітрі рідини. Він повинен мати значення не менше 18/16/13. Цей вираз у випадку застосування спеціального лічильника частинок розшифровується наступним чином:

- 18: 40 < кількість сторонніх частинок розміром більше або рівним 14 мкм на 1 мл < = 80;

- 16: 320 < кількість сторонніх частинок розміром більше або рівним 6 мкм на 1 мл < = 640;

- 13: 1300 < кількість сторонніх частинок розміром більше або рівним 4 мкм на 1 мл < = 2500.

В табл. 4.4 приведені характеристики механічних домішок в дизельному паливі згідно з вимогами стандарту ISO 4406:1999.

Таблиця 4.4 – Характеристики механічних домішок в дизельному паливі згідно з вимогами стандарту ISO 4406:1999.

Номер за шкалою ISO 4406	Кількість механічних частинок в 1 мл палива	
	Більше	Менше або дорівнює
22	20000	40000
21	10000	20000
20	5000	10000
19	2500	5000
18	**1300**	**2500**
17	640	1300
16	**320**	**640**
15	160	320
14	80	160
13	**40**	**80**
12	20	40
11	10	20
10	5	10
9	2,5	5
8	1,3	2,5
7	0,64	1,3

Для зручності виконання операцій технічного обслуговування екскаватора передбачені наступні конструктивні рішення [16]:

- комфортний доступ до широкого майданчику для обслуговування, який відрізняється наявністю достатнього простору для швидкого і зручного огляду обладнання та його обслуговування;

- складні сходи з широкими сходинками для доступу до основних вузлів машини (рис. 4.5);

- зручна заміна зубів ковшу. Інноваційна конструкція зубів та міжзубних сегментів ковшу дає можливість знизити витрати часу на їхнє обслуговування;

- захисна перегородка між відсіками двигуна та гідронасосу у вигдялі сталевого бар'єру знижує теплопередачу та зменшує ймовірність можливого ушкодження конструкційних елементів;

- система автоматичного змащення, яка подає мастило в автоматичному

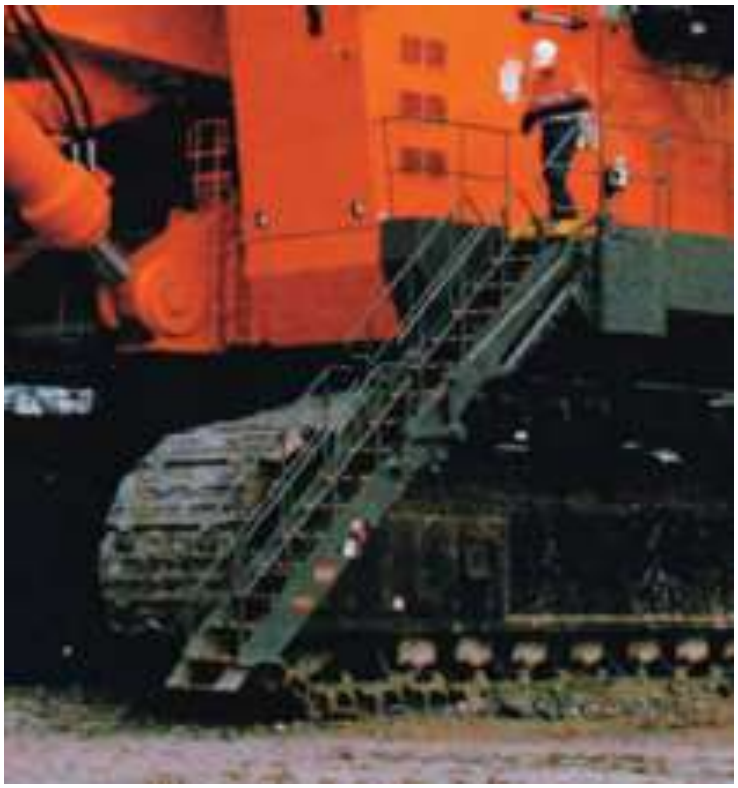


Рисунок 4.5 – Складні сходи для доступу до основних вузлів екскаватора

режимі в шарніри робочого обладнання та в поворотний пристрій, усуває необхідність в ручному змащенні і виключає тим самим необхідність щоденного виконання трудомістких змащувальних операцій. В стандартній комплектації екскаватора система автоматичного змащення постачається запасним насосом.

Підвищенню якості роботи екскаваторів фірми HITACHI, в тому числі моделі EX8000-6 сприяє можливість безперервного цілодобового моніторингу та контролю техніки, яка працює у будь-якій точці світу, за допомогою онлайн-системи видаленого керування Global e-Service.

ВИСНОВКИ

В роботі розглянуто конструкцію одного з найкрупніших у світі кар'єрних екскаваторів гідравлічного типу – EX8000-6, створеного японської фірмою HITACHI. Цей розробник різноманітного промислового обладнання, в тому числі гірничодобувного, давно отримав репутацію виробника надзвичайно якісної та надійної продукції, здатної задовольнити потреби найвибагливіших клієнтів. Зокрема, екскаватори HITACHI успішно працюють в кар'єрах усього світу, у найважчих гірничогеологічних та кліматичних умовах експлуатації.

Установка EX8000-6, як показав виконаний в роботі аналіз її конструктивних та робочих характеристик, не є виключенням з цього загального правила компанії. Екскаватор відрізняється високими показниками потужності і продуктивності, забезпечує виконання циклу виймання та навантаження гірничої маси з найменшими втратами часу на маневрові операції, його конструкція характеризується ретельно продуманою досконалістю вузлів, деталей та робочих систем, що в цілому забезпечує найвищі техніко-економічні показники роботи машини, надійність, зручність і комфорт керування та технічного обслуговуваня.



Рисунок 4.2 – Робочий момент екскаватора HITACHI EX8000-6 в кар’єрі під час завантаження самоскиду гірничою масою

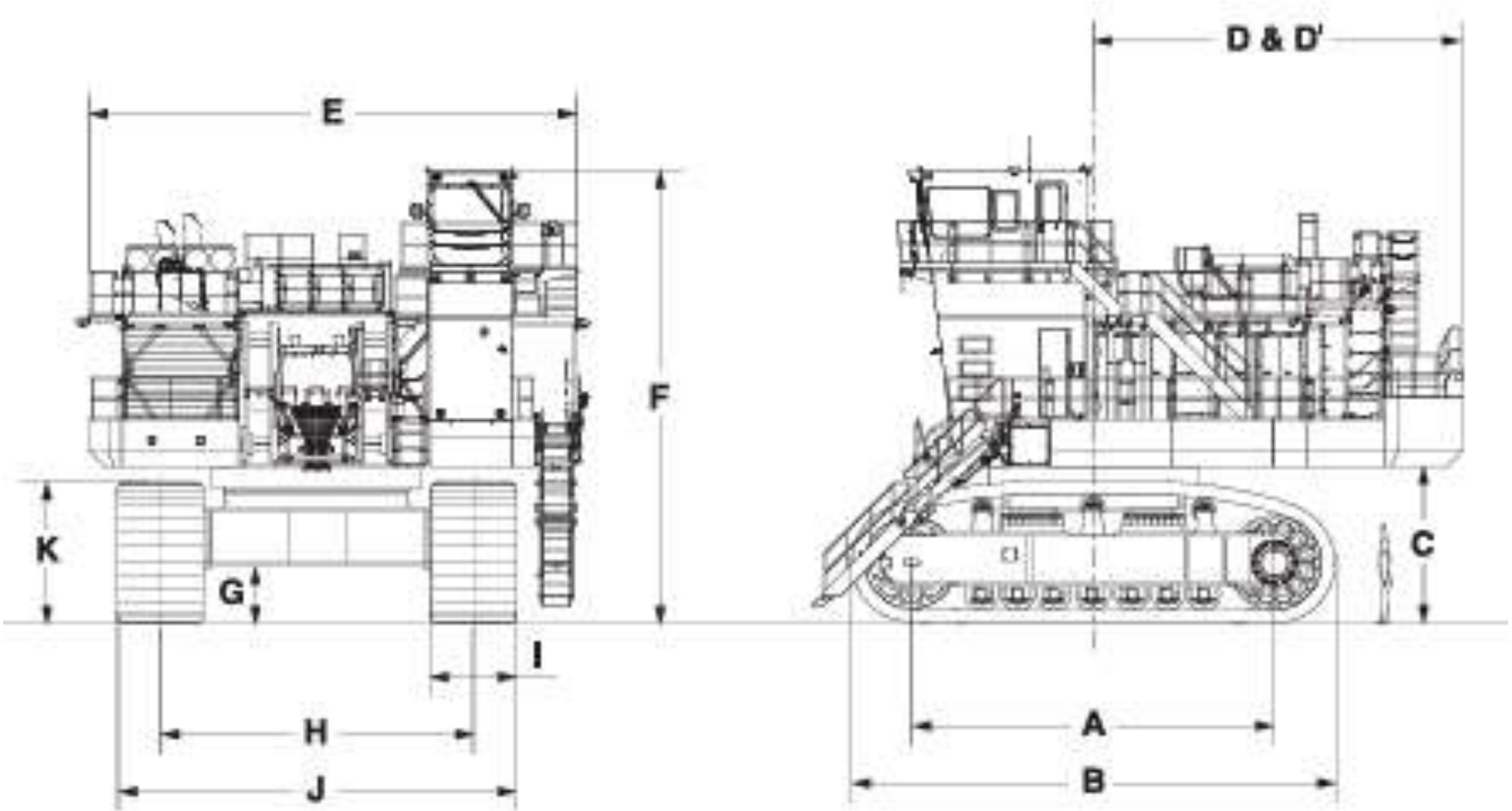


Рисунок 4.1 – Габаритні розміри екскаватора HITACHI EX8000-6 з дизельним приводом (без робочого обладнання) (розміри див. в табл. 4.1)

Таблиця 1.1 – Основні характеристики екскаваторів HITACHI серії EX-6

Модель	Номінальна потужність двигуна за DIN 6271, кВт	Експлуатаційна маса, кг	Ємність ковшу, завантаженого згідно з SAE, PCSA, $м^3$	Максимальна глибина копання, мм	Зусилля на ківшу згідно з ISO*, кН
EX1200-6	567	114000	5,2-6,7	8050-9380	569
EX1900-6	810	191000	11,0-15,0	5920	660-612
EX2600-6	1119	252000	15,0-16,5	8570	943-873
EX3600-6	1450	361000	21,0-23,0	8580	1050
EX5600-6	1119 x 2	533000	27,0-29,0	4550-4800	1710-1590
EX8000-6	**1400 x 2**	**805000**	**40,0**	**4100**	**2230**

*Різні значення у залежності від моделі

Таблиця 4.3 – Максимальні величини вантажопідйомності С машини в залежності від радіусу завантаження А, висоти точки прикладання навантаження В та орієнтації робочого обладнання під час роботи екскаватора (див. схему на рис. 4.3)

Умови	Висота точки прикладання навантаження В, м	Вантажопідйомність С, т												
		Радіус завантаження А, м										При максимальному вильоті, м		
		12		14		16		18		20				
		↑	→	↑	→	↑	→	↑	→	↑	→	↑	→	м
EX8000-6 / EX8000E-6	12							42,9	42,9			24,6	24,6	21,3
Стріла BE – 11500 мм	10					53,3	53,3	50,8	50,8			25,3	25,3	21,5
Рукоятка BE – 5800 мм	8			62,0	62,0	61,5	61,5	57,2	57,2			26,8	26,8	21,6
Ківш:	6			92,2	92,2	77,0	77,0	65,9	65,9	39,3	39,3	29,2	29,2	21,4
SAE, PCSA – 43,0 м^3	4			119	119	96,5	96,5	76,9	76,9	43,8	43,8	32,7	32,7	20,9
CECE – 38,0 м^3	2			120	120	96,5	96,5	78,2	78,2			27,5	27,5	20,2
Гусеничні башмаки – 1850 мм	**0 (рівень стоянки)**			**116**	**116**	**92,8**	**92,8**	**73,4**	**73,4**					
	-2	129	129	105	105	83,8	83,8	62,9	62,9					
	-4	106	106	87,2	87,2	66,8	66,8							

Примітки:
1. ↑ – вантажопідйомність при орієнтації робочого обладнання вперед;
→ – вантажопідйомність при орієнтації робочого обладнання у бік або при повороті на 360°.
2. Номінальні значення згідно SAE J1097
3. В таблиці вказані навантаження, обмежені гідравлічною потужністю машини.
4. Вантажопідйомність машин серії EX не перевищує 75% перекидного навантаження машини, що стоїть на твердій та рівній поверхні або 87% повної гідравлічної потужності.
5. Точка прикладання потужності – гак, розташований на задній поверхні ковшу (не відноситься до стандартного обладнання).

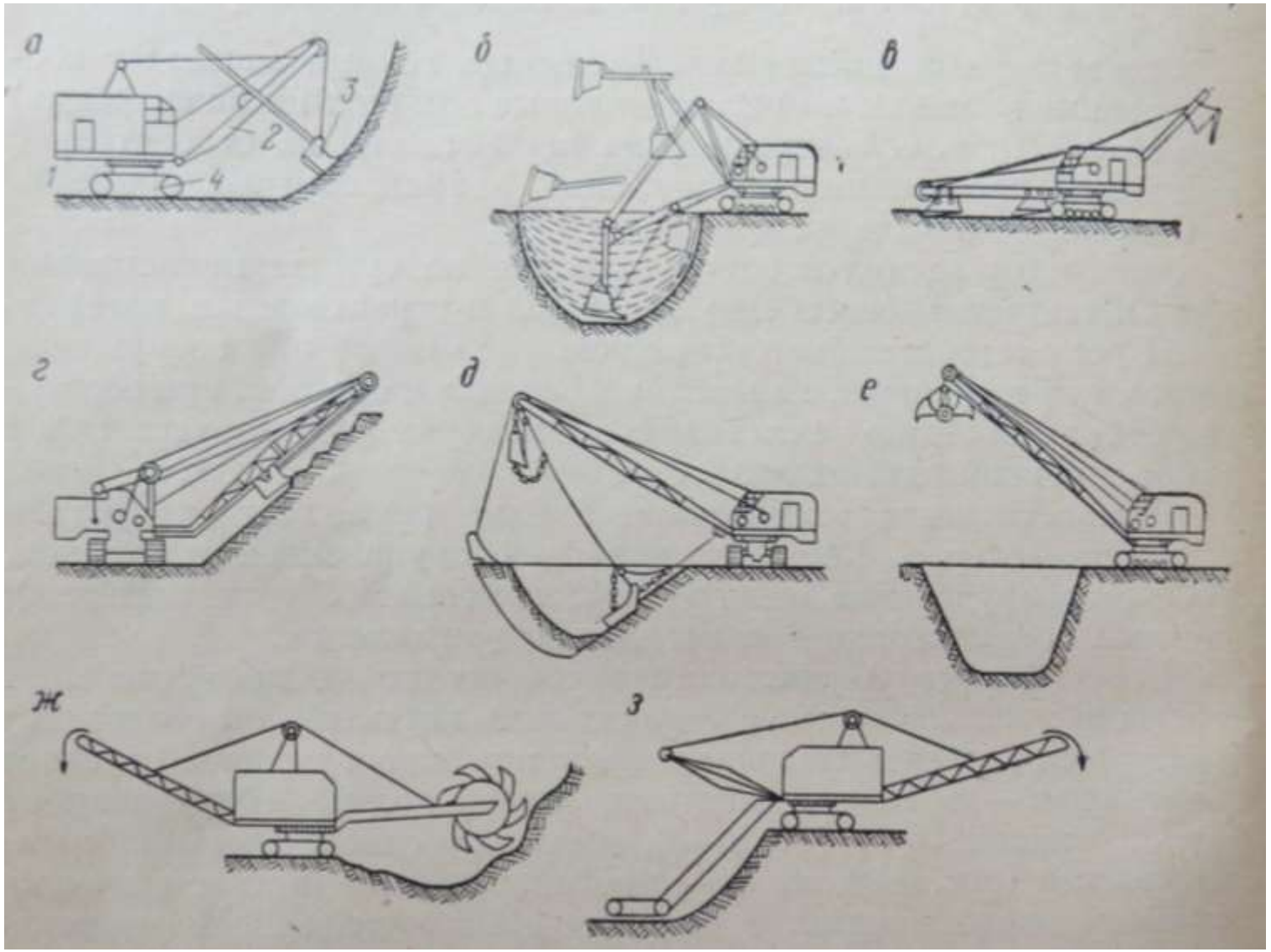


Рисунок 1.1 – Основні типи та вузли конструкції екскаватора:
а – пряма механічна лопата (1 – поворотна платформа; 2 – стріла; 3 – ківш; 4 – ходова частина); *б* – зворотна механічна лопата; *в* – струг; *г* – відкосоутворювач; *д* – драглайн; *е* – грейфер; *ж*, *з* – багатоковшеві екскаватори

Лист регистрации изменений

Изм	новых				Всего листов (страниц) в	№ документа	Входящий номер сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	изъятых					