Штефан Сергій Денисович

Бакалаврська робота

Аналіз технологічних можливостей та конструктивних особливостей важкого гірничого та загальнопромислового обладнання компанії Caterpillar Inc

Керівник **доц., к.т.н. Хруцький А.О.**

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

ВСТУП

Головними постачальниками нової техніки для гірничодобувних, будівельних, транспортних підприємств є вітчизняні, а в останній час все частіше, відомі закордонні машинобудівні компанії, які, як правило, забезпечують повний життєвий цикл свого обладнання: дослідження, проектування, виготовлення та супроводження процесу його експлуатації з точки зору технічного обслуговування, виробництва і поставки запасних частин та ремонту машин.

Зокрема, сьогодні гірниче (і в тому числі гірничорудне) машинобудування представляє собою сучасну високорозвинену галузь, що характеризується участю у виробництві машин значної кількості провідних світових фірм з надзвичайно широкою номенклатурою виробів різних розмірів і маси для виконання різноманітних технологічних операцій, пов'язаних з підготовкою, очисним вийманням, навантаженням та транспортуванням видобутої мінеральної сировини. До цієї техніки, яка працює у надзвичайно важких умовах експлуатації, ставляться високі вимоги з точки зору ефективності та надійності. Такі машини повинні витримувати значні статичні та динамічні навантаження, успішно протистояти процесам корозії та зносу, бути максимально пилонепроникними та вибухобезпечними, мати обмежені габаритні розміри в разі застосування в підземних умовах тощо [1-11].

Гірнича та важка промислова закордонна техніка, що надходить в наш час на підприємства України, відрізняється, як правило, високим технічним рівнем, який забезпечується тривалим досвідом її виробництва світовим лідерами у цих галузях машинобудування, жорсткими вимогами до загальної якості та надійності своїх виробів. Ця продукція стабільно користується високим рівнем попиту незважаючи на її підвищену вартість. Але вона істотно виграє на тлі продукції вітчизняного виробництва, якої залишається все менше і менше. Такі обставини змушують підприємства України орієнтуватися на зростаючі обсяги використання закордонної техніки, а задачі її надійної експлуатації – на пошуки сучасних високоефективних систем технічного обслуговування та ремонту машин.

Американська фірма Caterpillar Inc входить до числа найбільш відомих та авторитетних світових виробників гірничої та важкої загальнопромислової техніки. Більш ніж столітня історія компанії характеризується постійним прагненням її фахівців як до створення машин найвищого рівня якості, так і до забезпечення супроводження процесу її експлуатації найкращим сервісом. Причому останнім часом все більша частина доходів фірми припадає на випуск найбільш складної продукції, якою є силові установки. Усе це в комплексі позбавляє клієнтів компанії багатьох проблем, пов'язаних з експлуатацією придбаної техніки.

Представлена робота присвячена аналізу номенклатури виробництва продукції важкого машинобудування компанії Caterpillar Inc та особливостей конструктивного виконання деяких головних її вузлів. З урахуванням помітної присутності цієї техніки у багатьох галузях промисловості України, у тому числі гірничорудній, важливість та актуальність теми роботи не викликають жодних сумнівів.

Об'єкт роботи – технологічні процеси підготовки, очисного виймання, навантаження та транспортування мінеральної сировини.

Предмет роботи – важка промислова техніка компанії Caterpillar Inc.

1 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОБЛАДНАННЯ

1.1 Аналіз вітчизняних особливостей експлуатації важкого гірничого та промислового обладнання для навантаження і транспортування мінеральної сировини

Існуючий стан механізації процесів навантаження, перевантаження та транспортування значних обсягів гірничих порід під час виконання гірничодобувних, будівельних, дорожніх, гідротехнічних та інших подібних робіт у багатьох галузях економіки характеризується, з одного боку, широким застосуванням потужної техніки, яка уможливлює реалізацію величезних виробничих задач, а, з іншого – наявністю значної кількості фізично та морально застарілих машин, що не відповідають сучасним вимогам і не забезпечують потрібних техніко-економічних показників підприємств, які їх експлуатують.

У першу чергу це пояснюється низькою рентабельністю такої техніки через великі витрати на утримання, ремонт та експлуатацію машин. Чим більше термін служби механічного обладнання, тим менше стає його продуктивність, адже значну частку робочого часу приходиться витрачати на відновлення працездатності машин, які довгий час знаходяться в ремонті або в режимі його очікування. Фактична тривалість ремонтів часто в декілька разів перевищує нормативну, а їхня якість, як правило, має низький рівень.

В подібних обставинах важливість та актуальність докорінного переозброєння механічного парку підприємств згаданих галузей не викликає жодних сумнівів. Проте, сучасний стан вітчизняного важкого машинобудування не дає можливості сподіватися на оновлення цього парку, принаймні у більш-менш наближені часи. Тому залишається робити ставку на імпортне обладнання.

Описане положення викликає стабільно високий попит на закордонну техніку, причинами якого можна назвати наступні:

- продаж такої техніки у розстрочку та на пільгових умовах завдяки активному кредитуванню її виробників банками та урядами відповідних країн;

- суттєво вищий технічний рівень закордонної техніки у порівнянні з вітчизняною. Вона, як правило, має меншу вагу, більші параметри продуктивності і потужності, більші величини ресурсу до списання та напрацювання на відмову, кращі показники ергономіки, екології, дизайну та безпеки праці;

- низькі експлуатаційні витрати, які виправдовують стратегію придбання машини з більшою початковою вартістю, але суттєво економічнішою під час використання за призначенням.

В якості ілюстрації останньої тези на рис. 1.1 приведені порівняльні характеристики процесів придбання та утримання бульдозерів різних виробників, закордонних та вітчизняних (СРСР та СНД). На графіку добре видно, що на початковому етапі експлуатації машини закордонних виробників відрізняються значними питомими витратами на виконання одиниці роботи через відносно високі початкові вартості. Однак, під час експлуатації машин цей показник неухильно знижується. Зокрема, у машини Caterpillar найвищий рівень початкових питомих витрат зрештою зрівнюється з показниками машин конкурентів. Що пояснюється високою надійністю та добре продуманою системою технічного обслуговування та поточного ремонту обладнання Cat®.

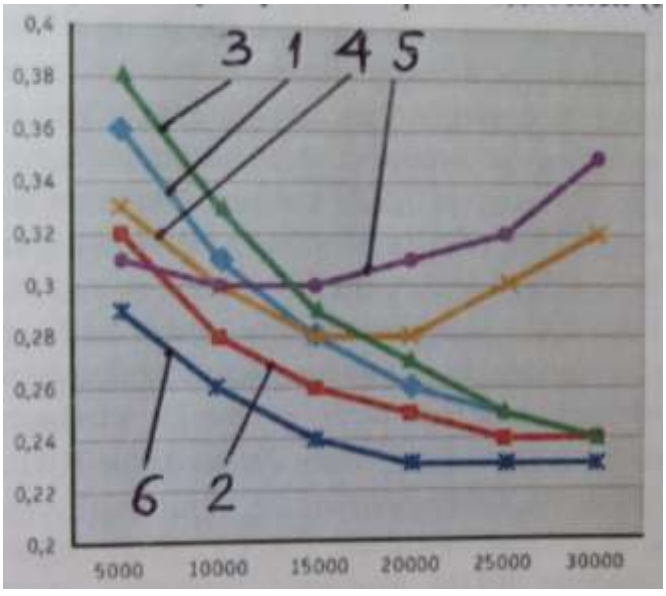


Рисунок 1.1 – Змінення питомих витрат на процес переміщення 1 м^3 грунту під час експлуатації бульдозерів різних виробників: 1 – Komatsu D155AX (Японія); 2 – Dressta TD 25G (Польща); 3 – Caterpillar D8R (США); 4 – Liebherr PR 752 (Німеччина); 5 – промисловий трактор Т-2; 6 – ЧТЗ ДЕТ-250

Предметом імпорту стають також вживані конструкції описаної вище техніки. На ринку вторинної продукції активно працюють численні постачальники , які спеціалізуються на перепродажу машин після капітального ремонту. В умовах України з економікою, що розвивається, рішення щодо придбання вживаної техніки стає цілком доцільним, адже, по-перше, така стратегія використовується в усьому світі і в деяких країнах частка ринку обладнання, що припадає на неї, сягає 20%. По-друге, така техніка значно дешевша нової, а, значить, з нею можна легше і швидше почати свій бізнес. Найважливішими перевагами якісної вживаної закордонної техніки є її порівняно невеликий вік та добрий догляд в період первинної експлуатації.

Інтенсивне практичне використання важкої землерийної та вантажної техніки імпортного виробництва, з одного боку, дозволили її господарям суттєво підвищити ефективність своїх робіт, а, з іншого – загострили проблему підтримки обладнання у постійному працездатному стані. Розвиток техніки йде шляхом ускладнення конструкцій вузлів та агрегатів машин, зростання їхнього енергоозброєння та рівня комп'ютерізації. Усе це обумовлює серйозне ускладнення процесу сервісного обслуговування механічного, електричного та гідравлічного обладнання установок. А між тим сучасний споживач вимагає гарантії негайного та якісного усунення технічних несправностей, що виникають під час експлуатації машин. Замовник економічно зацікавлений в мінімізації простоїв обладнання з технічних причин і, в першу чергу, в періоди планових та аварійних ремонтів.

Аналіз життєвих циклів важкої землерийної техніки показує, що, як правило, практика її експлуатації суттєво відрізняється від теоретичних показників. Наприклад, фактичні витрати часу на технічне обслуговування майже у півтора рази перевищують вказані в інструкціях заводів-виготовлювачів, на аварійні ремонти припадає більше 10% часу життєвого циклу, а майже 30% його тривалості витрачається на вимушені простої та транспортування до місця роботи.

Сьогодні володарі такої техніки повинні вибрати раціональну стратегію технічного обслуговування та ремонту обладнання з наступних можливих:

- створення власної системи, яка потребуватиме закупівлі відповідного об-

ладнання та інструменту, організації закордонних поставок, формування процесу складського накопичення запасних частин, підготовки висококваліфікованих ремонтних кадрів тощо;

- користування послугами ремонтних компаній, які застосовують найдешевші комплектуючі елементи і не займаються відновленням агрегатів і вузлів. А це забезпечує лише мінімальний ресурс техніки після ремонту;

- залучення вже готових ресурсів спеціалізованих сервісних організацій, які мають власну виробничу базу і підрозділи, що організують поставки як оригінальних комплектуючих, так і запасних частин від відомих гуртових постачальників. В цьому випадку зусилля виробничників можуть бути зосереджені виключно на питаннях, що приносять реальний прибуток.

Звісно, останній варіант представляється найбільш доцільним і не дивно, що власники дороговартісної імпортної техніки все менше схильні довіряти її ремонт своїм технічним службам та стороннім організаціям, а тим більше окремим особам, які не мають жодних умов та вмінь для цього. Не завжди готові брати на себе відповідальність за гарантійне, а тим більше післягарантійне технічне обслуговування та ремонт машин дилери провідних світових виробників описаної техніки. Більшість представлених в Україні торгових марок мають у своєму штаті лише декілька сервісних робітників, здатних усунути дрібні несправності або провести планове технічне обслуговування у вигляді заміни фільтрувальних елементів або навісного обладнання. І дуже мало таких, що володіють на території країни власними ремонтно-виробничими потужностями, які б забезпечували можливість проведення кваліфікованого капітального ремонту машин, не говорячи вже про відновлювальний ремонт базових деталей та вузлів, що, як правило, потрібний для установок з великими термінами служби.

Таким чином, найкращим рішенням цієї проблеми є співробітництво зі спеціалізованими фірмами з хорошою організацією своїх технічних служб, здатних забезпечити повномасштабний сервіс, капітальний ремонт та відновлення техніки від будь-якого виробника.

Аналіз характерних несправностей екскаваторів та бульдозерів показує, що

вирішальну роль у підвищенні технічного рівня машин відіграють двигуни, приводи ходу та робочих органів, а також безпосередньо останні. В табл. 1.1 та 1.2 приведені усереднені дані щодо розподілення несправностей відповідно по цілій подібній машині та по її двигуну. В якості останнього основним джерелом енергії важкої землерийної техніки служать дизельні двигуни переважно рідинного охолодження.

З таблиць видно, що основна частка несправностей припадає на двигуни та їхні навісні агрегати. Тому безвідмовна робота обладнання визначається в першу чергу якістю ремонту цих відповідальних вузлів.

Таблиця 1.1 – Усереднені дані щодо розподілення несправностей конструкцій екскаваторів та бульдозерів

Найменування вузла	Значення, %
Двигун та його навісні агрегати	**69,0**
Ходова частина	8,9
Бортовий редуктор	1,2
Трансмісія	3,8
Бортовий фрикціон	1,5
Гідравлічна система	3,8
Електрична частина	3,6
Радіатор	0,9
Інші несправності	7,6

1.2 Важливість заходів технічного обслуговування та ремонту обладнання

Використання раціональної системи технічного обслуговування і ремонту є однією з найбільш важливих складових процесу ефективної експлуатації техніки, особливо такої, що працює у подібних надзвичайно складних і важких умовах роботи.

На сьогоднішній день імпортна техніка експлуатується за принципом обслуговування «за напрацюванням». Проте, усе більш нагальною задачею стає за-

Таблиця 1.2 – Усереднені дані щодо розподілення несправностей двигуна та його навісних агрегатів (див. табл. 1.1)

Найменування вузла	Значення, %
Головка блоку	3,4
Колінчастий вал	10,2
Блок циліндрів	3,9
Циліндро-поршнева група	13,8
Масляний насос	3,3
Масляний радіатор двигуна	3,3
Форсунки	8,5
Паливний насос	8,3
Турбонагнітач	11,7
Водяний насос	1,1
Вентилятор	0,3
Генератор	0,5
Стартер	0,4

печення наукового прогнозування залишкового ресурсу машин для гарантування безаварійної роботи обладнання у заданий проміжок часу , що особливо важливо в умовах постійного старіння парку.

Вирішення даної проблеми можливо двома шляхами:

- створенням універсальних діагностичних систем на основі високовартісних діагностичних комплексів;

- додатковим обладнанням машин простими збирачами основних діагностичних параметрів з передачею цієї інформації за допомогою сучасних засобів зв'язку в спеціальні діагностичні центри для переробки та аналізу.

Дуже важливим тут є правильний вибір діагностичних параметрів (теплотехнічних, віброакустичних, аналізів палива, олив, охолоджувальних рідин тощо). Наприклад, для надійного прогнозування граничних станів двигуна, його основних агрегатів та вузлів головну інформативну інформацію може дати саме аналіз показників якості моторного масла.

З огляду на це, все більш необхідним представляється перехід від технічного обслуговування «за напрацюванням» до системи «за наявним технічним станом».

Ефективність використання описуваної важкої техніки у значному ступені залежить від своєчасної поставки якісних запасних частин. Надійність зарубіжної техніки багато в чому пояснюється саме можливістю термінового надання якісного сервісу у вигляді постачання оригінальних надійних запасних частин, що випускаються загальновизнаними гуртовими виробниками. Тому виготовлення та реалізація такої продукції є одним з найбільш перспективних та прибуткових сегментів сервісного обслуговування техніки.

В умовах конкурентної боротьби різних світових виробників техніки та приблизно однакової якості їхньої продукції лише професіоналізм дилерів та сервісних підрозділів здатний забезпечити успіх тієї чи іншої фірми на конкретному ринку збуту. Саме надійне технічне обслуговування стає його запорукою.

1.3 Особливості організації процесів технічного обслуговування та ремонту важкої навантажувальної та транспортної техніки

Життєвий цикл будь-якої машини складається з наступних етапів:

1. Прийняття рішення щодо придбання машини.

2. Придбання машини.

3. Підготовка машини до її використання (доставка, збирання, монтаж, налаштування).

4. Уведення машини в процес експлуатації.

5. Використання машини за призначенням.

6. Підтримка машини у працездатному стані (заходи технічного сервісу – технічне обслуговування та ремонт).

7. Транспортування.

8. Зберігання.

9. Прийняття рішення щодо припинення процесу використання.

10. Зняття машини з експлуатації

11. Утилізація машини.

Як видно, більшість елементів життєвого циклу (з 4 по 9) утворюють процес експлуатації машини. А ступінь досконалості та якості технічного сервісу має вирішальний вплив на:

- простої машини за технічними причинами та її продуктивність під час використання за призначенням (елемент 5);

- витрати на експлуатацію машини (елементи 4-8);

- термін служби установки (елемент 9);

- величину ринкової вартості машини (елемент 10);

- здоров'я персоналу (елементи 5-8);

- обсяги браку в роботі машини (елемент 5).

Високоефективний процес організації технічного сервісу характеризується наступними особливостями:

- орієнтацією останнього на максимальні показники продуктивності та терміну служби машин, мінімізацію вимушених простоїв за технічними причинами та витрат на експлуатацію техніки, а також максимізацію ціни її продажу після закінчення експлуатації;

- тенденцією скорочення числа ремонтів та зростання частки ремонтів (до 80%), що виконуються до моменту настання ймовірної відмови;

- побудовою процесу на основі сучасних принципів ефективної виробничої діяльності;

- використанням прогресивних форм навчання та підвищення кваліфікації сервісного персоналу;

- високим рівнем якості матеріально-технічного забезпечення;

- намаганням продажу вживаних машин після 3-5 років експлуатації за можливо максимальною ціною (до 40-60% від ціни нової машини);

- активною участю у розвитку технічного сервісу провідних зарубіжних виробників такої техніки, у тому числі компаній Caterpillar, Komatsu, Hitachi, JCB, Volvo та інших).

Споживча цінність машини залежить від рівня її головних експлуатаційних властивостей: продуктивності, надійності та економічності. А якість технічного сервісу безпосередньо впливає на ці показники у найвищому ступені. Саме тому усі провідні виробники техніки приділяють таку увагу його розвитку.

Успішна реалізація цілей, задач та стратегій технічного сервісу можлива лише в рамках ефективної системи керування парком машин. Забезпечення високого рівня його працездатності можливо за рахунок керування характеристиками наступних процесів:

- формування парку машин;
- використання техніки;
- технічного сервісу;
- забезпечення експлуатаційними матеріалами та запасними частинами;
- забезпечення фінансовими ресурсами;
- інформаційного забезпечення усіх перерахованих процесів.

Під час формування парку машин потрібно враховувати, що на його працездатність впливають:

- можливість установки на машинах комп'ютерного обладнання, що забезпечує контроль характеристик двигуна;
- можливість виведення на дисплей в кабіні машиніста сигналів про несправність конструктивних елементів установки;
- можливість підключення ноутбуку зі спеціальною програмою для виявлення несправностей до моменту переростання їх у відмову;
- можливість установки на машину пристрою, який забезпечує операторів, сервісний персонал та власників техніки усією необхідною інформацією про стан машини та параметри її роботи;
- можливість установки на машину пристрою для передачі цієї інформації через супутник;
- потенційні можливості установки з точки зору показників надійності, зокрема безвідмовності, довговічності та ремонтопридатності (тобто рівня пристосування до проведення діагностування, технічного обслуговування та ремонту);

- забезпечення машини необхідною експлуатаційною та ремонтною документацією;

- вік техніки.

Під час експлуатації машини основне значення для її працездатності мають:

- способи керування агрегатом (манери пуску та зупинки його двигуна, частота змін напрямків руху, інтенсивність гальмування, рівень навантажень в робочому процесі тощо);

- види виконуваних робіт (екскаваторні, бульдозерні, навантажувальні);

- умови навколишнього середовища (температура, вологість, сила вітру, профілі та стан грунту);

- організація роботи обладнання (тимчасовий або постійний режими роботи);

- організація процесу транспортування машин;

- організація та якість заправки обладнання паливом.

Характер забезпечення процесу експлуатації техніки матеріальними ресурсами проявляється через використовувані способи постачання та застосування необхідних робочих рідин та запасних частин.

Для оптимального режиму забезпечення працездатності техніки необхідно передбачати капітальні витрати для створення запасів експлуатаційних матеріалів та запасних частин, оснащення сервісної служби. Крім того, потрібно враховувати витрати на останню та на амортизацію обладнання.

Інформаційне забезпечення дасть можливість отримати усі необхідні відомості щодо протікання складових процесу технічного сервісу для аналізу та оцінки його ефективності.

У наш час використовуються організаційні форми технічного сервісу, що передбачають виконання усього обсягу сервісу або силами лише власника машин, який виконує за допомогою цієї техніки певні роботи або здає її в аренду, або із додатковим залученням до цього процесу дилерів виробників цієї техніки та, в разі необхідності, інших сторонніх організацій.

Періодичність технічного обслуговування визначається виходячи з кількості відпрацьованих машиною годин, календарного часу або витрати палива в залежності від того, що відбувається раніше. Вузли та агрегати, що працюють в особливо важких умовах експлуатації (наприклад, двигуни) можуть вимагати технічного обслуговування через коротші терміни часу. Нижче для прикладу приводиться регламент технічного обслуговування двигунів вантажних автомобілів фірми Caterpillar:

- *щоденне обслуговування*, що передбачає перевірки рівнів моторного масла та охолоджувальної рідини, індикатора обслуговування очисника повітря, злив води з віддільника паливної системи та загальний зовнішній огляд агрегату;

- *профілактичні обслуговування 1 рівня*, які проводяться через кожні 17700 км (11000 міль) пробігу машини, або після витрати кожних 4150 літрів (1100 галонів США) палива, або після відпрацювання кожних 250 мотогодин, або після кожних 6 місяців роботи. Під час першого такого обслуговування обов'язково здійснюється перевірка та регулювання клапанів, а в процесі усіх таких заходів проводиться очищення або заміна у разі необхідності фільтрів, сапунів картера двигуна, радіатора, шлангів і хомутів для них, затягування елементів кріплення, перевірка рівня електроліту, огляд стану приводного пасу, охолоджувача наддувного повітря, змащення підшипників приводу вентилятора, зливання води та осаду з паливного баку;

- *профілактичні обслуговування 2 рівня*, які проводяться через кожні 161000 км (100000 міль) пробігу машини, або після витрати кожних 56850 літрів (15000 галонів США) палива, або після відпрацювання кожних 2000 мотогодин, або після кожних 2 років роботи. В процесі здійснення цих заходів оглядаються та очищаються двигун та його опора, генератор, повітряний та турбінний компресори, віброгасник колінчастого валу, водяний насос, натяжний пас, фільтруючий елемент повітряного очисника, замінюється термостат системи охолодження, перевіряються та регулюються зазори клапанів двигуна;

- *капітальний ремонт* після витрати кожних 114000 літрів (30000 галонів США) палива. Можуть мати декілька рівнів в залежності від обсягу робіт.

Компанія надає гарантію на машину тривалістю один рік, а на запасні частини для нею – на півроку. Обсяги основних систем сервісних контактів можуть бути наступними:

- do it yourself – лише поставка запасних частин; усі роботи технічного сервісу виконує власник техніки самостійно;

- do it with me – власник робить тільки найпростіші операції; за діагностику та ремонт відповідає дилер;

- full MARC contract – клієнт лише експлуатує техніку та робить абонентські внески. УСІ роботи виконує дилер.

Компанія рекомендує здійснення докладного обліку усіх заходів технічного обслуговування обладнання, що проводяться. Ці відомості мають бути доступними і зберігатися у справі двигуна. Обов'язково повинні документуватися витрати палива для правильного визначення термінів огляду та ремонту деталей, а також періодичності капітальних ремонтів (для деталей, чутливих до частоти обертання, потрібно вести облік мотогодин).

2 АНАЛІЗ ГІРНИЧОГО ТА ЗАГАЛЬНОПРОМИСЛОВОГО ВАЖКОГО ОБЛАДНАННЯ РОЗРОБКИ КОМПАНІЇ CATERPILLAR INC

2.1 Коротка історія Caterpillar Inc

Батьками-засновниками компанії свого часу стали каліфорнійські підприємці-винахідники Бенджамін Холт та Деніел Бест, які в кінці XIX і на початку XX сторіч на чолі своїх фірм Holt Manufacturing Company та Best Tractor Company були конкурентами у галузі виробництва колісних тракторів і без особливого успіху намагалися модернізувати їх з метою суттєвого підвищення прохідності машин. Згодом вони об'єднали зусилля і 24 листопада 1904 року представили на ринку свій сумісний витвір – трактор з паровим двигуном на гусеничному ходу. Ця дата стала неофіційним днем народження компанії, а вже згодом, в 1925 році злиття обох фірм було оформлено юридично під брендом Caterpillar (в перекладі з англійської – гусениця). Рушій такого роду виявився найкращим технічним рішенням для ходових частин важкого механічного обладнання, працюючого на м'яких, розпушених та болотистих важкопрохідних грунтах. У повній мірі це було визнано пізніше – в часи першої та особливо другої світових війн на прикладі танкової техніки. Достатньо сказати, що згаданий вище трактор був використаний англійцями на Західному фронті в якості першого у світі танку, тобто Холт і Бест фактично стали винахідниками нової потужної та мобільної зброї. Крім того, для військ Антанти під торгової маркою Caterpillar поставлялися трактори-тягачі, танкові двигуни, самохідні артилерійські установки та інша військова техніка.

В 1931 році фірмою був розроблений трактор з дизельним двигуном і почато його серійне виробництво на організованому в штаті Іллінойс підприємстві. Вдалий дебют моделі довів її ефективність і започаткував широке використання моторів дизельного типу на подібному обладнанні.

Номенклатура техніки, продукованої компанією, суттєво розширилася до початку 40-х років минулого століття. До класичних бензинових та дизельних

тракторів додалися грейдери, енергетичні установки та військове обладнання, яке знадобилося у зв'язку з початком другої світової війни. Наприклад, Caterpillar випускав двигуни для танків моделі М4.

Після війни виробництво фірми стало активно виходити за зовнішні ринки, зокрема на європейський та азійський. Причому акцент був зроблений не на поставку споживачам готової продукції, а на організацію збирання складових одиниць та деталей на підприємствах, відкритих безпосередньо в Європі та Азії (наприклад, у Великій Британії та Японії). До речі, одним з перших сумісних підприємств, створених в Японії за участі закордонного капіталу в 1965 році, була компанія Shin Caterpillar Mitsubishi Ltd., яка в наш час є другим за величиною японським виробником будівельної та гірничої техніки.

В середині 80-х років перелік найменувань обладнання, що випускалося Caterpillar, досяг 300 одиниць. Значну його частку, яка приносила третину прибутків, представляли двигуни різних конструкцій. Виробництва все ближче розташовувалися до клієнтів. Зокрема в Японії в цей час почалося виготовлення екскаваторів.

У 1986 році компанія отримала назву Caterpillar Inc. Подальше розширення її бізнесу ознаменувалося придбанням британської (Perkins Engines) та німецької (MaK Motoren) фірм, після чого вона стала першим у світі за обсягами виробництва виготовлювачем дизелів.

У наш час компанія представляє собою найпотужніше підприємство важкого машинобудування і лідирує за загальним обсягом продаж. Вона має понад двох сотень дилерських центрів, розташованих по усій планеті, з яких більше половини знаходяться за межами США. Кількість працюючих в них на 20 тисяч перевищує число робітників на заводах фірми [12].

Продукція компанії включає більше 300 найменувань різноманітної техніки, яку насправді можна назвати еталоном якості в машинобудуванні. У виробництві спеціальної техніки Caterpillar, що відрізняється високою продуктивністю, застосовуються передові технології, які забезпечують її найвищий технічний рівень і дозволяють удосконалювати продукцію у кожному сегменті її номе-

нклатури. Машини фірми економічні в експлуатації, а екологічній безпеці її двигунів приділяється безпрецедентна увага.

Крім спецтехніки компанія залишається одним зі світових лідерів у виробництві дизельних і газових двигунів та силових установок на їхній основі. Турбінні агрегати розробки Caterpillar, що випускаються під брендом Solar Turbines, широко використовуються в енергетичних галузях промисловості.

Процес експансії компанії на зовнішні ринки може характеризувати її тісне співробітництво з молодим Радянським Союзом. В 20-і роки Caterpillar почав поставляти в країну дизельні двигуни, а спеціалісти компанії надавали допомогу у розвитку місцевої тракторної промисловості. Ціла низка моделей радянських тракторів по суті була створена на основі гусеничних установок Холта.

Найкрупнішим дилером компанії на території центральної та східної Європи, а також Кавказу і Середньої Азії (Німеччина, Австрія, Чехія, Словаччина та країни, що виникли після розпаду СРСР, у тому числі Україна) є фірма Zeppelin International AG – дочірній підрозділ німецької компанії Zeppelin GmbH, що співпрацює з Caterpillar вже 75 років. На усій цій величезній території Zepplin у своїх 220 філіях з понад десятитисячним штатом співробітників здійснює продаж та технічну підтримку десятків тисяч машин Caterpillar. Обсяг вартості послуг компанії у 2020 році досяг 3,27 млрд.євро [12,13].

Офіційним дилером Caterpillar Inc на українському ринку з 1996 року є компанія «Цеппелін Україна ТОВ», яка пропонує техніку Cat® для гірничої, нафтогазової, лісозаготівельної та будівельної промисловості, а також широкий асортимент дизельних і газових двигунів, систем та генераторів. Штаб-квартира компанії знаходиться у Києві, а її торгові представництва розташовані по усій країні. Працює 12 філій, організована мережа сервісних центрів та пунктів продажу запасних частин. Відкрито навчальний центр для підготовки висококваліфікованих сервіс-інженерів. Комплексні технічні рішення, пропоновані компанією в галузях кар'єрної, підземної, будівельної, дорожньої та агротехніки, забезпечують зміцнення та зростання ефективності бізнесу партнерів, зацікавлених у придбанні продукції Caterpillar [14].

2.2 Огляд модельного ряду техніки фірми

Як вже говорилося вище, лінійка продукції Cat® нараховує більше 300 одиниць і задає стандарти машинобудування в багатьох галузях важкої промисловості. Компанія зосереджується на тісному співробітництві з клієнтами, надаючи міцне і надійне важке обладнання та пропонуючи найкращу систему дистрибуції і підтримки своєї продукції.

Нижче наводяться основні види механічного обладнання компанії Caterpillar Inc [12-14].

2.2.1 Виймально-навантажувальні машини (екскаватори)

Для різних промислових задач і різних умов використання пропонуються наступні види екскаваторів:

- *драглайни для розкривних гірничих робіт*. Такі конструкції знаходять використання на багатьох кар'єрах підприємств відкритої розробки корисних копалин в усьому світі. Вони високопродуктивні і забезпечують найнижчу собівартість перевантаження порід в галузі в розрахунку на 1 тонну. Машини економічні та екологічні з точки зору виділення парникових газів. Компанія випускає три моделі драглайнів, основні характеристики яких приведені в табл. 2.1. Загальний вигляд флагманської машини цього типу (Cat® 8750), найбільш потужної з них, показаний на рис. 2.1;

Таблиця 2.1 – Основні характеристики драглайнів Caterpillar

Модель	Показники		
	Місткість ковшу, $м^3$	Довжина стріли, м	Приблизна робоча маса, 10^6 кг
Cat® 8000 Cat® 8200 Cat® 8750	24-34 46-61 76-116	75-101 100 109,7-132,5	1,77-1,988 3,804,1 5,8-7,5



Рисунок 2.1 – Драглайн Cat® 8750

- *електричні канатні лопати*. Такі машини поєднують в собі величезну вантажопідйомність з низькими вимогами до технічного обслуговування, високою надійністю та забезпечують тривалу роботу з мінімальними витратами на процес екскавації гірничої маси. Повністю електричні конструкції більш екологічні у порівнянні з дизельними установками, за допомогою рекуперативного гальмування вони здатні повертати невикористану електроенергію в мережу. Основні технічні характеристики трьох моделей подібних установок приведені в табл. 2.2, а загальний вигляд машини Cat® 7495 показаний на рис. 2.2;

- *гідравлічні екскаватори*. Компанія Caterpillar загалом випускає 77 моделей екскаваторів гідравлічного типу з прямими та зворотними лопатами для виконання найрізноманітніших навантажувальних та інших робіт в багатьох галузях промисловості. Серед них слід відзначити наступні:

- 21 модель міні-екскаваторів з вантажопідйомністю від 1 до 10 т, чистою потужністю від 9,6 до 51,8 кВт, експлуатаційною масою від 935 до 10432 кг та глибиною копання від 1731 до 5211мм. Машини призначені

Таблиця 2.2 – Основні характеристики електричних канатних лопат Caterpillar

Модель	Показники		
	Корисне навантаження ковшу, т	Місткість ковшу, $м^3$	Робоча маса (з ковшем та стандартними тягами), кг
Cat® 7495	109	30-62,7	1386178
Cat® 7495 (HydraCrowd)	109	30-62,7	1390714
Cat® 7495 HD	82	27,5-60,4	1295777



Рисунок 2.2 – Електрична канатна лопата Cat® 7495

для ландшафтних робіт, комунального господарства, житлового будівництва та інших робіт в умовах обмеженого простору;

- 6 моделей малих екскаваторів з чистою потужністю від 54,3 до 98,9 кВт, експлуатаційною масою від 13800 до 18400 кг та максимальною глибиною копання від 5840 до 6400 мм. Установки призначені для виконання невеликих за обсягами робіт в умовах обмежених просторів;

- 8 моделей середніх екскаваторів з вантажопідйомністю від 20 до 35 т, чистою потужністю від 109 до 203,7 кВт, експлуатаційною масою від 22000 до 34900 кг та максимальною глибиною копання від 6700 до 7260 мм. Такі машини розроблено для легкого переміщення між робочими майданчиками із забезпеченням необхідної потужності для виконання більш масштабних проектів;

- 7 моделей великих екскаваторів з чистою потужністю від 223,5 до 404 кВт, експлуатаційною масою від 36800 до 96300 кг та максимальною глибиною копання від 8210 до 9670 мм. Установки поєднують у своїй конструкції високі рівні продуктивність та надійності, які вимагають від них клієнти, з комфортом і керованістю, необхідними операторам машин;

- 5 моделей екскаваторів для руйнування будівель з експлуатаційною масою від 39800 до 64500 кг, максимальною висотою штифта на кінчику рукоятки від 12000 до 27700 мм та максимальною вагою на носу ключки від 3300 до 5650 кг. Екскаватори створені для складних робіт з демонтажу споруд та постачені для цього потужною гідравлікою, посиленою конструкцією і передовими технологіями для безпечної та ефективної роботи у найважчих умовах експлуатації;

- 2 моделі екскаваторів з великим вильотом стріли з чистою потужністю від 258,3 до 330 кВт, експлуатаційною масою від 43800 до 58100 кг та максимальною глибиною копання до 13050 мм. Конструкції призначені для виконання спеціалізованих робіт на великих дистанціях, наприклад, поглиблення водяних шляхів, вирівнювання схилів, риття глибоких траншей, обслуговування портів, укріплення узбереж, рекультивації гірничих виробок, відновлення водно-болотистих угідь тощо;

- 9 моделей колісних екскаваторів з потужністю двигуна (за ISO

14396) від 100 до 129 кВт, максимальною робочою масою від 18000 до 24845 кг та максимальною швидкістю руху від 30 до 37 км/год. Установки мають високі рівні мобільності, швидкості, потужності та надійності, що робить їх найбільш універсальними моделями у будь-якому парку обладнання;

- 14 моделей спеціалізованих конструкцій екскаваторів, призначених для задоволення особливих потреб клієнтів в різних унікальних обставинах, наприклад, для буріння фундаментів, здійснення амфібійних перевезень та робіт з поглиблення річних русел, експлуатації в лісних господарствах тощо;

- і, нарешті, 5 моделей важких кар'єрних гідравлічних екскаваторів, які забезпечують підвищене зусилля копання та високий рівень продуктивності. В табл. 2.3 приведені основні технічні характеристики цих машин, а на рис. 2.3 показаний загальний вигляд установки моделі Cat® 6060. Це найпопулярніший в галузі гідравлічний екскаватор у своєму класі, що відрізняється надзвичайною ефективністю роботи в кар'єрах разом з 240-тонними автосамоскидами Caterpillar.

Таблиця 2.3 – Основні технічні характеристики важких кар'єрних гідравлічних екскаваторів Caterpillar

Модель	Показники		
	Потужність двигуна (за SAE J1995), кВт	Корисне навантаження ковшу, т	Експлуатаційна маса, кг
Cat® 6015	615	14,6	140000
Cat® 6020	776	21,6	230200
Cat® 6030	1230	30,0	294000
Cat® 6040	1550	39,6	404600
Cat® 6060	2248	61,0	599000



Рисунок 2.3 – Важкий кар’єрний гідравлічний екскаватор Cat® 6060

2.2.2 Виймально-транспортні машини

До них відносяться:

- *екскаватори-вантажники*. Такі машини забезпечують високу продуктивність виконання робіт, пов’язаних з копанням гірничої маси, риттям траншей, засипанні тих чи інших порожнин, навантажувально-розвантажувальними операціями і заходять використання на підприємствах гірничої промисловості, загального будівництва, під час виконання ландшафтних робіт та укладання дорожніх покрить. Установки можуть працювати з різноманітним навісним робочим обладнанням і доступні замовникам у чотирьох можливих моделях, основні характеристики яких приведені в табл. 2.4. Загальний вигляд найбільш потужної з них (Cat® 444) показаний на рис. 2.4;

- *компактні та міні- гусеничні вантажники*. 21 модель таких установок забезпечують виключну продуктивність та універсальність під час експлуатації в різних галузях використання, включно із загальним будівництвом, ландшафтним

Таблиця 2.4 – Основні технічні характеристики екскаваторів-вантажників Caterpillar

Модель	Показники		
	Потужність, кВт	Експлуатаційна маса, кг	
		номінальна	максимальна
Cat® 428	52	8270	11000
Cat® 432	68	846	11000
Cat® 434	68	9170	11500
Cat® 444	68	9462	11500



Рисунок 2.4 – Екскаватор-вантажник Cat® 444

дизайном, переробкою відходів, сільським господарством, прибиранням снігу та багато іншим. Широкий асортимент навісного обладнання робить ці машини здатними на виконання практично будь-яких виробничих завдань. Конструкції мають корисну потужність (за SAE J1995:2014) від 38 до 91 кВт, номінальну вантажопідйомність (перекидне навантаження 35%) від 695 до 2050 кг та експлуа-

таційну масу від 3372 до 6200 кг. На рис. 2.5 показаний загальний вигляд компактного гусеничного вантажника Cat® 299 D3 XE з вищевказаними параметрами відповідно 82 кВт, 1620 кг та 5333 кг;



Рисунок 2.5 – Компактний гусеничний вантажник Cat® 299 D3 XE

- *потужні гусеничні вантажники*. Три існуючі моделі таких машин ефективно виконують операції розчищення території, вирівнювання грунту та інших земляних робіт, завантаження самоскидів, роботи на схилах тощо. Це ідеальні конструкції для експлуатації у важких умовах нерівних поверхонь та обмежених просторів. В табл. 2.5 приведені основні характеристики вантажників, а на рис. 2.6 – загальний вигляд найпотужнішого зразка – Cat® 973;

Таблиця 2.5 – Основні технічні характеристики потужних гусеничних вантажників Caterpillar

Модель	Показники		
	Потужність маховика, кВт	Місткість робочого органу, $м^3$	Експлуатаційна маса, кг
Cat® 953	119	1,8	15692
Cat® 963	151	2,5	20358
Cat® 973	205	3,2	29892



Рисунок 2.6 – Потужний гусеничний вантажник Cat® 973

- *компактні, малі, середні та великі колісні вантажники*. Усього компанією Caterpillar пропонується клієнтам 30 моделей такої техніки, що має широкий діапазон місткості ковшів, потужності двигунів та експлуатаційної маси. Конструкції фронтальних колісних вантажників фірми доступні у комплекті із сумісним навісним робочим обладнанням; вони задають стандарти надійності, продуктивності, паливної економічності, універсальності та комфорту оператора. Для умов кар'єрів гірничодобувних підприємств найкраще підходять великі колісні вантажники. В табл. 2.6 приведені основні технічні характеристики восьми моделей таких машин, а на рис. 2.7 показаний загальний вигляд установки Cat® 995;

- *малі, середні, великі та колісні бульдозери*. 16 моделей бульдозерів фірми Caterpillar охоплюють можливості вирішення будь-яких виробничих задач на робочих майданчиках різних галузей промисловості – від видобутку корисних копалин до оздоблювальних робіт. Зокрема, для використання на гірничорудних кар'єрах якнайкраще підходять великої серії, основні технічні характеристики установок, що її представляють, приведені в табл. 2.7. На рис. 2.8 показаний загальний вигляд найбільш потужної машини цієї серії – Cat® Д11;

- *колісні трактори-скрепери*. 13 моделей таких машин призначені для транспортування матеріалів під час різноманітних землерийних робіт. Є конструкції

Таблиця 2.6 – Основні технічні характеристики великих колісних вантажників Caterpillar

Модель	Показники		
	Потужність двигуна (ISO 14396:2002), кВт	Місткість ковшу, м^3	Стандартна експлуатаційна маса, кг
Cat® 986	335	5,0-10,3	44355
Cat® 988	432	4,7-13,0	51062
Cat® 988 XE	432	4,7-13,0	52781
Cat® 988 ГЦ	432	6,4-7,6	50996
Cat® 990	586	8,6-10,0	80974
Cat® 992	607	11,5-24,5	105882
Cat® 993	двигун Cat® C32B	12,2-23,7	133668
Cat® 995	двигун Cat® 3516E	17,2-43,6	246651



Рисунок 2.7 – Фронтальний колісний вантажник Cat® 995

з відкритим і закритим ковшем, одно- і двохмоторні, зі штовхаючим, тяговим та елеваторним механізмами. Місткість скребків установок коливається від 17,6 до 38 м^3, потужність маховика – від 304 до 475 кВт, а максимальна швидкість з ван-

Таблиця 2.7 – Основні технічні характеристики великих гусеничних бульдозерів Caterpillar

Модель	Показники		
	Модель двигуна	Потужність, кВт	Експлуатаційна маса, кг
Cat® Д9 Cat® Д10 Cat® Д11	Cat® C18 Cat® C27 Cat® C32	337 449 634	49988 70256 106824



Рисунок 2.8 – Великий гусеничний бульдозер Cat® Д11

тажем – від 53,9 до 56,1 км/год. На рис. 2.9 показаний зовнішній вигляд скрепера з відкритим ковшем моделі Cat® 631;

- *автогрейдери*. Ці установки призначені для будівництва доріг в тому числі в кар'єрах, підготовки робочих майданчиків та переміщення матеріалів. Вони можуть використовуватися в найрізноманітніших умовах експлуатації (від прокладки автомагістралей і розбудови міської інфраструктури до крупномасштабних гірничодобувних робіт) завдяки застосуванню навісного обладнання, розра-



Рисунок 2.9 – Скрепер з відкритим ковшем Cat® 631

хованого на копання, розподілення, орання та точне дотримання вимог до профілювання на різних типах рельєфу та матеріалів. Клієнти можуть вибрати потрібну машину такого роду з 10 пропонованих фірмою моделей, що мають потужність від 104 до 399 кВт, ширину леза від 3,7 до 7,3 м та експлуатаційну масу від 14496 до 74985 кг. На рис. 2.10 показаний зовнішній вигляд автогрейдера моделі Cat® 18.



Рисунок 2.10 – Автогрейдер Cat® 18

2.2.3 Транспортні машини

До цього класу обладнання відносяться наступні типи:

- *водовози* (1 модель) для перевезення води з метою пилопригнічення на під'їзних шляхах робочих майданчиків, кар'єрів та шахт (місткість резервуару для води – до 75700 л);

- *кар'єрні самоскиди* (7 моделей) для транспортування гірничої маси на гірничодобувних підприємствах з відкритою розробкою корисних копалин. В табл. 2.8 приведені основні технічні характеристики машин, а на рис. 2.11 показаний загальний вигляд установки Cat® 793;

- *позашляхові вантажні машини* (7 моделей) з номінальним корисним навантаженням від 38,2 до 91,7 т та максимальною швидкістю з вантажем від 65,9 до 79,1 км/год. Установки постачені двигунами Cat® моделей C15, C18, C27 та C32B;

- *позашляхові вантажні машини з порожнім шасі (без кузова)* (5 моделей) для спеціалізованого використання (наприклад, для водовозів). Установки можуть перевозити резервуари з водою місткістю від 34000 до 113500 л і мають вагу від 24656 до 83725 кг;

- *трьохвісні вантажні машини з шарнірно-зчленованим шасі (порожнім або постаченим кузовом самоскидного типу)* (усього 12 моделей). Перші мо-

Таблиця 2.8 – Основні технічні характеристики кар'єрних самоскидів Caterpillar

Модель	Показники		
	Номінальне корисне навантаження, т	Повна потужність (SAE J1995), кВт	Номінальна повна маса, кг
Cat® 785	147	1193	255826
Cat® 789	193	1566	324318
Cat® 793	240	1976	404000
Cat® 793F	231	1976	386007
Cat® 794 н.е.	297	2610	521631
Cat® 796 н.е.	327	2610	576072
Cat® 798 AC	372	2610	623690



Рисунок 2.11 – Кар’єрний самоскид Cat® 793

жуть використовуватися в якості водо- та сміттєвозів великої вантажопідйомності, паливозаправників тощо, а другі – для перевезення різноманітних сипких матеріалів, у тому числі гірничої маси. В табл. 2.9 приведені основні технічні характеристики 7 моделей вантажників зі самоскидним кузовом, а на рис. 2.12 загальний вигляд найбільшого з них – моделі Cat® 745.

2.2.4 Бурильне обладнання

Компанія Caterpillar пропонує своїм клієнтам 4 моделі *бурильних установок* роторного типу для проходки вибухових свердловин діаметром від 140 до 406 мм. В табл. 2.10 представлені основні технічні характеристики агрегатів, а на рис. 2.13 – загальний вигляд найбільшої з них – моделі Cat® МД6640.

2.2.5 Інші типи обладнання

Крім перерахованого вище, компанія Caterpillar випускає наступне технологічне обладнання:

- *гусеничні асфальтоукладальники* (7 моделей), *колісні асфальтоукладальники* (4 моделі), *стяжки з вібраційними трамбувальними пристроями* (3 моделі).

Таблиця 2.9 – Основні технічні характеристики трьохвісних вантажних машин Caterpillar з шарнірно-зчленованим шасі та кузовом самоскидного типу

Модель	Показники	
	Місткість кузова з гіркою (SAE 2:1), $м^3$	Номінальне корисне навантаження, т
Cat® 725	15,0	24,0
Cat® 730	17,5	28,0
Cat® 730 ЕДж	16,9	27,1
Cat® 735	20,0	32,0
Cat® 740 ЕДж	23,0	38,0
Cat® 740 ГХ	22,7	36,3
Cat® 745	26,0	41,0



Рисунок 2.12 – Трьохвісна вантажна машина з шарнірно-зчленованим шасі та кузовом самоскидного типу Cat® 745

Усі вони використовуються під час укладання дорожнього покриття, причому перші забезпечують чудове зчеплення при виконанні робіт, що потребують широкої тяги або використання великих транспортних засобів для доставки суміші; другі відрізняються прекрасною мобільністю на робочому майданчику під час здійснення робіт, що вимагають частого переміщення укладальника; треті

Таблиця 2.10 – Основні технічні характеристики бурильних установок Caterpillar

Модель	Показники		
	Діаметр свердловини, мм	Осьове зусилля, кН	Тип двигуна
Cat® MD6200 Cat® MD6250 Cat® MD6310 Cat® MD6640	140-200 165-250 229-311 270-406	до 158 до 294 до 390 до 640	Cat® C18 Cat® C27 Cat® C32B асинхронний змінного струму, 597 кВт



Рисунок 2.13 – Бурильна установка Cat® МД6640

постачені гідравлічним регулюванням ширини та плитами з електричним підігрівом і доступні у варіантах із заднім або переднім подовжувачем;

- *фрези для зрізання старого дорожнього покриття* (8 моделей). Установки мають ширину фрезерування від 1000 до 2505 мм, потужність від 256 до 601 кВт та експлуатаційну масу від 21215 до 35175 кг;

- *компактори* (усього 36 моделей), призначені для ущільнення різних матеріалів. До них відносяться ущільнювачі для сміттєзвалищ (3 моделі), ущільнювачі грунту з трамбувальними колесами (1 модель), тандемні вібраційні котки (15 моделей) та вібраційні ущільнювачі грунту (17 моделей). Усі ці установки забезпечують надзвичайне ефективне ущільнення грунту, відходів під час поховання відходів та різних видів дорожнього покриття;

- *трубоукладальники* (2 моделі) з потужністю маховика 238 кВт та вантажопідйомністю від 77111 до 97976 кг;

- *дорожні регенератори (рекультиватори)* (4 моделі) для подрібнення асфальтобетонного шару та змішування його з підстильною основою з метою стабілізації зношених шляхів. Установки мають ширину фронту різання/змішування 2438 мм, повну потужність від 310 до 568 кВт та максимальну експлуатаційну вагу від 25960 до 36014 кг;

- *гусеничні перевантажники* (3 моделі) *та колісні перевантажники* (6 моделей) для переробки різноманітних матеріалів. Вони постачені змінними робочими органами – грейфером, ковшем-маніпулятором та магнітом. Установки мають максимальний радіус дії робочого органу від 9280 до 18060 мм та експлуатаційну масу від 24500 до 100700 кг.

2.2.6 Підземна техніка

Розглянуте в п.п. 2.2.1-2.2.5 обладнання призначено для використання на поверхні. Але Caterpillar спеціалізується також на виготовленні машин для підземних умов видобутку корисних копалин. Серед них слід відзначити останні:

- *підземні ковшові навантажувально-доставкові машини (LHD)* (6 моделей) з екологічними дизельними, дизель-електричними та акумуляторними електричними приводами. В табл. 2.11 приведені основні технічні характеристики цих машин, а на рис. 2.14 – загальний вигляд установки Cat® R1700 XE;

Таблиця 2.11 – Основні технічні характеристики підземних ковшових навантажувально-доставкових машин Caterpillar

Модель	Показники		
	Номінальна вантажо-підйомність, кг	Потужність двигуна, кВт	Модель двигуна
Cat® R1300H (дизель)	6800	117	Cat® 3306B DITA
Cat® R1600H (дизель)	10200	202	Cat® C11
Cat® 1700 р. (дизель)	15000	257	Cat® C13
Cat® R3000H (дизель)	20000	299	Cat® C15
Cat® R1700 XE (елек-тричний акумулятор)	15000 (ківш 5,7-7,5 $м^3$)	250	-
Cat® R2900 XE (дизель-електричний)	18500	335	-



Рисунок 2.14 – Підземна ковшова навантажувально-доставкова машина Cat® R1700 XE

- *підземні самоскиди* (3 моделі). В табл. 2.12 приведені основні технічні характеристики установок, а на рис. 2.15 – загальний вигляд машини Cat® 45 г. н.е.

Усю техніку, що пропонує компанія Caterpillar, можна сміливо вважати еталоном якості у машинобудуванні. Під час її виробництва використовуються

Таблиця 2.12 – Основні технічні характеристики підземних самоскидів Caterpillar

Модель	Показники		
	Номінальна вантажо-підйомність, кг	Потужність двигуна, кВт	Модель двигуна
Cat® 30 г. н.е. Cat® 45 г. н.е. Cat® 63 г. н.е.	30000 45000 63000	299 446 593	Cat® C15 Cat® C18 Cat® C27



Рисунок 2.15 – Підземний самоскид Cat® 45 г. н.е.

новітні технології, що забезпечують найвищий технічний рівень машин. Техніка фірми відрізняється високою продуктивністю, економічністю та екологічністю в експлуатації.

На рис. 2.16 показаний робочий момент завантаження самоскиду Cat® 775 гірничою масою за допомогою колісного вантажника Cat® 990 [15].

Крім розглянутої номенклатури обладнання, компанія Caterpillar залишається лідером у виробництві дизельних і газових двигунів та силових установок на їхній основі. Компанія випускає також турбінні установки під брендом Solar Turbines, які широко застосовуються в енергетиці та промисловості.

3 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОНСТРУКТИВНОГО ВИКОНАННЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ ТА СИЛОВИХ ПЕРЕДАЧ МАШИН CATERPILLAR

Як вже було зауважено вище (див. п. 1.1 і табл. 1.1), основна частка несправностей важкого промислового обладнання для виймально-навантажувальних та виймально-транспортних робіт припадає на двигуни з усіма їхніми навісними агрегатами та на силові передачі машин. Тому логічно буде зупинитися, насамперед, на проблемах, що пов'язані з цими відповідальними вузлами.

3.1 Класифікація та основні схеми двигунів внутрішнього згоряння

Двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ) є одними з найбільш розповсюджених рушіїв у сучасній промисловості. Достатньо сказати, що за оцінками дослідників, цими двигунами виробляється більше 80% енергії, створюваною усіма тепловими двигунами у світі. Принцип дії ДВЗ полягає в перетворенні теплової енергії палива, що горить в його циліндрах, на механічну енергію, яка потрібна для дії різноманітних робочих органів машин. В основному використовуються поршневі конструкції ДВЗ, в яких гази, що утворюються під час згоряння палива, впливають на рухомі в циліндрах поршні.

Усі ДВЗ можна класифікувати наступним чином:

- *за видом палива*: бензинові; дизелі. Перші є найбільш потужними за питомими показниками, а другі – найбільш економічними та екологічними з вищим коефіцієнтом корисної дії (за інших рівних умов витрати палива у дизелів на 25-35% менші у порівнянні з бензиновими конструкціями);

- *за способом утворення суміші для згоряння*: із зовнішнім утворенням; з внутрішнім утворенням. У перших паливна суміш готується поза циліндрами (в карбюраторі або у впускному трубопроводі) і поступає в циліндри у готовому вигляді. У других приготування суміші відбувається безпосередньо в циліндрах шляхом впорскування в них палива;

- *за способом наповнення циліндрів паливною сумішшю*: без наддуву; з наддувом. У першому випадку наповнення циліндрів паливом здійснюється за рахунок розрідження, що утворюється в них під час руху поршнів з верхнього крайнього положення у нижнє. У конструкціях з наддувом гаряча паливна суміш подається в циліндри під тиском, створюваним компресором;

- *за способом займання паливної суміші*: від електричної іскри (в бензинових моделях за допомогою запальних свічок); від стискання (в дизелях шляхом самозаймання);

- *за типом робочого процесу*: чотирьохтактні (повний робочий цикл здійснюється за чотири такти: впуск, стискання, робочий хід, випуск; такі цикли послідовно повторюються під час роботи двигуна);

- *за числом циліндрів*: двох-, трьох-, чотирьох-, п'яти-, восьмициліндрові; багатоциліндрові;

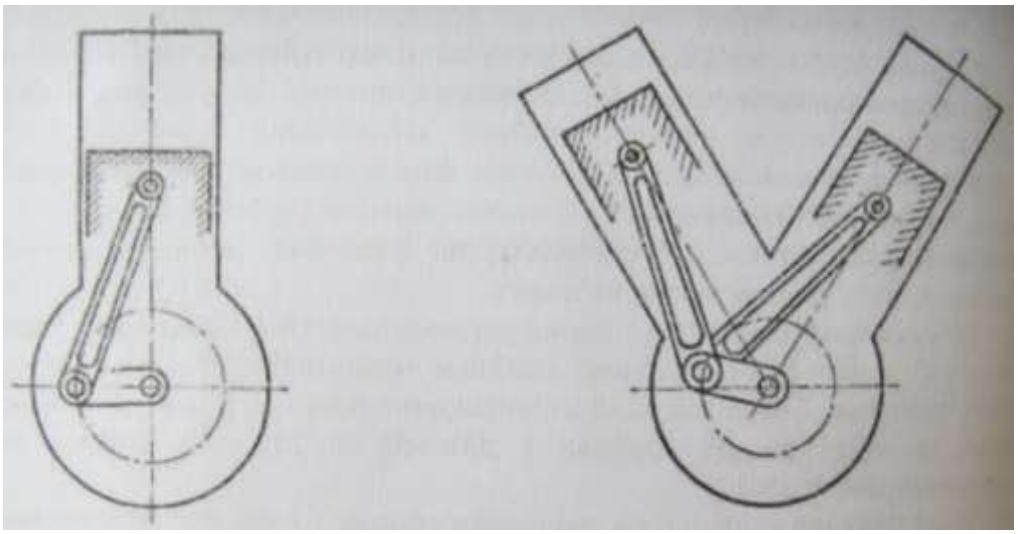
- *за розташуванням циліндрів*: рядні; V-подібні; оппозитні; W-подібні; X-подібні; зіркоподібні (рис. 3.1). Рядні конструкції складають значну частину сучасних ДВЗ. Вони мають вертикальне розташування циліндрів і відрізняються більш сприятливими умовами роботи поршневої групи у порівнянні з іншими схемами. У V-подібних моделях передбачено два ряди циліндрів, розташованих під кутами 60, 75 і, найчастіше, 90^{o}. V-подібний двигун з кутом 180^{o} між рядами циліндрів називається оппозитним;

- *за способом охолодження*: з рідинним охолодженням (в якості охолоджувальних речовин використовуються антифризи з температурою замерзання до мінус 40 ^{o}C і нижче); з повітряним охолодженням. Найбільш ефективним способом охолодження вважається рідинний.

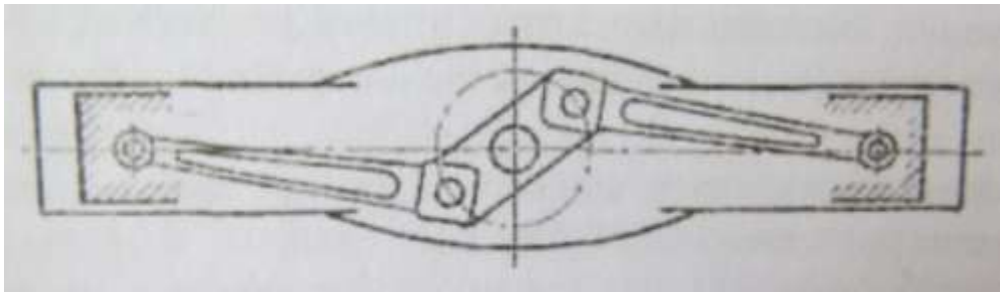
3.2 Основні параметри та принцип дії ДВЗ

Основні параметри ДВЗ, що характеризують принцип його роботи, представлені на рис. 3.2.

На схемі роботи двигуна можна виділити дві характерні точки: *верхню ме-*



а *б*



в

Рисунок 3.1 – Деякі схеми ДВЗ в залежності від розташування циліндрів: *а* – рядна; *б* – V-подібна; *в* – оппозитна

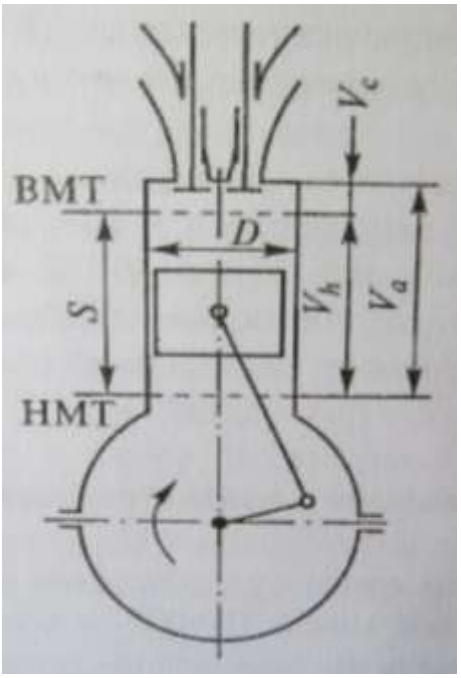


Рисунок 3.2 – Основні параметри двигуна внутрішнього згоряння

ртву точку (ВМТ) і *нижню мертву точку* (НМТ). У першій спостерігається крайнє верхнє положення поршня, коли він максимально віддаляється від колінчастого валу, а в другій – його крайня нижня позиція (найбільше наближення до колінчастого валу). У цих точках поршень змінює напрямок свого руху на протилежний, а його швидкість дорівнює нулю. Проте прискорення, що діють на поршень у ці моменти, а разом з ними і сили інерції, досягають максимальних значень.

Хід поршня S – це відстань між вказаними мертвими точками, яку поршень проходить протягом одного такту робочого циклу двигуна. Кожний хід поршня відповідає повороту колінчастого валу на 180^{o} (половині повного оберту).

Такт – частина робочого циклу двигуна, що відбувається під час руху поршня з одного крайнього положення в інше.

Робочий об'єм поршня V_h – об'єм, що звільнює поршень під час переміщування від ВМТ до НМТ (протягом ходу *S*):

$$V_h = \frac{S \cdot (3{,}14D^2)}{4},$$

де *D* – діаметр циліндра.

Об'єм камери згоряння $V_з$ – об'єм простору над поршнем, коли той знаходиться у ВМТ.

Повний об'єм циліндра $V_п$ – об'єм простору над поршнем, коли той знаходиться у НМТ.

$$V_{\text{п}} = V_h + V_{\text{з}}.$$

Робочий об'єм (літраж) двигуна – сума робочих об'ємів усіх циліндрів двигуна, виражена в літрах (може бути представлена в $см^3$).

Ступінь стискання ε – відношення повного об'єму циліндра до об'єму камери згоряння:

$$\varepsilon = \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{з}}} = \frac{V_h + V_{\text{з}}}{V_{\text{з}}}.$$

Цей останній параметр показує, у скільки разів стискається паливна суміш у циліндрі двигуна під час ходу поршня з НТМ в ВТМ. Підвищення ступеня сти-

скання збільшує потужність двигуна та покращує його економічність, оскільки спричиняє зростання к.к.д. Проте підвищення цього показника обмежено якістю використовуваного палива і викликає зростання навантажень на деталі двигуна. Для сучасних бензинових двигунів ступінь стискання складає 8-11, а для дизелів – 15-22. За таких умов в бензинових конструкціях не відбувається самозаймання паливної суміші, а в дизелях воно, навпаки, забезпечується.

Хід поршня S та діаметр циліндра D визначають розміри двигуна. При відношенні $\frac{S}{D} < 1$ двигун вважається короткоходним. У дизелів зазвичай $\frac{S}{D} \geq 1$.

3.3 Особливості робочих процесів чотирьохтактних двигунів

Робочий процес (цикл) чотирьохтактних ДВЗ складається з тактів впуску, стискання, робочого ходу та випуску. Він відбувається протягом чотирьох ходів поршня або двох обертів колінчастого валу.

Для бензинового двигуна робочий процес виглядає наступним чином (рис. 3.3). Під час такту впуску (рис. 3.3*а*) поршень 4 рухається від ВТМ до НТМ. Випускний клапан при цьому закритий. Поршень в процесі руху створює певний вакуум в циліндрі 3, під дією якого в останній поступає паливна суміш у складі бензину і повітря через впускний клапан 7, відкритий розподільним валом 6. Суміш перемішується із залишковими відпрацьованими газами, утворюючи робочу суміш. У кінці такту впуску тиск у циліндрі складає 0,08-0,09 МПа, а температура робочої суміші досягає 80-120 ^{o}C.

Такт стискання (рис. 3.3*б*) відбувається під час переміщення поршня від НТМ до ВТМ при закритих впускному і випускному клапанах. В процесі такту об’єм робочої суміші зменшується, а тиск в циліндрі зростає і в кінці такту складає 0,9-1,5 МПа. Температура паливної суміші сягає при цьому 450-500 ^{o}C.

Під час здійснення такту робочого ходу (рис. 3.3*в*) впускний і випускний клапани залишаються закритими. Займання робочої суміші в кінці такту відбувається за допомогою запальної свічки. Час згоряння суміші дуже короткий (0,001-0,002 с). Температура та тиск газів, що утворюються при цьому, зростають від-

повідно до 2200-2500 °С та 4-5,5 МПа. Ці гази тиснуть на поршень, в результаті чого він рухається від ВТМ до НТМ і здійснює при цьому корисну роботу, обертаючи колінчастий вал 1 за допомогою шатуна 2. В процесі переміщення поршня простір над ним зростає, що викликає зменшення тиску в циліндрі наприкінці такту до 0,35-0,45 МПа, а температури газів – до 900-1200 °С.

Такт випуску (рис. 3.3*г*) відбувається під час переміщення поршня від НТМ до ВТМ при закритому впускному клапані. Відпрацьовані гази витискуються поршнем з циліндру через випускний клапан, який відривається розподільним валом. Тиск і температура в циліндрі зменшуються і досягають у кінці такту значень у 0,1-0,12 МПа та 700-800 °С.

Як бачимо, корисна робота протягом циклу здійснюється лише під час одного такту – робочого ходу. Решта тактів (впуск, стискання, випуск) є допоміжними, на які витрачається певна частина енергії, накопиченої маховиком двигуна, що встановлений на задньому кінці колінчастого валу, під час робочого ходу.

Що стосується робочого процесу чотирьохтактного дизеля, то він суттєво відрізняється від робочого циклу бензинового двигуна з точки зору утворення та займання паливної суміші. Основною відміною є те, що в циліндри дизеля під час такту впуску подається замість паливної суміші повітря, а під час такту стискання впорскується в циліндри дрібнорозпилене паливо (солярка), яке самозаймається під дією високої температури стисненого повітря.

Більш докладно процес протікання робочого циклу дизеля можна прослідкувати за допомогою рис. 3.4.

Під час такту впуску (рис. 3.4 *а*) поршень 2 рухається від ВТМ до НТМ при закритому випускному клапані 6. В циліндр 7 внаслідок утворення в ньому вакууму поступає через повітряний фільтр 4 та відкритий впускний клапан 5 повітря з навколишнього середовища. Наприкінці такту тиск в циліндрі складає 0,08-0,09 МПа, а температура – 40-60 °С.

Такт стискання (рис. 3.4*б*) відбувається під час руху поршня від НТМ до ВТМ при закритих клапанах впуску і випуску. Поршень стискає повітря в циліндрі, внаслідок чого температура останнього в кінці такту сягає 550-700 °С, а тиск

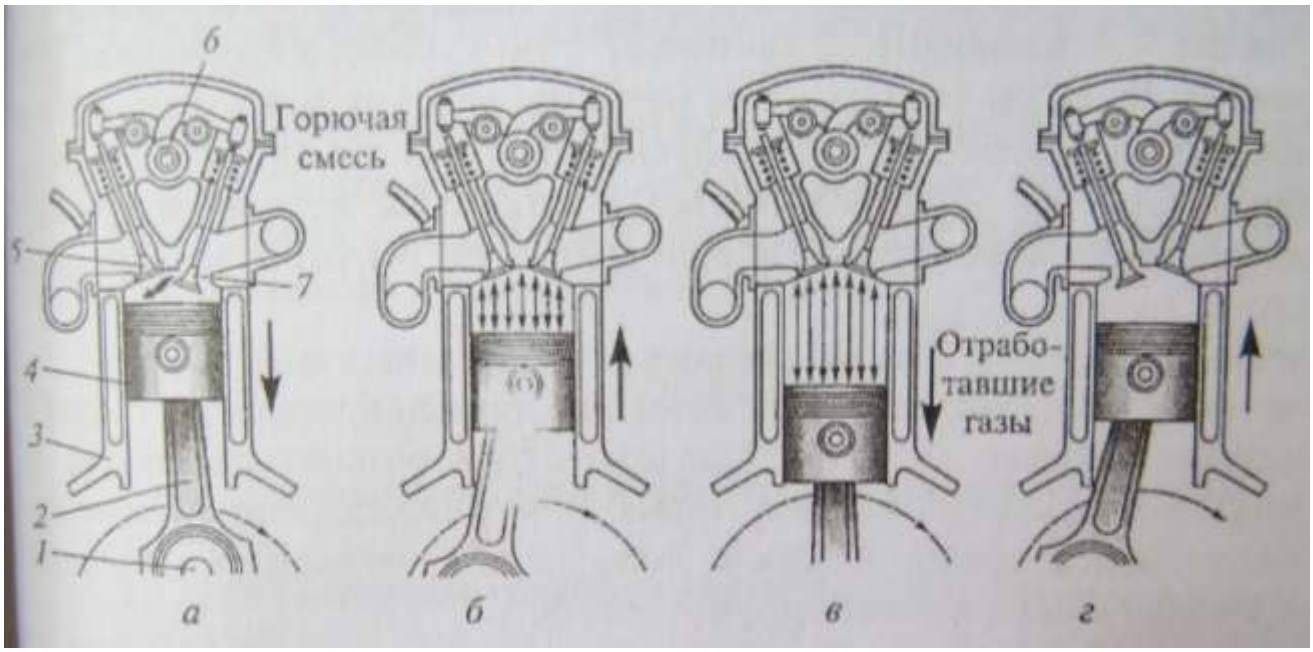


Рисунок 3.3 – Робочий процес чотирьохтактного бензинового двигуна:
а – такт впуску; *б* – такт стискання; *в* – такт робочого ходу; *г* – такт випуску;
1 – колінчастий вал; 2 – шатун; 3 – циліндр; 4 – поршень;
5, 7 – клапани; 6 - розподільний вал

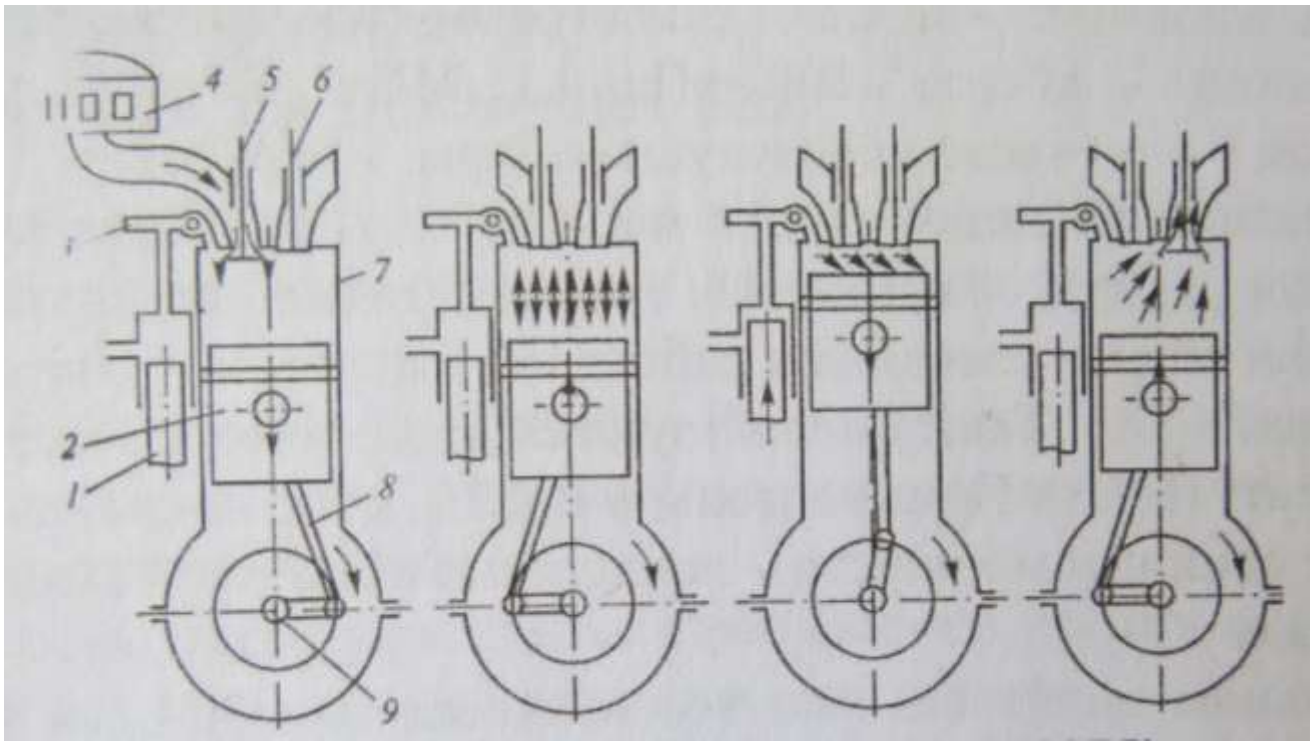


Рисунок 3.4 – Робочий процес чотирьохтактного дизеля:
а – такт впуску; *б* – такт стискання; *в* – такт робочого ходу; *г* – такт випуску;
1 – паливний насос; 2 – поршень; 3 – форсунка; 4 – повітряний фільтр;
5, 6 - клапани; 7 – циліндр; 8 – шатун; 9 – колінчастий вал

– 4-5 МПа.

В такті робочого ходу (рис. 3.4*в*) поршень підходить до ВМТ. В циліндр двигуна з форсунки 3 під великим тиском впорскується розпилене дизельне паливо від паливного насосу 1 високого тиску. Це паливо змішується з нагрітим повітрям і утворена суміш самозаймається. Температура газів при цьому різко зростає до 1800-2000 °С, а тиск – до 6-9 МПа. Внаслідок тиску поршень переміщається від ВМТ до НМТ і здійснює при цьому корисну роботу – обертає колінчастий вал 9 за допомогою шатуна 8. Наприкінці робочого ходу тиск газів знижується до 0,3-0,5 МПа, а температура – до 700-900 °С.

Нарешті, такт випуску (рис. 3.4*г*) відбувається під час переміщення поршня від НМТ до ВМТ при закритому впускному клапані. Поршень виштовхує через відкритий випускний клапан відпрацьовані гази. До кінця такту тиск газів в циліндрі зменшується до 0,1-0,12 МПа, а температура – до 500-700 °С.

Далі робочий цикл двигуна повторюється.

3.4 Робочі показники ДВЗ

Усі робочі показники поршневого двигуна можна розділити на дві групи:

- *індикаторні*, що характеризують ефективність робочого циклу. До них відносяться такі, як індикаторна робота L_i (робота, що здійснюється газами протягом циклу всередині циліндрів двигуна, Дж); середній індикаторний тиск P_i (потрібний для здійснення індикаторної роботи, Па); індикаторна потужність N_i (індикаторна робота за одиницю часу, Вт); індикаторний к.к.д. η_i (відношення індикаторної роботи до розрахункової теплоти згоряння палива, тобто ступінь використання теплоти в реальному циклі з урахуванням теплових втрат внаслідок неповного згоряння палива, а також відведення тепла в навколишнє середовище з відпрацьованими газами); індикаторна питома витрата палива g_i (відношення годинної витрати палива $G_п$ до індикаторної потужності N_i). Останній показник дає можливість оцінювати паливну економічність двигуна у вигляді витрати палива в грамах на 1 кВт·год. здійсненої двигуном індикаторної роботи;

- *ефективні*, тобто реальні. До них відносяться ефективна робота L_e (дійсна робота колінчастого валу за один цикл двигуна, що визначається з урахуванням втрат на подолання тертя у сполучних вузлах двигуна, на газообмін в циліндрах та на привод допоміжних механізмів); ефективна потужність N_e (потужність на валу двигуна, що повідомляється силовій передачі машини); ефективний крутний момент M_e (величина, пропорційна потужності та частоті обертання колінчастого валу, Н·м. Вона визначає запас сили тяги на ведучих колесах транспортного засобу); середній ефективний тиск P_e (умовний постійний тиск, при якому робота колінчастого валу за один хід поршня дорівнює ефективній роботі).

Між ефективною потужністю та ефективним крутним моментом, а також середнім ефективним тиском існують наступні залежності:

$$N_e = \frac{M_e n}{9550}, \text{ кВт;}$$

$$N_e = \frac{P_e V_h i}{30\tau},$$

де V_h – робочий об'єм циліндра двигуна; i – число циліндрів; $\tau = 4$ – кількість тактів у чотирьохтактному двигуні.

Відношення ефективної потужності до індикаторної називається механічним к.к.д. двигуна:

$$\eta_м = \frac{N_e}{N_i}.$$

Економічність двигуна характеризує також його ефективний к.к.д. у вигляді відношення ефективної роботи, що здійснюється колінчастим валом, до розрахункової теплоти згоряння палива, що витрачається на отримання цієї роботи:

$$\eta_e = \frac{L_e}{H_u},$$

де H_u – теплота згоряння палива.

Ефективний к.к.д. на відміну від індикаторного, враховує не лише теплові втрати, а й механічні. Для бензинових двигунів значення η_e знаходяться в межах 0,25-0,32, а для дизелів – 0,30-0,42.

Слід також відзначити ще один важливий показник економічності роботи двигуна, а саме питому ефективну витрату палива g_e, яка дорівнює відношенню годинної витрати палива $G_п$ до ефективної потужності N_e. Для бензинових двигунів при повному навантаженні агрегатів ця величина знаходиться у межах 260-300 г/кВт·год., а для дизельних – 200-250 г/кВт·год.

Швидкісною характеристикою двигуна називають залежність ефективної потужності та крутного моменту від частоти обертання колінчастого валу при постійній подачі палива (у разі повної подачі вона називається зовнішньою, а при неповній – частковою).

На зовнішній швидкісній характеристиці (для бензинового двигуна вона показана на рис. 3.5) можна виділити наступні точки, які визначають характерні режими роботи двигуна:

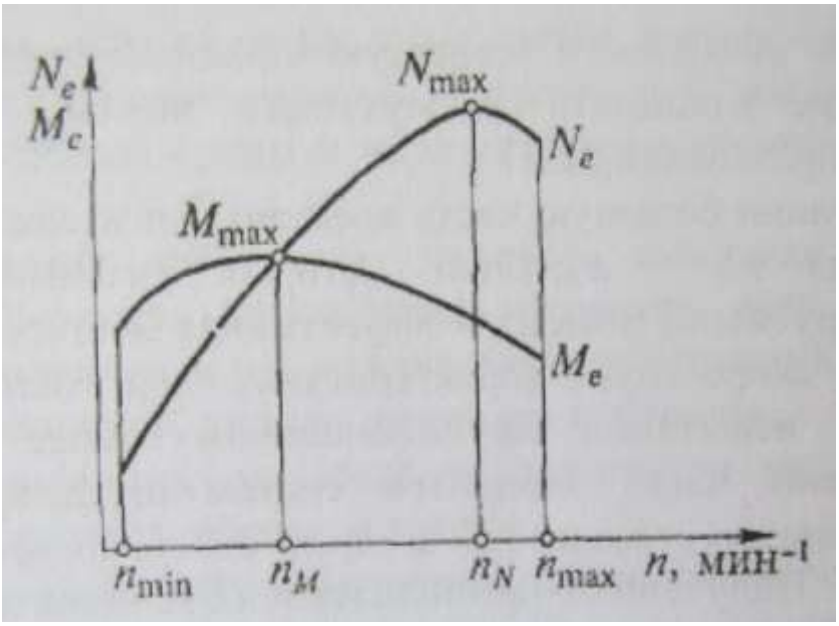


Рисунок 3.5 – Зовнішня швидкісна характеристика бензинового двигуна

- N_{max} – максимальна (номінальна) потужність;

- n_N – частота обертання колінчастого валу при максимальній потужності;

- M_{max} – максимальний крутний момент;

- $n_м$ – частота обертання колінчастого валу при максимальному крутному моменті;

- n_{min} – мінімальна частота обертання колінчастого валу, при якій двигун працює стійко за умови повної подачі палива;

- n_{max} – максимальна частота обертання.

3.5 Загальна характеристика, принцип роботи та класифікація силових передач машин Caterpillar

Силові передачі служать для перетворення характеристик енергії (потужності), що передається від її джерела (приводу машини) до виконавчих робочих механізмів останньої. Мета перетворення – зниження швидкості (наприклад, кількості обертів) з одночасним підвищенням крутного моменту, а також, за необхідністю, змінення виду руху (наприклад, обертального та зворотно-поступальний або зворотно-поворотний).

Силові передачі, що використовуються на сучасних конструкціях важких промислових виймально-навантажувальних та виймально-транспортних машинах, можна розділити на три основні групи:

- механічні (або гідромеханічні);

- гідрооб'ємні (гідростатичні);

- електричні (електромеханічні).

На рис. 3.6 показані основні ланки *механічної силової передачі* транспортної машини, до складу якої, окрім двигуна, що виробляє необхідну для роботи установки і зчеплення потужність, входять наступні вузли:

- муфта зчеплення, яка потрібна для тимчасового відключення двигуна від силової передачі з метою здійснення операцій перемикання передач, гальмування та зупинки машини і подальшого плавного відновлення сполучення двигуна із силовою передачею. Під час роботи машини зчеплення передає крутний момент від колінчастого валу двигуна на решту компонентів силової передачі;

- коробка передач, яка відповідає за змінення частоти обертання вихідного валу, напрямку руху машини та крутного моменту, що передаються на елементи силової передачі;

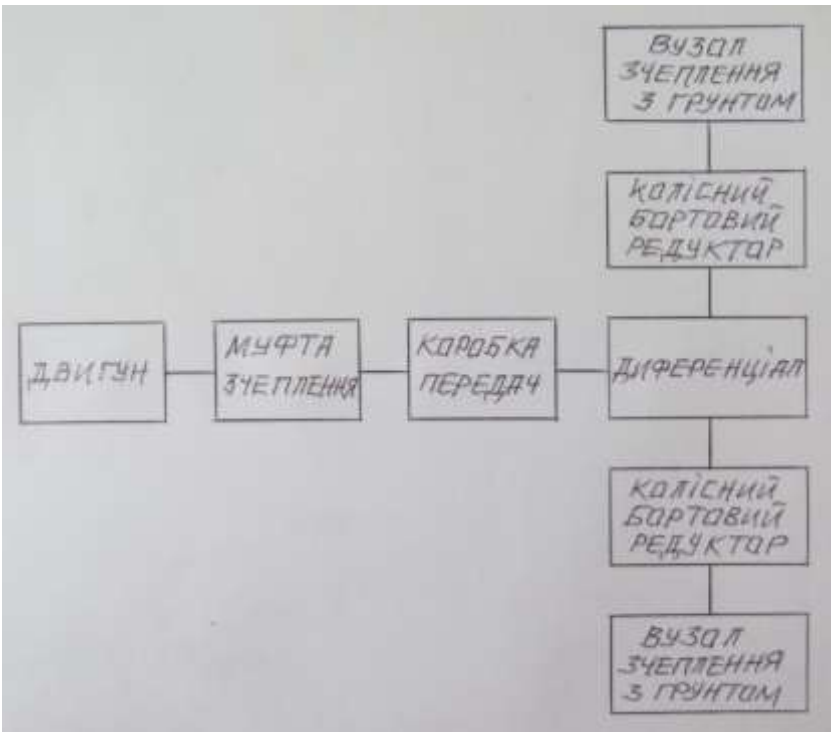


Рисунок 3.6 – Схема механічної силової передачі

- диференціал, що передає обертання колісним редукторам та колесам, а також забезпечує можливість обертання останніх з різними швидкостями;

- колісні бортові редуктори, які передають обертання колесам або гусеничним стрічкам;

- ходова частина, яка забезпечує рушання машини за допомогою коліс або гусеничних стрічок.

В *гідрооб'ємних силових передачах* передатним елементом потужності від двигуна до колісних бортових44всс редукторів служить робоча рідина. Потужність, створювана двигуном, витрачається при цьому для приводу гідронасосу, він забезпечує подачу робочої рідини під високим тиском в гідромотор, а останній приводить в дію коробку передач або безпосередньо колісний редуктор. Основні компоненти гідрооб'ємної силової передачі показані на схемах, зображених на рис. 3.7.

Існуючі конструкції *електричних силових передач* можна розділити на дві основні групи: конструкції з електричним приводом постійного струму (показана на рис. 3.8*а*) та конструкції з електричним приводом змінного струму (рис. 3.8*б*).

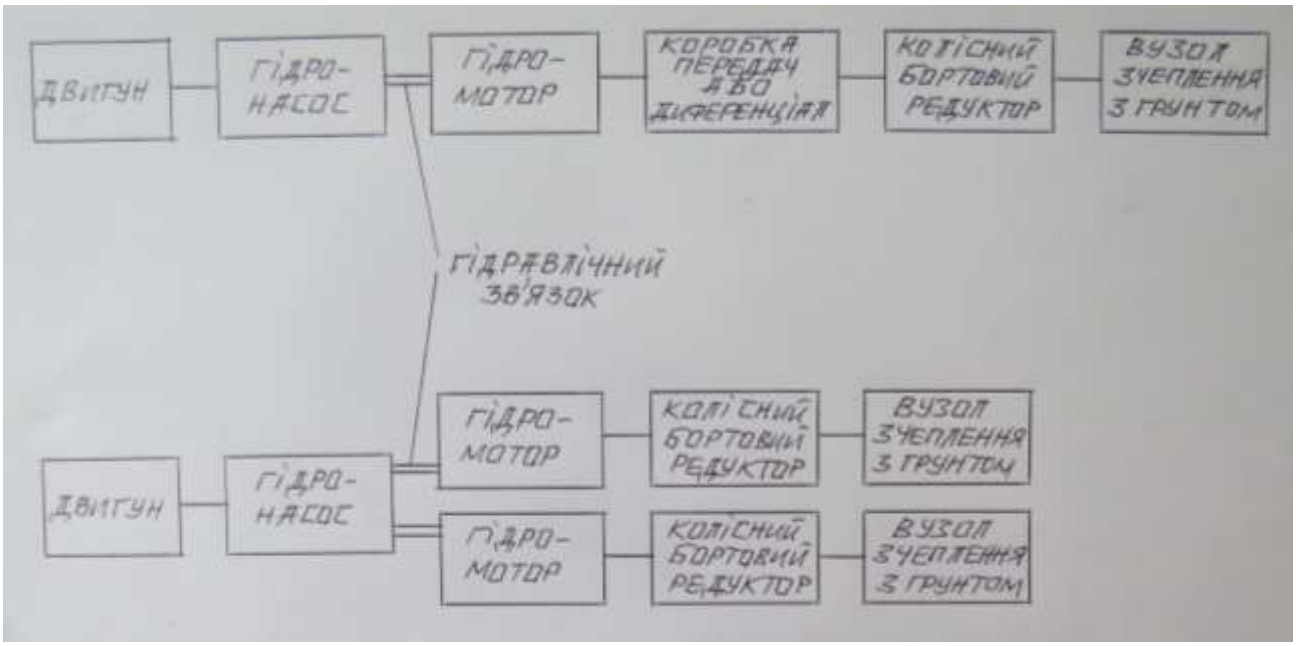
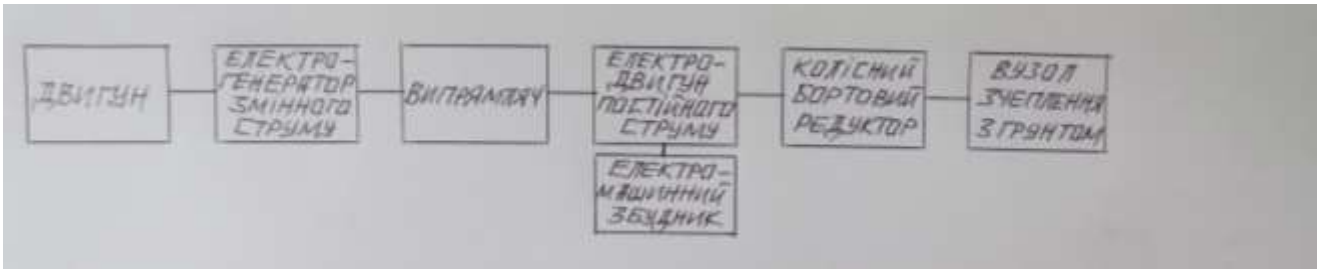
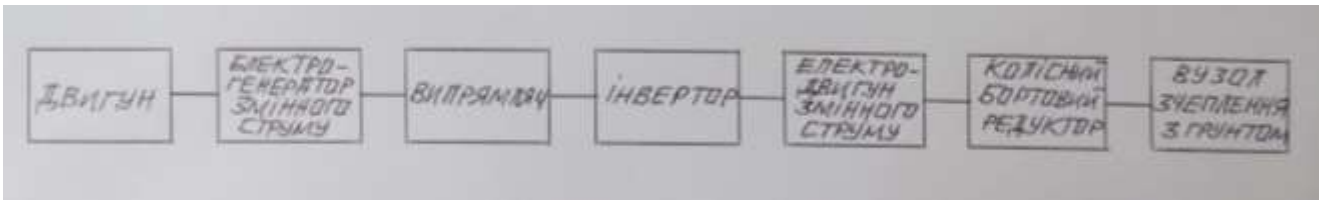


Рисунок 3.7 – Схеми гідрооб'ємних силових передач



а



б

Рисунок 3.8 – Схеми електричних силових передач:
а – з електричним приводом постійного струму;
б – з електричним приводом змінного струму

В електричному приводі постійного струму електричний струм використовується для передачі потужності на бортові редуктори машини. Двигун обертає

електрогенератор змінного струму, який перетворює механічну енергію двигуна в електричну; отриманий в результаті цього змінний струм (AC) перетворюється випрямлячем в постійний (DC); останній використовується електродвигунами постійного струму, вмонтованими у ведучі колеса машини. Електромашинний збудник служить для регулювання частоти обертання електродвигунів постійного струму.

Відмінність електричного приводу змінного струму від попереднього полягає в тім, що постійний струм з випрямляча подається в інвертор струму і регулює частоту обертання електродвигуна. Крім того, замість електродвигунів постійного струму в приводах колісних редукторів застосовуються електродвигуни змінного струму.

Компанія Caterpillar досить обмежено використовує електричні силові передачі на своїх машинах. В якості прикладів можна привести гусеничний бульдозер D7E з електричним приводом та гірничий самоскид 795F з електричною трансмісією.

4 ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ОСНОВНИХ ВУЗЛІВ ОБЛАДНАННЯ CATERPILLAR

Як вже зазначалося вище, компанію Caterpillar в Україні починаючи з 1996 року представляє фірма «Цеппелін Україна ТОВ», яка є складовою частиною Zeppelin International AG. Остання продає та обслуговує різноманітну продукцію Caterpillar у 190 своїх філіях на значній території центральної та східної Європи.

На рис. 4.1 показана карта сфери діяльності Zeppelin International AG станом на 2000 рік [15]. Штаб-квартира «Цеппелін Україна ТОВ» знаходиться у Києві, а представництва – в Одесі, Дніпрі, Львові та інших містах (усього 12 філій).



Рисунок 4.1 – Сфера діяльності Zeppelin International AG станом на 2000 рік

Український дилер займається гірничою технікою для відкритих і підземних робіт, будівельними і дорожніми машинами, технікою SEM (китайський виробник, що на 100% контролюється Caterpillar), а також агротехнікою.

Сервісні послуги «Цеппелін Україна ТОВ» розповсюджуються на усю цю техніку, починаючи з її технічного обслуговування і закінчуючи капітальними ремонтами різного рівня. Для забезпечення цих заходів налагоджена система безперебійного постачання якісних сертифікованих запасних частин.

Наприклад, конструкції двигунів Caterpillar відрізняються максимальними показниками довговічності та зносостійкості. За умови забезпечення правильного технічного обслуговування вони не вимагають значних витрат власників техніки на тривалу підтримку свого працездатного стану. Більше того, раціонально підібрані терміни служби конструктивних елементів дають можливість реалізації багаторазового відновлення та повторного використання деталей та вузлів.

«Цеппелін Україна ТОВ» пропонує різні варіанти організації процесу ремонту двигунів в залежності від конкретних умов їхньої експлуатації (у першу чергу від режиму інтенсивності навантажень під час роботи) та запитів клієнтів. Вибір оптимального рівня ремонту забезпечує економію коштів власників машин та мінімізує можливі простої техніки.

Вже більше десяти років в структурі фірми існує своя виробничо-технічна база – Центр з відновлення компонентів техніки Cat (Component Rebuild Center) на Єристовському ГЗК в Полтавській області. Центр постачений унікальною конструкцією стенду для випробовування двигунів (Engine Test Stand) з повною системою охолодження та динамометричною системою для безпечного створення контрольованого навантаження на привод з метою перевірки його можливостей (рис. 4.2) [15].

В Центрі працює цех механічної обробки деталей двигунів (наприклад, блоку циліндрів) та силової передачі (корпусів бортових редукторів, диференціалів, коробок передач, гідротрансформаторів тощо). У можливості Центру входять відновлення двигунів, конструктивних елементів силових передач та трансмісій, гідравлічних насосів і моторів, циліндрів, підвісок, теплообмінників.



Рисунок 4.2 – Дизельний двигун Cat

Для монтажу і демонтажу великих конструкцій гідроциліндрів різних машин розробки Caterpillar використовується спеціальний стаціонарний стенд, показаний на рис. 4.3. Він дозволяє створювати необхідні моменти затягування елементів кріплення циліндрів до 3 МН·м.

Для відновлення різного роду посадкових місць в парах отвір-втулка великих діаметрів методом наплавлення застосовуються пересувні металорізальні верстати для розточування отворів після нанесення необхідного шару наплавлення. Використання таких агрегатів дає можливість здійснювати усі операції безпосередньо на об’єкті ремонту без перевезення відновлюваної деталі в цех для обробки її на стаціонарному металорізальному обладнанні.

Система сервісу Caterpillar пропонує нову концепцію діагностики технічного стану вузлів та деталей своїх машини з метою своєчасного виявлення потенційних відмов внаслідок зносу конструктивних елементів шляхом регулярного відбору та аналізу проб експлуатаційних рідин. Експертиза останніх дає можливість виявити відхилення їхніх показників від стандартних, знайти причини цих

відхилень і надати рекомендації щодо усунення існуючих проблем. В рамках цього аналізу здійснюється контроль рівня зносу деталей, встановлення його причин і можливих наслідків, ступінь забрудненості експлуатаційних рідин для видачі рекомендацій щодо термінів їхньої заміни, а також діагностування дефектів на ранніх стадіях розвитку.



Рисунок 4.3 – Стенд для збирання та розбирання гідроциліндрів

«Цеппелін Україна ТОВ» пропонує також численні відеоінструкції з технічного обслуговування компонентів техніки Cat.

Нарешті, слід згадати величезну номенклатуру оригінальних запасних частин для машин Cat, адже саме їхнє використання гарантує тривалу й безперебійну експлуатацію техніки. На складах «Цеппелін Україна ТОВ» доступні шляхом простого замовлення в он-лайн магазині різноманітних фільтрів, гідравлічних систем, ріжучого інструменту робочих органів, ходових частин, акумуляторних батарей, шлангів тощо.

Сервісне обслуговування техніки Cat доступне також у мобільному режимі безпосередньо на робочих місцях її використання. Спеціальні машини дилерсь-

ких представництв, обладнані необхідним інструментом, завжди готові надати термінову допомогу власником техніки (рис. 4.4) [15].



Рисунок 4.4 – Мобільне сервісне обслуговування техніки Cat

ВИСНОВКИ

В роботі виконано спробу оцінки доцільності використання найкращих зразків зарубіжної важкої гірничої та загальнопромислової техніки для механізації процесів очисного виймання, навантаження та транспортування гірничої маси в умовах України на прикладі всесвітньовідомої американської компанії Caterpillar.

Така техніка, з одного боку, надзвичайно потрібна у вітчизняних галузях важкої промисловості (гірничій, металургійній, будівельній тощо), а, з іншого, має дуже високий технічний рівень, якість та надійність. Значна вартість таких машин, навіть частково вживаних, компенсується високою віддачею та довговічністю в процесі експлуатації. Щоправда, для цього необхідно забезпечити належний технічний сервіс обладнання с обов'язковим постачанням сертифікованих оригінальних запасних частин.

В роботі розглянуто сучасні методи організації та забезпечення технічного обслуговування і ремонту техніки, що пропонуються компанією Caterpillar, проаналізовано номенклатуру важкого гірничого та загальнопромислового обладнання, яке вона пропонує клієнтам, а також особливості конструктивного виконання та технічного обслуговування найбільш складних вузлів та деталей цього устаткування.



Рисунок 2.16 – Робочий момент завантаження самоскиду Cat® 775 гірничою масою за допомогою колісного вантажника Cat® 990

Лист регистрации изменений

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