Жадан Владислав Олександрович

Бакалаврська робота

Аналіз конструкції колісного вантажника великої потужності Cat® 988

Керівник **проф., д.т.н. Громадський А.С.**

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

ВСТУП

У довгому та складному технологічному ланцюзі видобутку і переробки твердої мінеральної сировини надзвичайно важливе місце займають операції перевантаження та транспортування величезних обсягів гірничої маси. Такі роботи однаково актуальні в умовах як підземної, так і відкритої розробки корисних копалин. Для виконання цих операцій використовуються різноманітні класи механічного обладнання, що відрізняються схемами роботи та особливостями свого конструктивного виконання [1-3].

Класичним прикладом такої техніки є різного роду вантажники, які представляють собою один з видів допоміжного обладнання – виймально-транспортних машин (ВТМ) – в кар'єрах гірничорудної, гірничо-хімічної та будівельної галузей промисловості. Разом з бульдозерами, скреперами, стругами, грейдерами, розпушниками та іншими подібними конструкціями, що базуються на тракторах, тягачах та спеціальних самохідних шасі, вони забезпечують виконання необхідних грунтових робіт, пов'язаних з процесами відділення від масиву, переміщення та завантаження в транспортні засоби гірничої маси за рахунок тягового або штовхального зусилля, що розвивається машиною. Для цього використовується різноманітне змінне навісне, причіпне та напівпричіпне робоче обладнання, а розробка порід ведеться шарами товщиною від декількох сантиметрів до 2 метрів (наприклад, для розпушників), що найкращим чином відповідає умовам використання ВТМ на родовищах зі складноструктурними та багатокомпонентними корисними копалинами [4-11].

Світовий парк гірничотранспортної техніки знаходиться в процесі безупинного розвитку та удосконалення у бік зростання одиничної потужності та вантажопідйомності машин, підвищення надійності та безпеки експлуатації механічного обладнання, рівнів комфорту та зручності керування машинами. Провідні розробники подібного устаткування, у тому числі виймально-транспортного, пропонують гірничодобувним підприємствам усе більш досконалі зразки техніки, здатної суттєво підняти ефективність гірничих робіт.

До числа таких фірм, безумовно, відноситься американська компанія Caterpillar, яка має величезний досвід створення та практичного впровадження різноманітної техніки подібного призначення [12-14]. Тому актуальність теми представленої бакалаврської роботи не викликає жодних сумнівів.

Об’єкт роботи – технологічні операції навантаження та транспортування гірничої маси в кар’єрах за допомогою вантажників фронтального типу.

Предмет роботи – колісний вантажник великої потужності Cat® 988.

1 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОБЛАДНАННЯ

1.1 Загальні відомості про виймально-транспортне обладнання підприємств відкритої розробки корисних копалин

Виймально-транспортні машини (ВТМ) відрізняються специфічністю свого робочого процесу, під час якого вони переміщують або транспортують гірничу масу після (чи одночасно) відділення її від природного масиву. Рух робочого органу забезпечуються при цьому за рахунок пересування усієї машини під дією власного тягового зусилля. В деяких випадках це здійснюється за допомогою окремих тягачів або штовхачів.

Усі відомі типи ВТМ можна розділити на дві великі групи за типом основного робочого органу, а саме [4-7,10,11]:

- ножові – бульдозери, розпушники, струги, грейдери;
- ковшові – скрепери, навантажувальні машини (вантажники).

Робоче обладнання ВТМ виконується у вигляді навісних, причіпних або напівпричіпних пристроїв, які встановлюються на базових гусеничних чи колісних тягачах (тракторах) або на спеціальних пневмоколісних шасі.

Бульдозери зазвичай використовуються для пошарової розробки порід без їхнього попереднього розпушення. Максимальна відстань переміщення гірничої маси при цьому – 150 м.

Розпушники потрібні для пошарового руйнування міцних та змерзлих порід, які погано відділяються від гірничого масиву.

Скрепери пошарово розробляють грунти і транспортують відділену гірничу масу у відвали та в інші потрібні місця, а також застосовуються для укладання породи під час дорожніх або планувальних робіт. У порівнянні, наприклад, з бульдозерами, вони забезпечують набагато більшу відстань перевезення грунтів (до декількох кілометрів).

Фронтальні вантажники одноківшевого типу можуть як перевозити гірничу масу на невеликі відстані (до 120 м), так і завантажувати її після попередньо-

го розпушення у засоби автомобільного та залізничного транспорту.

Грейдери знаходять використання в основному під час будівництва та експлуатаційного утримання автошляхів.

1.2 Одноківшеві вантажники: класифікація, тягове та робоче обладнання

Ці машини розраховані в основному на роботу із сипкими вантажами, але можуть працювати також зі шматковими.

Одноківшеві вантажники класифікуються [4,7,11]:

- за призначенням – загального призначення та спеціалізовані; будівельні (з вантажопідйомністю до 100 кН) та кар'єрні (з вантажопідйомністю більше 100 кН);

- за вантажопідйомністю – легкі (6-20 кН), середні (21-40 кН), важкі (41-100 кН); надважкі (більше 100 кН);

- за типом приводу – дизельні, дизель-електричні, карбюраторні;

- за потужністю двигуна базової машини – малої потужності (до 75-80 кВт), середньої потужності (від 75-80 до 150-180 кВт), потужні (від 150-180 до 500-550 кВт), надпотужні (більше 500-550 кВт);

- за типом базової машини – на спеціальному шасі, на модифікаціях промислових тракторів, на тягачах;

- за типом ходового пристрою – на пневмоколісному ходу (з жорсткою рамою та задніми керованими колесами або з шарнірно-зчленованою рамою), на гусеничному ходу;

- за видом застосовуваного обладнання – універсальні, спеціалізовані;

- за способом наповнення ковшу – за допомогою напірного зусилля ходового механізму, за допомогою гідроциліндрів при застопореному ходовому пристрої;

- за способом розвантаження ковшу – переднім (фронтальним), заднім (перекидним), бічним (через бічну стінку);

- за способом повороту стріли під час розвантаження ковшу – неповоротні,

напівповоротні (на кут до 90°, повноповоротні).

В якості тягового обладнання одноківшевих вантажників використовуються наступні машини:

- трактори – самохідні пристрої на гусеничному або пневмошинному ходу, призначені для тривалого (до 70-80% загального часу експлуатації) виконання робіт в тяговому (силовому) режимі;

- тягачі – самохідні машини здебільшого на пневмоколісному ходу, призначені для тривалого (до 70-90% загального часу експлуатації) виконання робіт в транспортному режимі;

- спеціальні шасі – самохідні машини (також в основному на пневмошинному ходу), що компонуються із серійних агрегатів автомобілів, тракторів та тягачів, але мають раму спеціальної конструкції для установки спеціалізованого обладнання. Можуть працювати як в режимі трактора, так і в режимі тягача.

Найкращими варіантами базових машин для вантажників слід визнати спеціальні шасі або тягачі. Вони забезпечують доцільніші схеми компонування та більш ефективні технічні показники машин. Застосування тракторів носить, як правило, виключний характер, адже режим роботи вантажника аналогічний режиму роботи тягача, тому двигун трактора обов'язково має бути дворежимним, що забезпечується далеко не завжди.

Універсальні одноківшеві вантажники комплектуються (крім основного ковшу) широким асортиментом (до 40 найменувань) змінного та додаткового обладнання. Спеціалізовані ж конструкції обмежуються 3-5 його одиницями.

В умовах роботи гірничих кар'єрів переважне розповсюдження отримали найбільш прості за конструкцією неповоротні відносно бази вантажники з переднім (фронтальним) розвантаженням ковшу, гідравлічним приводом навісного та робочого обладнання, на пневмоколісному ходу та з шарнірно-зчленованою рамою.

Головним параметром одноківшевого вантажника вважається номінальне вантажопідйомне зусилля $Q_в$ (кН), що вибирається згідно з тяговим класом машини та допустимим навантаженням на передню вісь ходової частини.

Величина технічної продуктивності одноківшевого вантажника при виконанні навантажувально-розвантажувальних робіт (т/год.) може бути орієнтовна визначена за допомогою наступної формули [7,11]:

$$Q_{\text{тех}} = \frac{3600 E \gamma K_{\text{н}}}{\frac{3,6\,(l_{\text{к}} + S_2)}{v_{\text{р}}} + \frac{D_{\text{к}}^2\,(h_{\text{х}} K_{\text{з}} + h)}{20 П_{\text{т}} \eta_{\text{об}}} + \frac{3,6 S_1}{v_{\text{х}}} + t_0 + t_{\text{п}}},$$

де γ – густина породи, т/м^3; $K_{\text{н}}$ – коефіцієнт наповнення ковшу; $l_{\text{к}}$ – глибина днища ковшу, м; S_1 і S_2 – відстані відповідно при відході машини для розвантаження ковшу та при поверненні його до штабелю, м; $v_{\text{р}}$ і $v_{\text{х}}$ – швидкості відповідно впровадження ковша в штабель і зворотного холостого ходу, км/год.; $D_{\text{к}}$ – діаметр гідроциліндра повороту ковшу, см; $П_{\text{т}}$ – теоретична подача насосів, л/хв.; $\eta_{\text{об}}$ – об'ємний к.к.д.; $h_{\text{х}}$ і h – ходи штока гідроциліндра ковшу відповідно з положення впровадження до піднятого положення і повний, см; $K \geq 2$ – коефіцієнт уповільнення заповнення ковшу; t_0 – час маневрування транспорту, с (при човниковому способі – 5-6 с, з поворотом – дорівнює нулю); $t_{\text{п}}$ – час перемикання передач і золотників гідравлічного розподільного пристрою, с.

1.3 Робоча схема та основні конструктивні параметри одноківшевих вантажників

На рис. 1.1 показана структурна схема одноківшевого фронтального пневмоколісного вантажника [4]. Основні його структурні частини наступні:

- базове шасі, до складу якого входять двигун 1, гідротрансформатор 2, коробка зміни передач 3, ведучі мости 4, шарнір повороту 5, кабіна 6, паливний бак 7 та фільтр повітрозбірника 8;

- навісне обладнання – гідроциліндр підйому стріли 9, гідроциліндр повороту ковшу 10, стріла 11, важіль керування ковшем 12, тяга 13 та ківш 14.

Одноківшеві вантажники фронтального типу випускаються багатьма провідними світовими виробниками гірничого та загальнопромислового обладнання. В табл. 1.1 приводяться технічні характеристики деяких з них [4].

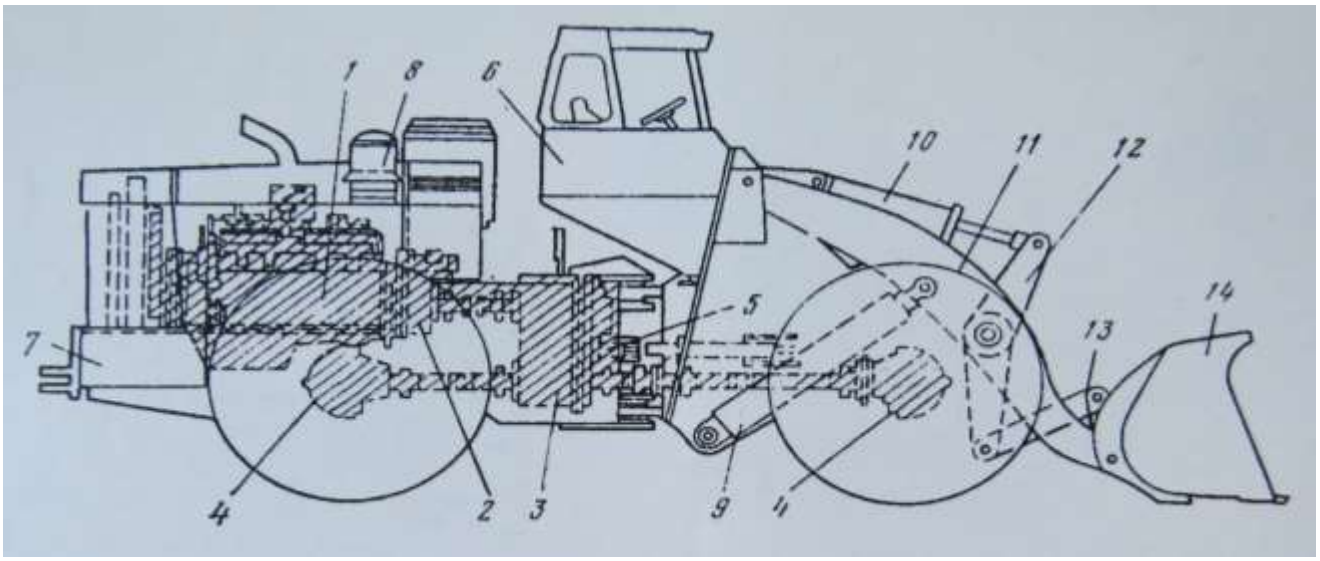


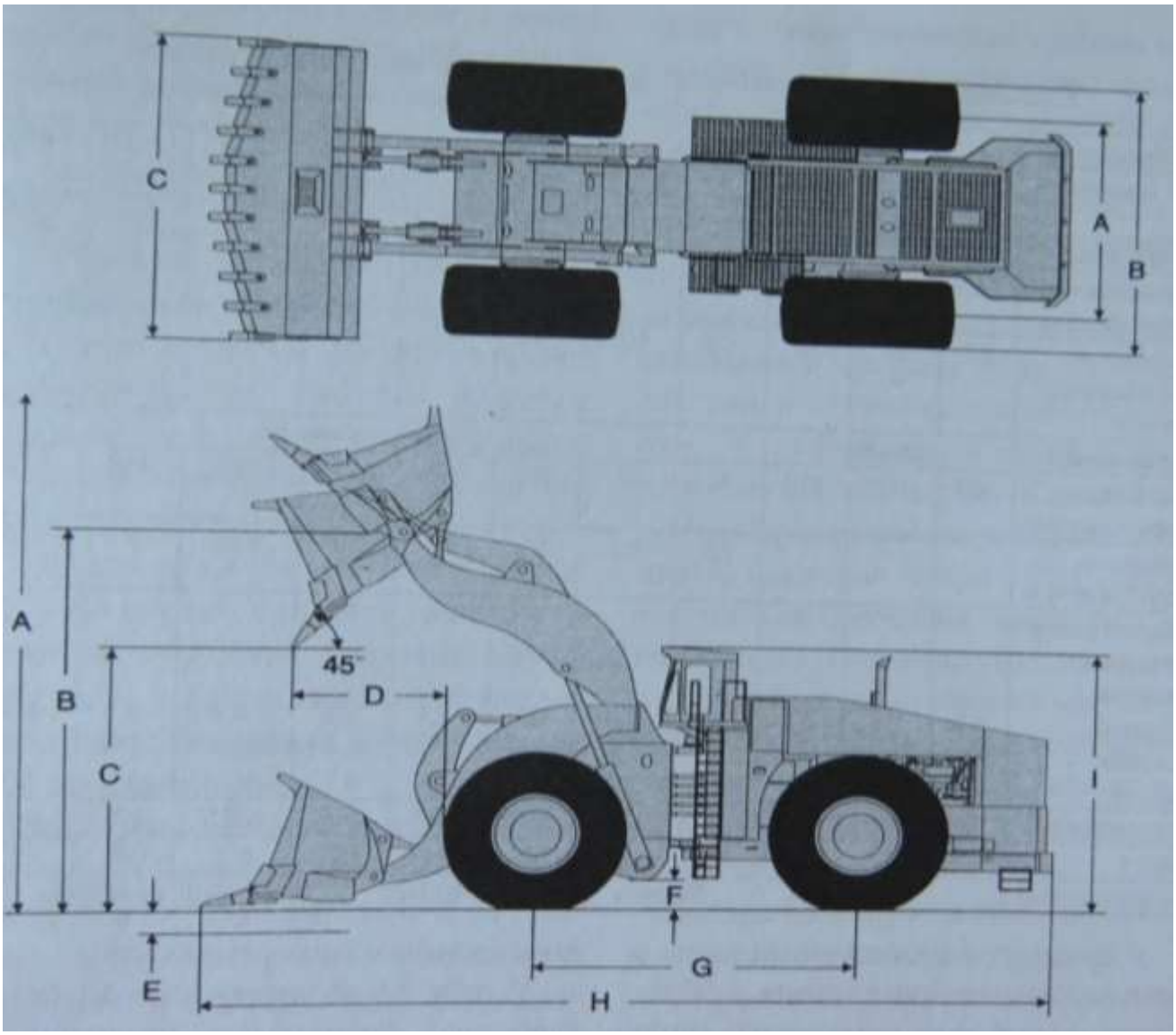
Рисунок 1.1 – Структурна схема одноківшевого
фронтального пневмоколісного вантажника:
1 – двигун; 2 – гідротрансформатор; 3 – коробка зміни передач; 4 – ведучі мости;
5 – шарнір повороту; 6 – кабіна; 7 – паливний бак; 8 – фільтр повітрозбірника;
9 – гідроциліндр підйому стріли; 10 – гідроциліндр повороту ковшу; 11 – стріла;
12 – важіль керування ковшем; 13 – тяга; 14 – ківш

Одними з найвідоміших виробників подібного обладнання є фірми Komatsu (Японія) та Caterpillar (США). На рис. 1.2 приведені основні габаритні розміри колісного вантажника L-1850 першої з них (з місткістю ковшу 25 м^3), а на рис. 1.3 показаний загальний вигляд цієї машини [4].

Щодо продукції компанії Caterpillar, то докладна інформації про неї і в тому числі про колісні вантажники фронтального типу викладена нижче, у наступних розділах роботи.

1.4 Загальні відомості про фірму Caterpillar

Корпорація Caterpillar Inc (США) заснована у 1925 році Бенджаміном Холтом та Денієлом Бестом як виробник сільськогосподарської техніки з паровим та бензиновим приводом. Фірма вперше у світі почала випускати гусеничні бульдозери з дизельними двигунами, а трактори під брендом Caterpillar виробляються й донині. В 1949 році на техніці фірми з'явилася, а трьома роками пізніше була зареєстрована в якості торговельної марки назва Cat® [12-14].



Вид зверху, мм		Вид збоку, мм	
A	4570	A	11950
		B	9200
B	5920	C	6710
		D	2740
C	6400	E	150
		F	790
		G	7010
		H	17830
		I	6680

Рисунок 1.2 – Основні габаритні розміри колісного вантажника L-1850



Рисунок 1.3 – Загальний вигляд колісного вантажника L-1850

Зараз Caterpillar має понад 480 виробничих підрозділів, розташованих у 50 державах світу. Штаб-квартира корпорації знаходиться у США. Фірма випускає землерийно-транспортну техніку, будівельне та гірничодобувне обладнання, дизельні двигуни, енергетичні установки та інші продукти. Caterpillar – торгова марка, всесвітньо відома своєю якістю, надійністю, продуктивністю та широким асортиментом продукції. В Україні з 1998 року офіціальним та ексклюзивним постачальником техніки Cat® є компанія «Цепелін Україна».

Колісні вантажники виробництва компанії Cat забезпечують можливість виконання навантажувально-розвантажувальних робіт швидко, безпечно, зі значною вигодою і точністю. Фронтальні вантажники Cat встановлюють стандарти надійності, продуктивності, паливної ефективності, універсальності та комфорту оператора. Представлені у різних типорозмірах, з різноманітними ковшами та іншим сумісним навісним обладнанням, вантажники пропонуються у широкому

асортименті для використання на будь-яких робочих майданчиках різних галузей промисловості.

Далі на прикладі колісного вантажника моделі Cat® 988 буде зроблена спроба підтвердити усе вищесказане.

2 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС КОНСТРУКЦІЇ ВАНТАЖНИКА

2.1 Походження та призначення виробу

Колісний вантажник моделі Cat® 988 розроблений фахівцями всесвітньо відомої американської фірми Caterpillar для виконання виймально-навантажувальних робіт на підприємствах гірничодобувної, гірничо-хімічної, будівельної та інших галузей промисловості, де існує необхідність здійснення різноманітних робіт, пов'язаних з риттям, розпушенням та плануванням важких грунтів та скельних порід з подальшим навантаженням їх у транспортні засоби. Вантажник відноситься до великопотужної категорії подібної техніки і може також знайти досить широке застосування у суміжних галузях для обробки вантажів значних розмірів та ваги (наприклад, лісу або виробів з металу) [12-14].

2.2 Загальна конструктивна схема вантажника

Загальний вигляд колісного вантажника Cat® 988 показаний на рис. 2.1. Установка має класичну конструктивну схему одноківшевого фронтального вантажника з ковшем, стрілою, важільної системою, системою гідроциліндрів для підйому і повороту стріли, перекидання ковшу та повороту передньої рами, приводом, трансмісією, ходовою частиною колісного типу, кабіною керування, а також системою управління усіма механізмами установки.

Виробник класифікує цю машину як агрегат, що реалізує високопродуктивне переміщення значних обсягів сипких та шматкових вантажів в режимі економії енергії та забезпечення надійності і довговічності усього його обладнання.

2.3 Показники призначення та надійності вантажника в цілому та його окремих складових частин зокрема

Основні (ключові) характеристики машини наступні:



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд колісного вантажника Cat® 988

- потужність двигуна (за ISO 14396:2002) – 432 кВт;
- експлуатаційна маса – 51062 кг;
- діапазон ємності ковшу – від 4,7 до 13 м^3.

Показники призначення та надійності основних складових частин машини приведені в табл. 2.1-2.8.

2.4 Комплектація вантажника стандартним та додатковим обладнанням

Переліки стандартного та додаткового обладнання вантажника Cat® 988 можуть відрізнятися від приведених нижче. У кожному конкретному випадку їх потрібно уточнювати у дилера компанії Cat.

Стандартне та додаткове обладнання вантажника приведені в табл. 2.9 і 2.10 відповідно.

Таблиця 2.1 – Характеристики приводного двигуна

Показники	Значення
Модель*	Cat® C18
Потужність, кВт:	
за ISO 14396:2002	432
повна за SAE J1995:2014	439
корисна за SAE J1349:2011**	401
Частота обертання, об/хв.:	
номінальна	1700
при максимальній потужності	1500
Діаметр циліндру, мм	145
Хід поршня, мм	183
Робочий об’єм, л	18,1
Максимальне значення крутного моменту при 1200 об/хв., Н·м	2852
Запас крутного моменту, %	58

*Доступні три варіанти двигунів, що відповідають наступним стандартам викидів:
- U.S. EPA Tier 4 Final, EU Stage V та Japan 2014;
- Brasil MAR-1, що еквівалентні U.S. EPA Tier 3 та EU Stage IIIA;
- китайським для позашляхової техніки Stage IV.

**Потужність на маховику двигуна, обладнаного забірником повітря з вентилятором, який працює на мінімальній швидкості, а також системою випуску відпрацьованих газів та генератором.

Таблиця 2.2 – Експлуатаційні характеристики

Показники	Значення
Експлуатаційна маса, кг	51062
Діапазон ємності ковшу, $м^3$	4,7-13
Номінальна вантажопідйомність (розробка забоїв кар’єрів), т	11,3
Номінальне корисне навантаження (сипкі матеріали), т	14,5
Сумісність із самоскидами Cat:	
стандартна комплектація	770-772
модифікація з високим підйомом	773-775

Таблиця 2.3 – Характеристики коробки передач

Показники	Значення
Тип	Планетарна коробка передач Cat з перемиканням під навантаженням
Швидкість, км/год.:	
переднього ходу:	
1 передача	6,5
2 передача	11,6
3 передача	20,4
4 передача	34,7
заднього ходу:	
1 передача	7,5
2 передача	13,3
3 передача	23,2
Швидкість прямого приводу, км/год.:	
переднього ходу:	
1 передача	блокування відключено
2 передача	12,5
3 передача	22,3
4 передача	39,3
заднього ходу:	
1 передача	8,0
2 передача	14,3
3 передача	25,5

Таблиця 2.4 – Характеристики систем гідравліки та кондиціювання повітря

Показники	Значення
Гідросистема підйому/нахилу	
Контур	Електрогідравліка – регулювання позитивного потоку, розподілення потоків
Насос	Поршневий змінної продуктивності
Максимальна витрата при 1400-1860 об/хв., л/хв.	580

Продовження табл. 2.4

Налаштування запобіжного клапану, кПа:	
підйом/нахил	32800
головний параметр	3800
Циліндри двосторонньої дії	
(діаметр циліндру х хід поршня), мм:	210 х 1050
підйом	266 х 685
нахил	
Система керування	Поршневий насос змінної продуктивності
Тривалість циклу роботи гідросистеми при 1400-1860 об/хв., с:	
повороту ковша назад	4,5
підйому	8,0
розвантаження	2,2
опускання під дією власної ваги	3,5
загальна (порожній ківш)	18,2
Гідросистема рульового керування	
Контур	Контур керування, регулювання за навантаженням
Насос	Поршневий змінної продуктивності
Максимальна витрата при 1400-1600 об/хв., л/хв.	270
Тиск спрацьовування запобіжного клапану, кПа	30000
Загальний кут повороту піврам, град.	86
Тривалість циклу роботи гідросистеми, с:	
при максимальних обертах двигуна	
на холостому ходу	3,4
при мінімальній частоті обертання	
на холостому ходу	5,6
Система кондиціювання повітря	
- містить холодоагент з фторованими парниковими газами R134a або R123yf. Тип газу вказаний на ярлику та в інструкції з експлуатації; - в системі кондиціювання, заправленою R134a (потенціал глобального потепління дорівнює 1430), міститься 1,8 кг холодоагенту. Еквівалентний викид CO_2 складає 2,574 т.	

Таблиця 2.5 – Характеристики інших вузлів

Показники	Значення
Мости	
Мости: пряма лопата задня вісь кут хитання, град. Гальма Кабіна оператора	 Фіксоване Цапфа 13 ISO 3450:2011 Конструкція ROPS/FOPS відповідає вимогам стандартів ISO 3471:2008 та ISO 3449:2005 рівня II

Таблиця 2.6 – Шумоізоляційні характеристики

Показники	Значення
Шумоізоляція за вимогами Tier 4 Final / Stage V	
Рівень звукового тиску, що діє на оператора (ISO 6396:2008), дБ(А) Рівень звукової потужності, створюваної машиною (ISO 6395:2008), дБ(А)	72-73 109-111
Шумоізоляція за вимогами Tier 3 / Stage IIIA	
Рівень звукового тиску, що діє на оператора (ISO 6396:2008), дБ(А) Рівень звукової потужності, створюваної машиною (ISO 6395:2008), дБ(А)	72-73 110-112

Таблиця 2.7 – Місткість заправних ємностей

Ємність	Місткість, л
Паливний бак (дизельне паливо з наднизьким вмістом сірки та допустимими добавками біопалива або відновлювального дизельного палива – за рекомендаціями Cat)	712

Продовження табл. 2.7

Система охолодження	120
Охолоджувальна рідина (перевірка за об’ємом заповнення випробувальної камери)	125
Картер двигуна	60
Бак рідини для очищення дизельних вихлопних газів (лише для стандартів Tier 4 Final / Stage V)	33
Коробка передач:	
загальна	92
перевірка за об’ємом заповнення випробувальної камери	110
Диференціал – бортові редуктори:	
передні	186
задні	186
Гідросистема:	
об’єм, заповнений виготовлювачем	475
лише бак	240

Таблиця 2.8 – Приблизні розміри (рис. 2.2)

Розмір	Позначення розміру на рис. 2.2	Вид комплектації	
		Стандартний важільний механізм підйому, мм	Важільний механізм високого підйому, мм
Висота від опорної поверхні до верхньої точки конструкції ROPS	1	4202	4202
Висота від опорної поверхні до верху вихлопних труб	2	4521	4521
Висота від опорної поверхні до верхньої точки капоту	3	3334	3334
Задній міст – від середньої лінії до бампера	5	3187	3187
Відстань від середньої лінії переднього моста до краю ковша	6	4254	4661

Продовження табл. 2.8

Колісна база	7	4550	4550
Максимальна габаритна довжина	8	11991	12398
Дорожній просвіт до нижнього пальця шарнірного сполучення	9	568	568
Просвіт при максимальному підйомі	11	3641	4043
Висота пальця ковшу – максимальний підйом	12	5485	5887
Максимальна габаритна висота – ківш піднятий	13	7455	7849
Виліт при максимальному підйомі	14	1981	2062

Таблиця 2.9 – Стандартне обладнання вантажника

Електрообладнання
- аварійна сигналізація, резервна - генератор, одиночний, 150 А - акумуляторні батареї, сухого типу - перетворювач напруги, 10/15 А, з 24 В на 12 В - система освітлення (світлодіодні індикатори, ліхтарі робочого освітлення, освітлення підйомної платформи та майданчика технічного обслуговування) - система пуску і зарядки, 24В - додаткова розетка для запуску двигуна від зовнішнього джерела енергії - перемикач блокування стартера в бампері - вимикач блокування коробки передач в бампері
Кабіна оператора
- дисплей графічної інформації (відображає експлуатаційні дані в режимі реального часу, дозволяє виконувати калібрування та змінення особистих налаштувань оператора) - комплект для підключення середньохвильової радіостанції - кондиціонер повітря - Cat Vision, система камер заднього виду - шумоізольована кабіна з надлишковим тиском, із вбудованими конструкціями

Продовження табл. 2.9

захисту від перекидання і падаючих предметів (ROPS/FOPS), з комплектом для підключення радіоприймача з антеною, динаміками, перетворювачем (12 В, 5 А) та електричною розеткою - важелі керування підйомом стріли та нахилом ковшу - опалювач, відтавач - електричний звуковий сигнал - контрольно-вимірювальні прилади та вказівники (температури охолоджувальної рідини, тривалості роботи двигуна, температури гідравлічного масла, температури масла силової передачі) - освітлення кабіни, стельовий ліхтар - тримачі для контейнера з їжею, підстаканники - радіоприймач, AM/FM/CD/MP3, Bluetooth® - дзеркала заднього виду (зовнішні) - система регулювання тягового зусилля (RCS) - сидіння Делюкс - пристрій керування пасом безпеки - пас безпеки з інерційною котушкою, ширина 76 мм - комбінована система керування коробкою передач та поворотом (STIC™) - ультрафіолетове скло - система обробки основної інформації (VIMS™) з графічним інформаційним дисплеєм: зовнішній порт даних - склоочисники із вбудованими омивачами (передній і задній): передній і задній склоочисники з переривчастим режимом роботи - вказівники повороту
Силова передача
- гальма багатодискові, масло охолоджувальні, робочі/допоміжні - фільтри зливу картера - електрогідравлічне стоянкове гальмо - двигун C18, дизельний, з насосами-форсунками з електронним керуванням та механічним приводом (MEUI™), постачений турбонаддувом та проміжним охолодженням надувного повітря - вимикач двигуна, доступний з рівня грунту - фільтр попереднього очищення повітря для турбіни, повітрозабірник двигуна - готова суміш з 50% вмістом охолоджувальної рідини з подовженим терміном

Продовження табл. 2.9

служби та температурою замерзання –34° С - радіатор, модульний, алюмінієвий (AMR) - автоматичний пристрій полегшення пуску двигуна із впорскуванням ефіру - блокування дросельної заслінки, електронне - гідротрансформатор, муфта крильчатки (ICTC) з муфтою блокування (LUC), система регулювання тягового зусилля - коробка передач, планетарне перемикання, 4ПХ/33Х електронне керування - ручний вимикач та автоматична підкачка палива - комплект для підключення системи вимірювання продуктивності Cat Production Measurement
Інше обладнання
- в базовій вартості машини врахована можлива вартість шин - автоматичний вентилятор з гідроприводом - муфти з кільцевими ущільнювальними кільцями Cat - дверцята для доступу до точок обслуговування (із замками) - екологічно безпечні зливні крани двигуна, радіатора, гідробаку - паливний бак, 712 л - зчіпний пристрій з тяговим брусом і пальцем - шланги, Cat XT™ - гідравліка, система фільтрації контуру рульового керування та гальмівного контуру - модуль очищення вихлопних газів від токсичних речовин Cat (CEM) - клапани для відбирання проб масла - задній люк в кабіну та майданчик обслуговування - система рульового керування з регулюванням за навантаженням - огородження - замки кришок для захисту від вандалізму

Таблиця 2.10 – Допоміжне обладнання вантажника

Силова передача
- антифриз, –50° С - захист картера

Продовження табл. 2.10
- пристрій швидкої заміни моторного масла (Wiggins) - комплектація системи охолодження для роботи в умовах високих температур – програмне забезпечення - система Cat Production Measurement
Кабіна оператора
- фільтр попереднього очищення кабіни - попереджувальний світлодіодний миготливий сигнал - віконний козирок, що опускається - дзеркала, встановлені на поручнях
Інше обладнання
- додаткова противага - передні і задні крила для руху шляхами - система швидкої заправки паливом (Shaw-Aero) - комплектація для низьких температур: додатковий стартер і дві акумуляторні батареї, нагрівач блоку циліндрів 120 В або 240 В, паливопроводи з обігрівом

2.5 Інші варіанти конфігурації установки

Вантажник Cat® 988 може поставлятися замовникам у наступних додаткових конструктивних конфігураціях:

- вантажник сипких матеріалів;

- вантажник блоків;

- вантажник для складів лісоматеріалів;

- вантажник для сталеливарного виробництва.

На рис. 2.3 показані деякі з них, а саме: машина для перевезення і навантаження блоків (рис. 2.3*а*), установка для перевантаження лісоматеріалів (рис. 2.3*б*) та вантажник для роботи в умовах металургійних підприємств (наприклад, для транспортування гарячого шлаку) (рис. 2.3*в*).



а



б



в

Рисунок 2.3 – Додаткові конструктивні конфігураціє вантажника Cat® 988: *а* – для перевезення і навантаження блоків; *б* – для перевантаження лісоматеріалів; *в* – для роботи в умовах металургійних підприємств

3 АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИРОБУ

3.1 Основні переваги конструкції вантажника

Конструкція колісного вантажника Cat® 988 відрізняється використанням багатьох досконалих технічних рішень, які забезпечують надзвичайно високі техніко-економічні показники його експлуатації.

Зокрема, дизельний двигун Cat C18 (рис. 3.1) створений і протестований спеціально для виконання найскладніших задач під час виконання виймально-навантажувальних робіт.

Коробка передач світового технічного рівня спеціально розроблена для умов гірничих підприємств (рис. 3.2). Вона відрізняється плавним перемиканням передач і довгим терміном служби. Система електронного керування коробкою передач підвищеної продуктивності (APECS) забезпечує оптимальну величину моменту інерції під час руху ухилами.

Система інтегрованого керування поворотом і коробкою передач (STIC^{TM}) гарантує максимальну динамічність установки. Вантажник завдяки підвищеній потужності і контролю за робочими операціями забезпечує ефективне переміщення матеріалу.

Гідросистема машини з регулюванням позитивного потоку (RFC) підвищує ефективність керування ковшем при незмінно високій продуктивності. Підвищена продуктивність та надійність гідросистеми забезпечується використанням удосконаленої системи фільтрації робочої рідини.

Гідротрансформатор Cat з блокувальною муфтою знижує втрати енергії та зменшує нагрів системи, а його сумісна узгоджена робота з муфтою насосного колеса (ICTC) (рис. 3.3) зводить до мінімуму буксування шин за рахунок адаптації величини крутного моменту до умов руху грунтом.

Міцна конструкція установки добре витримує найскладніші умови навантаження та декілька капітальних ремонтів, що значно підвищує реальний ресурс її роботи.



Рисунок 3.1 – Дизельний двигун Cat C18



Рисунок 3.2 – Коробка передач вантажника

На рис. 3.4 показана трансмісія вантажника Cat® 988.



Рисунок 3.3 – Муфта насосного колеса (ICTC) вантажника



Рисунок 3.4 – Трансмісія вантажника

3.2 Аналіз робочого обладнання вантажника

Колісний вантажник Cat® 988 постачений декількома видами ковшів, призначених для різних умов експлуатації, а саме:

- ковшем для надтвердого граніту ємністю 6,4 м^3;

- скельними ковшами для високоабразивних матеріалів (наприклад, під час торцевого завантаження залізної руди) ємністю 4,4 м^3 і 4,7 м^3;

- високопродуктивними вугільними ковшами ємністю 11,5 м^3 і 13,0 м^3.

Основні параметри вказаних ковшів приведені в табл. 3.1.

Крім ковшів, вантажник може бути обладнаний вилами для перевезення блоків (див. рис. 2.3*а*) та лісоматеріалів (див. рис. 2.3*б*). Основні параметри останніх приведені в табл. 3.2.

На рис. 3.5 показані загальні види деяких типів робочого обладнання вантажника.

Для заміни навісного устаткування передбачені спеціальні пристрої. Для прикладу на рис. 3.6 показана конструкція для закріплення пристрою для перевезення блоків. Вона має ширину 2000 мм, висоту 858 мм і масу 1598 кг.

Сполучення робочого обладнання з пристроєм його заміни є найкращим варіантом для вирішення більшості виробничих завдань і дозволяє виконувати більше роботи за менший час.

3.3 Аналіз конструктивних модифікацій вантажника

Модифікації вантажника Cat® 988, показані на рис. 2.3, відрізняються особливостями конструктивного виконання, продиктованими специфікою умов експлуатації цих установок.

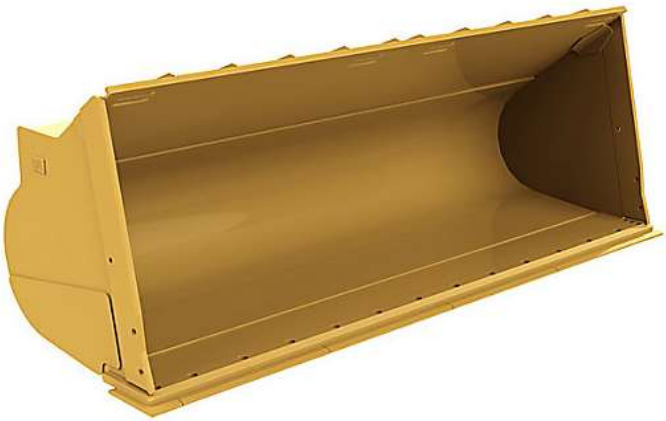
Зокрема, машина для перевезення і навантаження блоків (див. рис. 2.3*а*) має підвищену стійкість і міцність завдяки наявності оптимізованої противаги для завантаження блоків.

Силова передача установки з максимально підвищеним тяговим зусиллям постачена гідротрансформатором та коробкою передач, спеціально розробленими для даної галузі застосування.

Машина має додатковий гідророзподільник з пристроєм для швидкої заміни навісного обладнання. Спеціальні гідроциліндри нахилу та підйому на важі-



а



б



в

Рисунок 3.5 – Деяке робоче обладнання вантажника Cat® 988:
а – ківш для високоабразиних матеріалів (наприклад, залізної руди);
б – ківш для вугілля; *в* – вили для лісоматеріалів

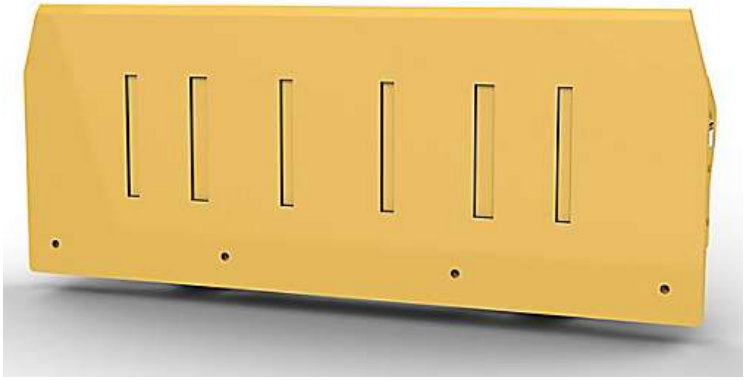


Рисунок 3.6 – Конструкція для закріплення пристрою перевезення блоків

льному механізмі дозволяють покращати керування навантаженням та забезпечити довговічність та безпеку роботи машини.

Система плавного ходу діє як амортизатор, що гарантує плавний рух установки на пересіченій місцевості.

На рис. 3.7 показана установка для перевезення блоків у кар'єрі.



Рисунок 3.7 – Модифікація вантажника Cat® 988
для перевезення блоків у кар'єрі

Вантажник для лісоматеріалів (див. рис. 2.3*б*) обладнаний більш крупними гідроциліндрами підйому і нахилу, а також унікальним важелем нахилу для реа-

лізації максимального зусилля на важільному механізмі. Завдяки цьому машина отримала більш високу вантажопідйомність під час підйому і на 26% більшу вантажопідйомність під час нахилу у порівнянні зі стандартною моделлю 988. А це дає можливість розвантаження типового повнорозмірного лісовозу лише за один прохід.

Установка має відкидну конструкцію радіатора з вентилятором для полегшення обслуговування в умовах високої засміченості на складах лісоматеріалів та скорочення часу простоїв для технічного обслуговування. Система вентилятора з автоматичним реверсом допомагає видаляти сміття та підтримувати потік повітря через середину радіатора.

Машина постачена додатковою противагою для підвищення стійкості та впевненості маневрування з повним завантаженням.

Спеціалізована стріла для покращення видимості вил має опущену поперечину, що допомагає підвищити швидкість під час вирівнювання вантажу та скоротити рухи оператора для огляду вил.

На рис. 3.8 показана модифікація вантажника для перевезення лісоматеріалів в роботі.



Рисунок 3.8 – Модифікація вантажника Cat® 988
для перевезення лісоматеріалів в роботі.

Нарешті, установка для роботи на металургійних підприємствах (див. рис. 2.3*в*) обладнується міцним та посиленим устаткуванням для підвищення безпеки, зручності роботи оператора та простоти доступу до вузлів машини.

Наприклад, в конструкції передбачений додатковий тепловий захист для її критично важливих систем та вузлів. Радіатор вантажника спроектований спеціально для простоти очищення та запобігання налипання матеріалу. Вентилятор з автоматичним реверсом і простим доступом до охолоджувальних елементів забезпечує підтримку комфортної температури в кабіні оператора.

Для машини додатково доступна вогнестійка екологічно безпечна гідравлічна рідина.

Спеціальні конструкції ковшів для шлаку (із зубчастою кромкою, з прямою кромкою та високопродуктивної серії) забезпечують краще утримання матеріалу та максимально скорочують час копання.

3.4 Аналіз експлуатаційної ефективності машини

Вантажник Cat® 988 забезпечує ефективний процес копання з високим коефіцієнтом заповнення ковшу та максимально скороченим циклом роботи. Оптимізований цикл сегменту копання дає можливість уникнути проковзування шин та зупинки підйомника під час навантаження.

Оператор має чудовий огляд робочої зони з кабіни керування (рис. 3.9). Важільний механізм підйому і повороту ковшу при цьому не закриває йому видимість.

Конструкцією машини передбачена можливість постійного контролю тиску в шинах в процесі експлуатації установки. Будь-які змінення цього параметру негайно передаються у вигляді коду несправності в систему VisionLink®, що сприяє запобіганню передчасного виходу шин з ладу.

Зручні та високочутливі електрогідравлічні органи керування машиною забезпечують суттєве підвищення продуктивності роботи оператора. Керування машиною максимально спрощено завдяки наявності лише однієї педалі з реоста-

тним гальмуванням. На рис. 3.10 показані деякі органи керування машиною, встановлені в кабіні оператора.



Рисунок 3.9 – Огляд робочої зони з кабіни оператора вантажника



Рисунок 3.10 – Органи керування вантажником в кабіні оператора

Для досягнення ще більшої ефективності роботи існує можливість додаткового навчання з метою підвищення кваліфікації оператора. Передбачені також

функції допомоги (наприклад, поради щодо підвищення ефективності процесу завантаження самоскидів), які суттєво прискорюють процес навчання нових операторів.

Система керування двигуном оптимізує контроль частоти його обертання з метою зниження витрати палива як під час ручного керування за допомогою дросельної заслінки, так й у випадку блокування останньої. Двигун має функцію вимкнення на холостому ходу для економії палива. Паливна ефективність двигуна підвищена завдяки наявності повністю інтегрованих засобів керування механізмом.

Гідравлічна система з механізмом розділенням потоку забезпечує повний потік при зниженій частоті обертання двигуна.

Для підвищення продуктивності експлуатації вантажника, покращення операцій контролю та керування робочим процесом використовуються наступні передові технології:

- Cat Payload – призначена для забезпечення точного зважування матеріалу, що підлягає завантаженню та переміщенню. Дані про корисне навантаження передаються в режимі реального часу;

- Cat Detect – служить для підвищення інформативності щодо стану робочого обладнання та відображає попередження для забезпечення безпеки персоналу та збереження устаткування на робочому майданчику;

- Product Link™ – дозволяє підключатися до обладнання по бездротовій мережі та отримувати доступ до необхідної інформації при роботу як окремої машини, так й усього парку техніки.

Для підвищення продуктивності процесу експлуатації вантажника користувач може підписатися на систему покращення роботи, яка забезпечує підготовку звітів, що містять комплексну актуальну інформацію, потрібну для удосконалення режиму керування машиною та отримання більшої корисної віддачі від неї.

На рис. 3.11 показаний робочий момент експлуатації колісного вантажника Cat® 988 в кар'єрі.



Рисунок 3.11 – Колісний вантажник Cat® 988 в кар’єрі

3.5 Оцінка ергономічності та рівня безпеки конструкції

Кабіна оператора обладнана шкіряним сидінням Premium Plus Cat зі стандартними функціями, зокрема: примусовим повітряним обігрівом та охолодженням з автоматичною підтримкою потрібної температури, регулюванням опори для стегон у двох напрямках, опори для попереку та задньої подушки із силовим приводом, а також динамічною амортизацією в кінці ходу. Сидіння постачено пневматичною підвіскою, а робочі вібрації кабіни гасяться спеціальними ізоляційними опорами. Усе це, разом з інтегрованим в сидіння пультом керування навісним обладнанням та легкодоступними важелями керування, гарантує мінімальний рівень втомленості оператора протягом робочої зміни.

Перемикачі та дисплеї зі світлодіодними індикаторами розташовані в кабіні оператора згідно з усіма сучасними ергономічними рекомендаціями. Для вми-

кання електрогідравлічного стоянкового гальма використовується двохпозиційний кулісний перемикач.

У цілому ергономічне виконання кабіни (її герметичність, підвищена звукоізоляція, фільтрування повітря тощо) відрізняється високим світовим рівнем і забезпечує повний комфорт оператора під час роботи вантажника.

Конструкція вантажника з метою підвищення зручності процесу навантаження гірничої маси забезпечує його точне позиціонування у стиснених умовах роботи з кутом повороту шарнірного сполучення на 43°.

Гідросистема рульового керування з можливістю регулювання в залежності від навантаження дозволяє з великою точністю керувати машиною.

Зовнішні сходи зі зменшеними кутами нахилу та їхнє стандартне освітлення знижують ризик травматизму під час обслуговування установки, особливо в умовах недостатньої видимості.

Комп'ютеризована система контролю робочого процесу з попереджувальними індикаторами сприяє підвищенню його рівня безпеки. Зокрема, камера Cat Vision в стандартній комплектації дозволяє суттєво покращати огляд зони позаду машини, до якої можуть випадково потрапити сторонні особи.

Згадана вище система Cat Detect служить для підвищення безпеки оператора, обладнання та усього робочого майданчику. Вона використовується для усіх типів вантажників Cat з метою виявлення об'єктів позаду машини. Це двокомпонентна система, що представляє додаткову інформацію про сліпі зони. Радар забезпечує візуальні та звукові оповіщення, коли об'єкти опиняються у небезпечній близькості від машини, яка знаходиться на нейтралів із вимкненим стоянковим гальмом або в положенні заднього ходу. Камера дозволяє оператору бачити, що відбувається позаду його, не обертаючись.

Індикатор стану системи радара представлений у ліві й частині дисплею в кабіні оператора(рис. 3.12). В залежності від рівня активності та стану виявлення індикатор може мати зелений, жовтий або червоний кольори. Стовпчики системи визначення відстані до об'єкту забезпечують п'ять рівнів попередження для індикації ступеню близькості. Частота звукового попередження зростає при на-

ближенні машини до об’єкту. Рівні попереджень змінюються в міру змінення швидкості вантажника, скорочуючи число хибних спрацьовувань. На рис. 3.12 показаний дисплей, що встановлений в кабіні оператора, який показує попередження 4-го рівня (візуальне та звукове).



Рисунок 3.12 – Інформація щодо виявлення об’єктів позаду вантажника на екрані дисплею кабіни оператора

Система виявлення об’єктів має також один або два радіолокаційні датчики та графічний дисплей. Типова зона покриття датчика показана на рис. 3.13.

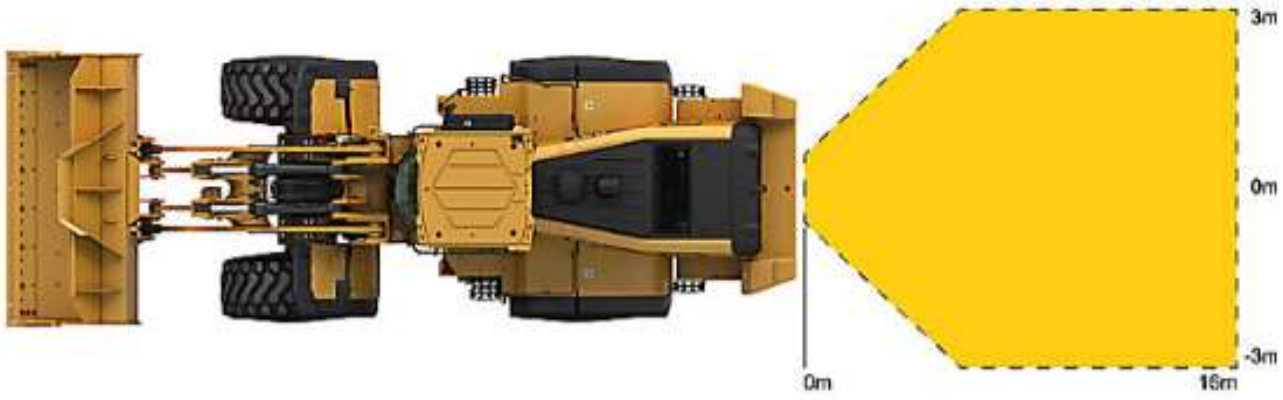


Рисунок 3.13 – Інформація радіолокаційного датчика на графічному дисплеї

Описана система гарантує безпечну роботу на усьому робочому майданчику за рахунок виявлення об’єктів у критично небезпечних зонах і попередження тим самим нещасних випадків, кращу інформативність, впевненість та ефективність роботи оператора, скорочення витрат та простоїв, пов’язаних з можливістю виникнення аварійних ситуацій.

Для виявлення позаду технологічного обладнання людей використовується система Cat® Vision Systems. Камери відслідковують змінення умов на робочому майданчику (насамперед людей та фонових об’єктів) і забезпечують прямий зв'язок з оператором в режимі реального часу. Крім того, в разі виявлення людей за машиною система передає звукові та візуальні сповіщення в кабіну оператора. Якщо людина знаходиться у жовтій зоні, система представляє її на дисплеї, але не видає звукового сповіщення. В разі знаходження її у помаранчевій зоні, людина з’являється на дисплеї, а система видає переривчастий звуковий сигнал. Якщо ж вона потрапляє у червону зону, сигнал стає безперервним. Усі люди позначаються на дисплеї червоною рамкою (рис. 3.14).



Рисунок 3.14 – Зони небезпечності для людей позаду обладнання Cat

Для більш кращого контролю ситуації навколо машини система Cat® Vision може бути доповнена комплектом Surround Vision, який забезпечує круговий огляд за допомогою чотирьох зовнішніх камер (передньої, задньої, лівої, правої) та дисплея в кабіні. Таке рішення дозволяє максимально зменшити можливі сліпі зони і уникнути можливих аварій та нещасних випадків.

На дисплеї на правій частині екрану відображаються види з усіх чотирьох камер, а на лівій – вид з вибраною камери (рис. 3.15).



Рисунок 3.15 – Візуальна інформація з камер системи Cat® Vision, доповненої комплектом Surround Vision

3.6 Загальна оцінка технічного рівня виробу

Підводячи підсумок здійсненого аналізу технічного рівня колісного вантажника Cat® 988 можна зазначити наступні основні переваги цієї машини:

- надзвичайно високу продуктивність завантаження транспортних засобів гірничою масою та іншими вантажами завдяки застосуванню серії ковшів досконалих конструкцій;

- підвищену паливну ефективність за рахунок використання економічного режиму експлуатації з одночасним збереженням високої продуктивності роботи;

- простий режим регулярного технічного обслуговування машини, що забезпечує надійність та довговічність конструкції протягом декількох життєвих циклів.

Вантажник Cat® 988 дозволяє переміщувати більше матеріалу протягом меншого часу з меншими витратами і порівнянні іншими подібними конструкціями такої техніки. Усе це забезпечує високі техніко-економічні показники експлуатації установки в різних галузях промисловості і переконливо підтверджує її передовий технічний рівень.

4 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВАНТАЖНИКА

4.1 Використання виробу за призначенням

Для підвищення ефективності експлуатації як окремого вантажника, так і цілого парку подібної техніки спеціалістами компанії Caterpillar розроблено низку сучасних прикладних програм, які дозволяють раціонально керувати процесом використання техніки

Зокрема, слід згадати такий продукт, як VisionLink® Productivity. Це проста у застосуванні хмарна платформа, яка збирає та узагальнює телематичні дані про машини і дані про робочі майданчики з усього обладнання. Показники продуктивності установок передаються на веб-платформу. Доступ до неї можливий у будь-якому місці та в будь-який час за допомогою мобільного пристрою, планшета або персонального комп'ютера як на робочому майданчику, так і за його межами. Наявність подібної програми забезпечує можливості:

- відслідковувати типи матеріалів та переміщених вантажів, витрати на паливо, години роботи машин. Усі ці дані можна аналізувати, наприклад для порівняння продуктивності різних робочих змін;

- підвищення продуктивності роботи техніки шляхом аналізу причин та скорочення тривалості простоїв машин, перерозподілення парку техніки відповідно до його погодинного використання, визначення оптимальних відстаней між сегментами робочого циклу;

- раціонального використання палива, загальної оцінки якості використання техніки та доцільності оновлення парку машин.

Уся потрібна інформація передається на веб-платформу з бортових стільникових пристроїв ProductLink™ парку обладнання. Дані аналізуються за допомогою алгоритму машинного навчання, вбудованого в VisionLink® Productivity, дозволяючи отримати уяви про продуктивність робочого майданчику та ефективність використання обладнання.

Програма має декілька інформаційних панелей, а саме:

- «Робочий майданчик», що містить відомості про результати роботи на усіх створених робочих майданчиках з оглядом кожного з них, аналізом продуктивності протягом поточного дня, попереднього дня або останніх семи днів, порівнянням ключових показників ефективності на різних майданчиках;

- «Продуктивність», яка відображає ефективність операцій на окремому робочому майданчику за допомогою такої інформації, як кількість завантажень (число завантажень за день чи за годину, час завантаження самоскиду, тривалість робочого циклу вантажника), корисне навантаження (продуктивність протягом години, тривалість циклу роботи, корисне навантаження за цикл та загальне корисне навантаження), сегмент (загальний час роботи, час зупинок без вантажу і з вантажем, тривалість циклу), розрахунковий об'єм (тривалість циклу самоскиду/скрепера, число циклів за годину, середня кількість проходів за цикл);

- «Використання», що дозволяє менеджерам робочого майданчику порівнювати продуктивності окремих машин та парків техніки на одному робочому майданчику в залежності від часу їхньої роботи або простоїв. Панель надає відомості про години роботи і простоїв кожної машини, робочий час техніки у відсотках, відсотки тривалого (більше 9 хвилин), середнього (6-9 хвилин) та короткочасного (3-6 хвилин) простоїв техніки;

- «Витрати», на якій відображаються загальні витрачені кошти під час роботи та простоїв техніки, витрати в розрахунку на 1 годину, витрати в розрахунку на корисне навантаження. За допомогою цієї панелі можна з'ясувати, чи працюють машини або робочі майданчики з більш високими у порівнянні з очікуваними витратами, а надання карти дозволяє аналізувати розподілення цих витрат в залежності від місця розташування робочого майданчику;

- «Аналітика», що забезпечує більш глибокий рівень експлуатаційних даних обладнання. Аналіз наданої інформації дозволяє визначити, що викликає проблеми з використання техніки з недостатньою продуктивністю та прийняти необхідні коректувальні заходи. Докладні відомості по кожній машині представлені в наступних розділах панелі: «Продуктивність», «Використання», «Зведен-

ня», «Надання карти». Наявність останнього розділу спрощує візуалізацію усього робочого майданчику з докладною інформацію про його зони та діюче в них обладнання;

- «Активи», в якій містяться більш докладні дані щодо продуктивності та особливостей використання окремих машин у потрібному діапазоні дат. Тут можна знайти відомості про кількість робочих циклів, загальне та середнє корисне навантаження, середнє число циклів за годину, корисне навантаження за годину, години роботи і простоїв, витрати палива.

Усі ці панелі візуально узагальнюють дані, спрощуючи процес виявлення тенденцій, які можуть допомогти оптимізувати продуктивність.

Для підключення програми потрібно зв'язатися з дилером компанії та отримати потрібні ресурси. На рис. 4.1 показана схема охоплення програмою VisionLink® Productivity робочого майданчику на кар'єрі.



Рисунок 4.1 – Схема охоплення програмою VisionLink® Productivity робочого майданчику на кар'єрі

Цифровий додаток Cat® Inspect служить для доступу до експлуатаційних параметрів обладнання з мобільного пристрою. Він фіксує результати перевірок

та інтегрує їх в інші системи даних компанії. Цими даними можна ділитися з колегами в онлайн-режимі, їх можна проглядати, зберігати та роздруковувати в режимі реального часу. Веб-додаток Cat Inspect Web доповнює Cat Inspect для роботи з персонального комп'ютера.

Додаток Cat Product Link забезпечує бездротовий зв'язок з обладнанням та цінну аналітику щодо роботи машини або цілого парку техніки. Він в реальному часі надає інформацію про місцезнаходження, години роботи, витрати палива, продуктивність, час простоїв та діагностичні коди машин, що спостерігаються ним. Це дозволяє приймати своєчасні, засновані на реальних фактах рішення, які підвищують ефективність та продуктивність механічного обладнання, а також скорочують витрати на його використання за призначенням.

Технологія Product Link підтримує стільниковий та супутниковий зв'язок, а також зв'язок за допомогою Bluetooth, що відповідає усім сучасним вимогам до передачі інформації.

За допомогою додатку Remote Flash дилер компанії Caterpillar відправляє сповіщення про необхідність оновлення програмного забезпечення тієї чи іншої машини. Це потрібно для скорочення простоїв, адже оновлення у цьому випадку можуть бути здійснені безпосередньо на робочому майданчику без виклику технічного спеціаліста. Програма Remote Flash зменшує тривалість технічного обслуговування та підтримує максимальний рівень експлуатаційної ефективності обладнання.

4.2 Основні правила техніки безпеки під час роботи машини

Керувати будь-якими типами виймально-транспортних машин, у тому числі, вантажниками мають право лише особи, що достеменно вивчили їхню конструкцію, знають правила дорожнього руху, опанували навички керування та отримали відповідне посвідчення, що дозволяє керувати тією чи іншою установкою.

Їздити та працювати дозволяється виключно на справних машинах. Під час роботи у темний час доби установка повинна мати передні фари для освітлення

шляху та хвостові сигнали.

Категорично забороняється залишати без нагляду машину з працюючим двигуном. Перед виходом з неї машиніст зобов'язаний зупинити її на рівному майданчику без поздовжніх ухилів, заглушити двигун та загальмувати установку ручним гальмом.

Двері кабіни керування під час руху мають бути закритими. Категорично забороняється перевозити людей у ковші установки.

Для запобігання можливості перекидання машини під час руху нерівними поверхнями та в небезпечних місцях ківш після розвантаження має бути негайно опущений.

При обслуговуванні та ремонті машин (а також в усіх інших випадках) забороняється знаходитися під ковшем та іншими вузлами і деталями, що утримуються фрикційними гальмами або гідравлічними пристроями.

Категорично забороняється накачувати шини повітрям вище допустимого максимального тиску. Розбирати і збирати колеса слід лише після того, як тиск буде знято.

Забороняється підігрівати двигун відкритим полум'ям, знаходитися під машиною з працюючим двигуном та поблизу гнучких рукавів гідроприводу. Категорично забороняється здійснювати огляди або вести монтажно-демонтажні, налаштувальні, регулювальні та ремонтні роботи при працюючому двигуні.

Заправляти машини паливно-мастильними матеріалами потрібно вдень або при нормальному електричному освітленні. Під час заправки категорично забороняється палити, користуватися сірниками, а також гасовими та несправними електричними ліхтарями. Для виключення можливості утворення іскри слід ретельно перевіряти ізоляцію електричної проводки та справність електричних контактів.

При роботі з антифризами в зимовий період потрібно бути особливо уважними. На відміну від води, що замерзає при температурі нижче 0^{o} С, антифризи мають температуру навколишнього середовища і під час недбалого поводження з холодною речовиною можна отримати обмороження.

4.3 Технічне обслуговування та ремонт

Конструкцією вантажника передбачені численні технічні рішення, що забезпечують зниження витрат на технічне обслуговування та ремонт обладнання:

- вузли установки, що підлягають регулярному обслуговуванню, згруповані в одному місці та легкодоступні для щоденних сервісних перевірок (рис. 4.2);

- моторний відсік постачений відкидними дверцятами для полегшення доступу до вузлів приводу;



Рисунок 4.2 – Зручність та доступність обслуговування
вузлів вантажника в одному місці

- гідравлічні розподільники коробки передач доступні для обслуговування з рівня грунту;

- екологічно безпечні зливні крани запобігають випадковим витокам робочих рідин та забезпечують зручність обслуговування;

- акумуляторні батареї не потребують обслуговування, що знижує кількість відходів;

- інформаційно-керуюча система VIMS™ машини забезпечує повідомлення про наближення відмов для вчасного запобігання несправностей (рис. 4.3);

- у цілому підвищений термін служби вантажника та широкі можливості відновлення його працездатності забезпечують високу вартість конструкції при її перепродажу.

Ефективність підвищення рівня надійності та довговічності механічного обладнання не в останню чергу залежить від своєчасності поставок необхідних запасних частин до нього. Для забезпечення справності машин та високої при-



Рисунок 4.3 – Діагностика можливих несправностей машини

бутковості виробництва потрібно мати швидкий доступ до запчастин. Компанія Caterpillar пропонує систему Cat PartStore™ для їхнього зручного замовлення у місцевого дилера у будь-який час в режимі онлайн.

Яким би чином користувач обладнання Cat не вирішив організувати процес технічного обслуговування цієї техніки, спеціалісти компанії завжди можуть допомогти зробити це правильно. Вони пропонують різні варіанти підтримки

працездатного стану машин – від самостійного технічного обслуговування і ремонту до рішень з обслуговування найвищого рівня усього парку техніки.

4.4 Навчання операторів

Caterpillar пропонує широку програму навчання для операторів свого обладнання, технічних спеціалістів та з питань безпеки. Доступні різні варіанти від навчання за замовленням до спеціалізованих рішень для цілих підприємств.

Для операторів важкого обладнання кар'єрів в гірничодобувній та будівельній галузях можлива організація індивідуальних навчальних курсів під керівництвом викладачів на робочому майданчику замовника або в одному з демонстраційних та навчальних центрів компанії (такі центри є в штатах Ілінойс та Арізона, а також в іспанській Малазі). В разі складності поїздок курси можуть бути віртуальними. Висококваліфіковані спеціалісти та інструктори, які мають принаймні 10-річний досвід роботи в якості операторів обладнання в гірничодлїобувній або будівельній галузях, ставлять перед собою задачу демонстрації досягнень компанії в галузі машин, двигунів та обслуговування техніки в тих галузях їхнього застосування, які цікавлять клієнтів, а також навчання ефективній та безпечній експлуатації цього обладнання.

Програма навчання операторів передбачає три рівні різної складності. Для операторів-початківців з досвідом роботи менше трьох років призначений курс рівня 1, для більш досвідчених спеціалістів (досвід роботи більше трьох років) – курс рівня 2, а для професіоналів – курс рівня 3.

Навчання здійснюється на симуляторах Cat® Simulators, які гарантують набуття безпечного практичного досвіду. На кожному такому тренажері вчать працювати з важкою технікою з використанням тих самих елементів керування машинами та їхнього застосування, як і на робочих майданчиках (рис. 4.4).

Повна система симуляторів містить конвертовані елементи керування, екрани з 3-4 моніторами, імітатори руху та багато додаткових аксесуарів. Навчання пропонує декілька варіантів використання машин, створених за участі експертів-

операторів Cat, для оволодіння навичками, що застосовуються в реальних умовах експлуатації.



Рисунок 4.4 – Момент навчання оператора на симуляторі Cat® Simulators

ВИСНОВКИ

В представленій роботі здійснено аналіз конструктивних особливостей одноківшевого колісного вантажника фронтального типу моделі Cat® 988, розробленого американською компанією Caterpillar. Це потужна високотехнологічна установка, що відрізняється значною продуктивністю процесу завантаження транспортних засобів гірничодобувних кар'єрів породою, надійністю, економічністю, зручністю та простотою технічного обслуговування. Машина може з успіхом використовуватися на підприємствах інших галузей промисловості, де є потреба завантаження та перевезення на невеликі відстані масивних вантажів (скельних блоків, лісу, металургійної продукції тощо).

Вантажник Cat® 988 дозволяє переміщувати більше матеріалу протягом меншого часу з меншими витратами і порівнянні іншими подібними конструкціями такої техніки. Усе це забезпечує високі техніко-економічні показники застосування установки в різних умовах експлуатації і переконливо підтверджує її передовий технічний рівень.

Таблиця 3.1 – Параметри ковшів вантажника Cat® 988

Показник	Призначення та місткість ковшу, м^3				
	Для надтвердого граніту	Скельні для високоабразивних матеріалів (залізної руди)		Для вугілля	
	6,3	4,4	4,7	11,5	13,0
Ширина, мм	3980	3940	3922	4120	4120
Важільний механізм ковшу	На пальцях				
Тип GET	К130			-	Ріжуча кромка з болтовим кріпленням
Номер деталей GET	7			-	-
Маса, кг	7648	5475	5771	5910	6435

Таблиця 3.2 – Параметри вил вантажника Cat® 988

Параметр	Значення
Загальна ширина вил, мм	2489
Ширина вил по зуб’ях, мм	2412
Ширина між зуб’ями вил, мм	2412
Довжина зубів, мм	2479
Ширина зубів, мм	358
Внутрішня висота, мм	1972
Розкриття пристрою притискання, мм	3794
Площа зубів, м^2	7,1
Маса, кг	7919

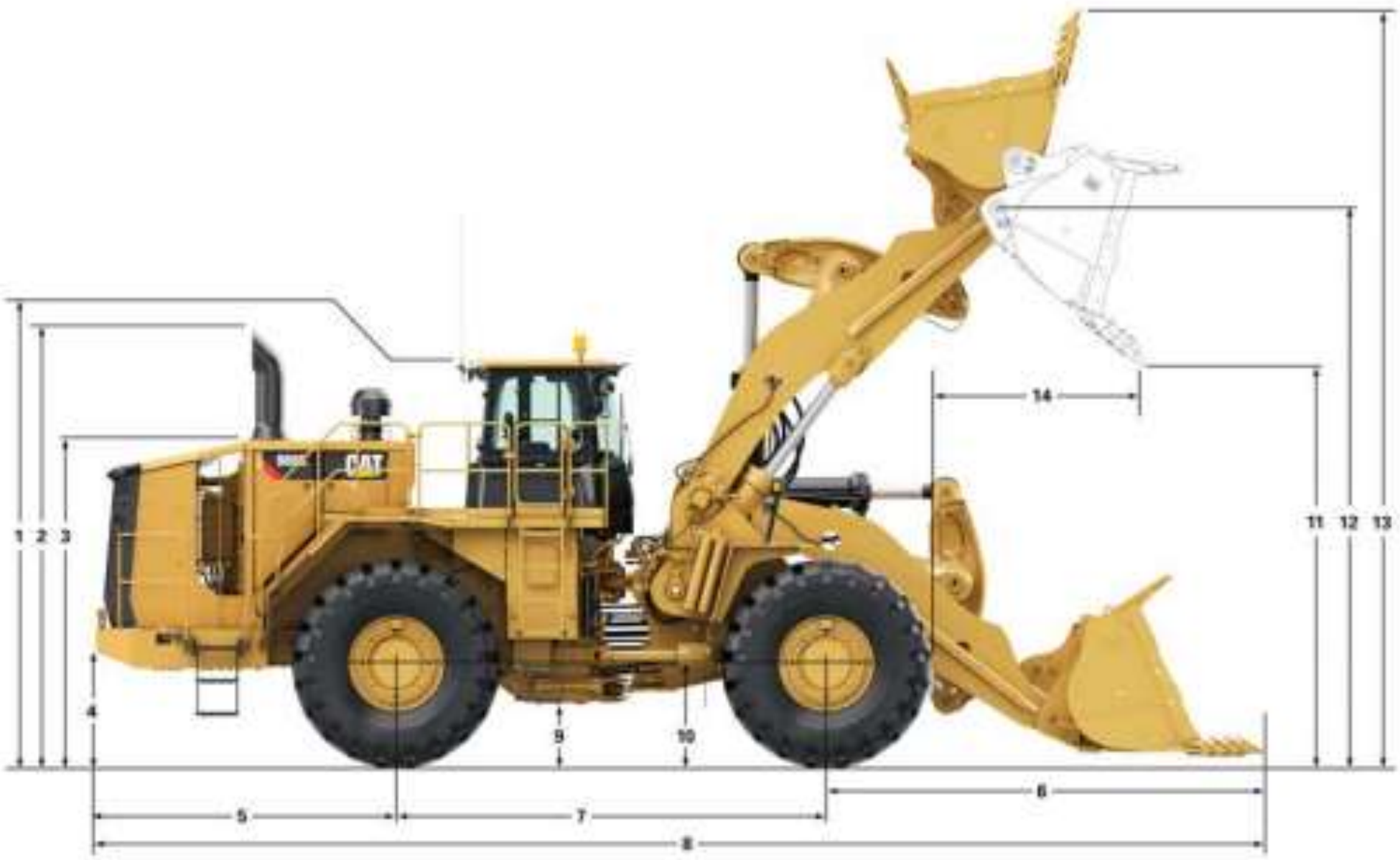


Рисунок 2.2 – Габаритні розміри вантажника Cat® 988 (див. табл. 2.8)

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики одноківшевих вантажників фронтального типу

Найменування	Показники										
Модель вантажника	Д-574 (ТО-7)	Д-563 (ТО-10)	Д-543 (ТО-5)	Д-584 (ТО-8)	БілАЗ-7822	L-600	ТО-21-1	Cat-992C	Д-600С	L-1200	М675В
Місткість ковшу, $м^3$	1	2	2,8	3	6	7,65	9,3	10,3	11,5	16,8	18,35
Ширина різальної кромки ковшу, мм	2050	2900	3100	3100	3900	4000	4100	4750	4700	5000	5700
Максимальна висота розвантажен., мм	2700	3100	3200	3350	4050	3940	4200	4500	4500	5700	5400
Ходова частина	гусенична			пневмоколісна							
Максимальна швидкість руху, км/год.	10,7	11,2	10,9	40	32	24,3	23,5	23	35,4	19,3	26,2
Мінімальний радіус повороту, мм	-	-	-	7500	9500	8600	9800	10800	9450	12100	13200
Габаритні розміри (з опущеним ковшем), мм:											
довжина	5700	2900	3100	3100	11640	12000	12400	12700	12800	14600	15400
ширина	2050	-	-	-	4150	4500	5000	5400	5500	5140	6500
висота	2030	-	-	-	3900	3600	4200	4700	4500	5500	5500
Потужність, кВт	75	135	180	240	312-330	391,5	404,5	515	588,3	895	982
Маса, т	9,6	17,4	26,2	21,0	53,0	59,1	74,0	86,1	81,8	136,0	176,2

Лист регистрации изменений

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