Широкий Вадим Володимирович

Бакалаврська робота

Організація процесу експлуатації гусеничних ходових частин техніки компанії Caterpillar Inc

Керівник **ст. викл. Чумак Ю.І.**

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

Вступ

Гірничодобувні підприємства (вітчизняні та закордонні, відкриті та підземні) характеризуються великим розмаїттям видів мінеральної сировини, гірничо-геологічних умов її залягання, фізико-хімічних властивостей гірських порід. Усе це обумовлює використання значної кількості технологічних процесів видобутку, що відрізняються складністю, наявністю тих чи інших несприятливих факторів, необхідністю застосування того чи іншого обладнання для їхньої механізації [1-5].

Номенклатура останнього дуже широка, а вимоги до його обов'язкової високої якості через надзвичайно важкі умови експлуатації не підлягають жодному обговоренню. Значна частка гірничого обладнання розроблюється і виготовлюється у самохідному виконанні. Автономність і мобільність техніки забезпечує значну гнучкість та інші переваги під час реалізації виробничих функцій машини та високі техніко-економічні показники її експлуатації [6-12].

Ходове обладнання гірничої машини (а також численних типів важкого промислового обладнання) представляє собою пристрій, який служить для її переміщення та спирання на опорну поверхню руху (наприклад, грунт) під час виконання робочих операцій. Конструктивне виконання ходового обладнання гірничої техніки доволі різноманітне. В залежності від умов роботи та призначення машини вона може постачатися колісною ходовою частиною (на пневмоколесах або рейковому ходу), гусеничною, крокуючою, крокуюче-рейковою та плавучею.

До конструкцій ходового обладнання ставляться високі й часто суперечливі вимоги. Воно має забезпечувати потрібну силу тяги; задані (бажано невеликі) питомі тиски на грунт при достатній швидкості пересування та несучій спроможності; можливість долати задані ухили та підйоми і мати при цьому невелику масу, маневреність і стійкість в усіх можливих випадках змінення центру ваги машини; спричиняти мінімальні динамічні навантаження та опори під час руху; мати мінімальне число швидкозношуваних деталей і високі показники зносостій-

кості та працездатності; бути простим, довговічним і зручними у виготовленні та експлуатації.

Для різних типів гірничої та важкої промислової техніки найбільш важливими є різні вимоги з перерахованих вище, що й обумовлює переважний вибір того чи іншого виду ходового обладнання. Якщо, наприклад, машина в силу свого призначення та характеру роботи досить часто перекидається з одного місця експлуатації на інше, вона повинна мати достатньо високу швидкість пересування, чому в найбільшому ступені відповідає колісний хід на пневматичних шинах. Для драглайна ж, що працює на відвалах, швидкість пересування вирішального значення не має, зате на перше місце виходить необхідність низького тиску на грунт у поєднання з високою маневреністю, а для цих вимог найкраще підходить крокуючий хід.

Але в абсолютно усіх випадках загальними вимогами для будь-якого типу ходової частини гірничої машини будуть її конструкційна досконаліть та надійність в експлуатації, адже від них залежатиме ефективність роботи техніки та її готовність виконувати свої виробничі функції. Тому дослідження, проектування, виготовлення та практичне впровадження нових, а також удосконалення існуючих конструкцій ходового обладнання гірничих машин були, є і залишаються надзвичайно важливими задачами галузевого машинобудування.

З огляду на це, актуальність теми представленої бакалаврської роботи, присвяченої аналізу досвіду організації процесу експлуатації гусеничних ходових частин техніки фірми Caterpillar, не викликає жодних сумнівів.

Об’єкт роботи – технологічний процес експлуатації гусеничних ходових частин гірничої та важкої промислової техніки.

Предмет роботи – параметри експлуатації гусеничних ходових частин техніки фірми Caterpillar.

1 Обгрунтування вибору обладнання

1.1 Короткий порівняльний огляд існуючих конструкцій ходових частин важкого загальнопромислового та гірничого обладнання

Одним з найважливіших критеріїв, за якими оцінюються працездатність та експлуатаційна ефективність ходового обладнання техніки, що працює у важких умовах роботи, є його допустимий тиск на грунт, а він, у свою чергу, нерозривно пов'язаний з несучою здатністю останнього.

Несучу здатність грунту визначають за допомогою коефіцієнту опору зминанню, тобто тиском у паскалях (або навантаженням в ньютонах на 1 м^2), під дією якого опорна поверхня опускається (занурюється) на 1 см. Допустимим тиском вважають такий, при якому ходова частина машини занурюється в грунт не більше ніж на 6-12 см. Тиски зминання та допустимі тиски для різних типів грунтів відповідно наступні, МПа:

- болотистий грунт – 0,005-0,01 і 0,04-0,06;
- крупний пісок і волога глина – 0,03-0,045 і 0,4-0,6;
- суха щільна глина, мергель, лес – 0,11-0,13 і 1,1-1,5.

Розглянемо більш докладно переваги та недоліки основних типів ходових частин гірничого та важкого загальнопромислового устаткування.

Пневмоколісне ходове обладнання характеризується значними швидкостями пересування промислової техніки (до 70 км/год.) і маневреністю, порівняно невеликою масою, малим опором руху, простою конструкцією та універсальністю. Проте високий питомий тиск на грунт – від 0,2 до 0,5 МПа – вимагає підготовки спеціальних шляхів для пересування такої техніки. Наприклад, для екскаваторів таке ходове обладнання прийнятне лише для малопотужних моделей вагою до 40 т та місткістю ковшу до 1 м^3. Крім того, в умовах кар'єрів пневматичні шини дуже швидко зношуються, а вартість більш-менш зносостійких моделей сягає 20-40% загальної вартості машини. Тому область використання ходових частин такого типу для гірничодобувного обладнання обмежується переважно

виймально-транспортними машинами (вантажниками, тягачами, скреперами, грейдерами тощо). Винятком є автомобільний транспорт, де застосовуються унікальні конструкції пневмоколісного ходового обладнання, що відрізняються вбудованими приводами руху та мають підвищену міцність і зносостійкість.

Ходове обладнання рейкового типу відрізняється такими позитивними рисами, як низький опір переміщенню машини, плавність, висока швидкість та направленість її руху, порівняно невеликий знос основних конструктивних елементів. Проте його маневреність обмежена рейковою колією, а ухили, які може долати установка з рейковою ходовою частиною, як правило, не перевищують 6^{o} через малі величини коефіцієнту зчеплення коліс з рейками. Усе це призводить до звуження області застосування залізничного колісного ходу – воно використовується головним чином на ланцюгових багатоковшових екскаваторах, що працюють разом з транспортно-відвальними мостами та відвалоутворювачами.

Основними перевагами *крокуючого ходового обладнання* є низькі тиски на грунт (0,04-0,1 МПа), невелика маса (10-12% маси усієї машини), високі маневреність та стійкість машини під час роботи. До недоліків слід віднести циклічний характер і низьку швидкість руху (до 0,5-0,6 км/год.), необхідність підйому і опускання машини, що внаслідок значної інерційності масивної конструкції і є головною причиною обмеження швидкості, значні втрати енергії через волочіння частини установки по грунту. Крім того, використання такої техніки вимагає попереднього планування поверхні, по якій вона пересуватиметься. Крокуючі ходові частини застосовуються головним чином на драглайнах середньої і великої потужності, а також на відвалоутворювачах, що працюють на грунтах з відносно низькою несучою здатністю.

Крокуюче-рейкове ходове обладнання знаходить використання в умовах слабких грунтів на потужних роторних екскаваторах та відвалоутворювачах. Комбінована конструкція, що поєднує переваги рейкових і крокуючих типів ходових частин, забезпечує високу швидкість і плавність руху, малі тиски на опорну поверхню, підвищену надійність за рахунок низького зносу робочих елементів. Але їй притаманні й недоліки вказаних типів (значна маса, підйом машини в

процесі циклічного руху тощо).

Плавуче ходове обладнання застосовується на драгах і земснарядах.

Найбільше розповсюдження серед гірничого та важкого загальнопромислового обладнання отримало *гусеничне ходове обладнання*. Вперше у світовій практиці розроблене фахівцями компанії Caterpillar на початку минулого століття воно стало основною ходовою частиною для різноманітної важкої техніки, що змушена працювати на нестійких, м'яких, розпушених та глинистих грунтах. Що стосується гірничодобувної промисловості, то воно в наш час використовується на усіх типах виймально-навантажувальних та виймально-транспортних машин за виключенням хіба що потужних драглайнів, які не потребують частих і значних переміщень з високою швидкістю. Слід також згадати численні види військової техніки, які просто не можна представити без нього. Там, де потрібна підвищена прохідність, гусеничне ходове обладнання поза будь-якою конкуренцією.

Воно відрізняється високим рівнем стійкості, здатністю долати ухили аж до 23°, низькими тисками на грунт, універсальність застосування. Суттєвими недоліками є велика маса (до 50% від загальної маси машини), необхідність високих тягових зусиль, складність та невелика надійність конструкції через швидкий знос ходових елементів.

1.2 Будова та основні характеристики гусеничного ходового обладнання

Система гусеничного ходового обладнання визначається числом гусениць в конструктивній схемі та їхнім взаємним розташуванням. Основні системи такого устаткування, що використовуються на екскаваторах, показані на схемах рис. 1.1 [11]. Вони бувають двох- і багатогусеничні. Наприклад, на одноковшових екскаваторах застосовують двох-, чотирьох- і восьмигусеничні системи (рис. 1.1*г,ж*), а на багатоковшових – двох- (машини масою до 400 т), трьох- (до 800 т), чотирьох-, шести- (до 2000 т), дванадцяти- та шістьнадцятигусеничні (більше 2000 т).

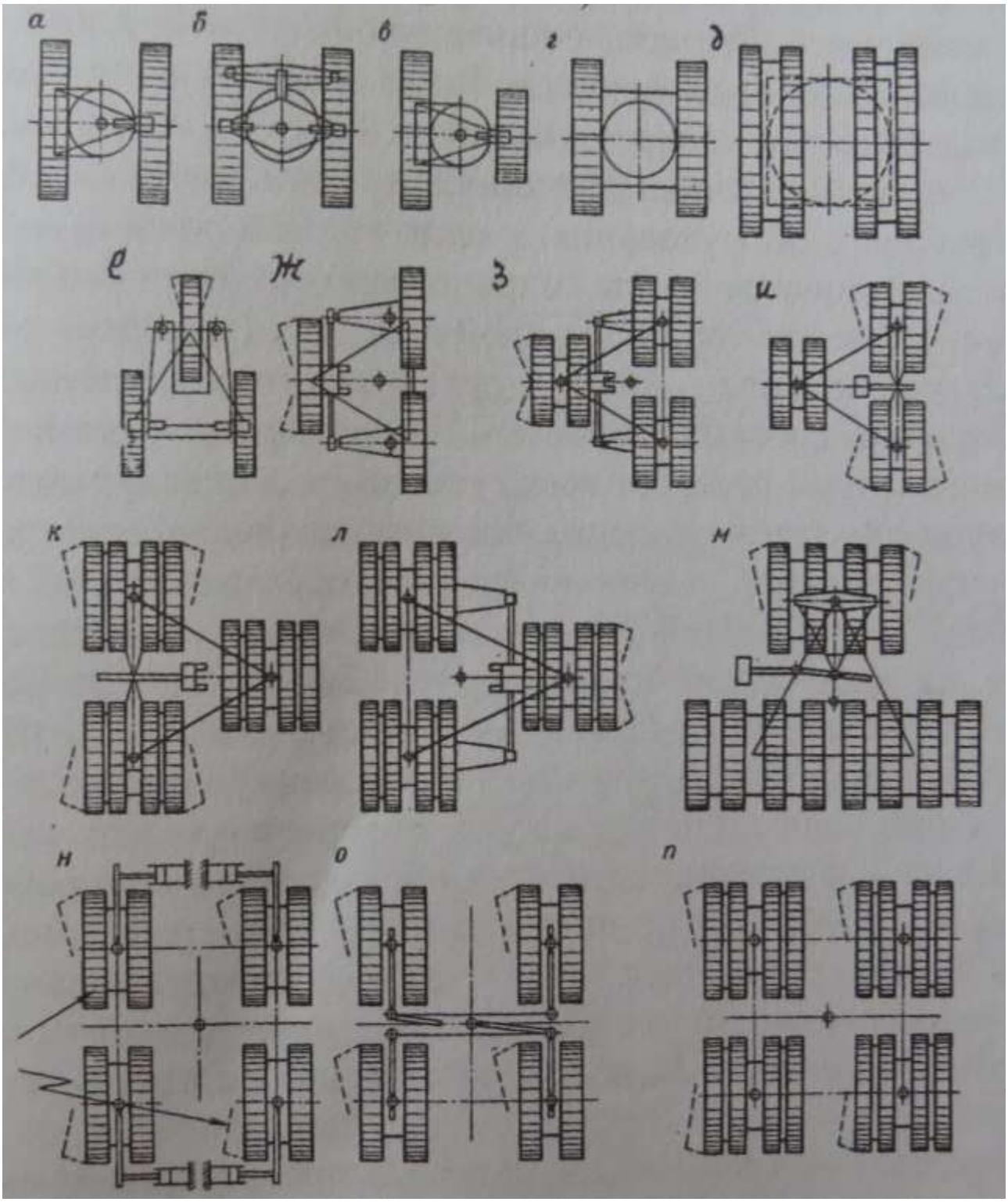


Рисунок 1.1 – Системи гусеничного ходового обладнання екскаваторів: *а-г* – двохгусеничні; *д* – чотирьохгусенична; *е* – трьохгусенична трьохопорна з одним поворотним переднім візком; *ж* – трьохгусенична трьохопорна з одним поворотним бічним візком; *з* – шестигусенична з двома спареними поворотними візками; *и* – шестигусенична з одним поворотним візком; *к* – дванадцятигусенична з двома поворотними візками; *л, м* – дванадцятигусеничні з одним поворотним візком; *н, о* – чотирьохопорні восьмигусеничні з усіма поворотними візками; *п* – шестигусенична з усіма поворотними візками

В трьох-, шести- та дванадцятигусеничних системах, де кількість гусениць кратна трьом, використовуються трьохточкова схема спирання, яка оптимізує передачу зусиль на ходові візки. Такі системи симетричні або відносно поперечної осі машини (рис. 1.1*ж,з,и,к,л*), або відносно поздовжньої (рис. 1.1*е,н*). При цьому дві опори знаходяться з боку робочого обладнання машини, а третя – з боку її відвальної частини.

Поворот гусеничної машини з двома (чотирма) гусеницями здійснюється шляхом гальмування однієї (двох) гусениць і забезпеченням таким чином різних швидкостей лівих і правих гусениць.

В чотирьохточкових схемах спирання розворот усіх гусениць досягається за допомогою важелів. В трьохточкових схемах машину можна повернути шляхом повороту передньої гусениці (рис. 1.1*е,н*), однієї бічної гусениці (рис. 1.1*ж,и,л*) або двох груп гусениць, що йдуть позаду (рис. 1.1*з,к*). Два останніх варіанти гарантують максимальну маневреність машини за рахунок мінімізації кута її повороту при аналогічному куті повороту самої гусениці.

В конструкціях ходової частини з вісьма та шістнадцятьма гусеницями потрібно повертати усі чотири пари. На схемах рис. 1.1*н,о,п* візки переднього і заднього рядів повертаються на різні кути по двом окружностям з центром в одній точці, а на схемі рис. 1.1*о* – усі гусениці повертаються в один бік на однаковий кут.

Найкращу маневреність при рівних максимальних кутах повороту керованих гусениць мають трьохопорні машини із симетричним розташуванням гусениць відносно поперечної осі під час повороту у бік некерованої гусениці (рис. 1.1*з,к*). Для повороту у бік керованих гусениць для цих машин потрібний значно більший кут розвороту гусениць.

Рама машини з трьох-, шести- або дванадцятигусеничним ходовим обладнанням має три точки опори і навантаження завжди передається на усі ці опори. Коли ж гусениць чотири, вісім або шістнадцять рама машини має чотири точки опори і одна з них на нерівній поверхні грунту може взагалі не сприймати навантаження. Для усунення цього недоліку використовують важільний вирівнюваль-

ний механізм або гідравлічні опорні домкрати, які встановлюються в кожному куті рами машини (рис. 1.2*а*).

На їхні циліндри 1 спирається рама 2, а плунжери 3 через сферичні п’яти 4 спираються на раму гусеничних візків 5.Усі циліндри постачені реле тиску РД та електромагнітним вентилем (ЭВМ). На рамі також передбачені масляний бак, гідронасоси та реле рівня (РУ).

В разі проходження рівнодіючої усіх сил, що впливають на машину, через точку *О* (рис. 1.2*б*) і просідання грунту під опорою *Г*, рама не нахилятиметься через те, що рівнодіюча лежить з іншого боку діагоналі *А-В*. Наслідком цього стане зниження масла в циліндрі *Г*. Для його усунення реле тиску увімкне гідронасос і буде качати масло через електромагнітний вентиль з напірного трубопроводу в цей циліндр аж доки тиск в ньому не досягне заданої верхньої межі і навантаження на опору не відновиться.

Коли опускатиметься опора *Б*, тиск падатиме знову в опорі *Г*, адже цей кут рами буде підніматися. Тоді реле рівня увімкне насос і з’єднає з напірною магістраллю циліндр *Б*. Масло подаватиметься туди до горизонтального вирівнювання рами машини. Аналогічним чином реле рівня вирівняє раму машини, коли вона опиниться на похилій поверхні. Точність підтримки горизонтального положення рами – 20-30’.

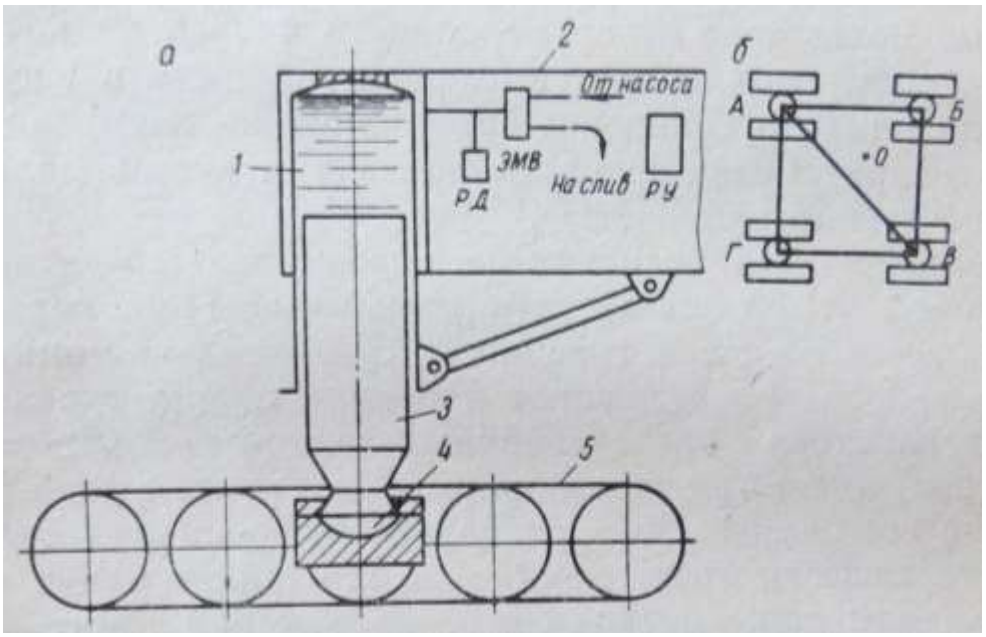


Рисунок 1.2 – Гідравлічна опора гусеничного ходового механізму

Конструктивне оформлення гусениць може бути різним. Розрізняють багато- і малоопорні конструкції.

У перших (рис. 1.3*а*) між осями сусідніх котків на відстані A розміщається менше двох ланок гусениці. Завдяки цьому ланки не можуть прогинатися догори між котками і гусениця рівномірно передає тиск на грунт.

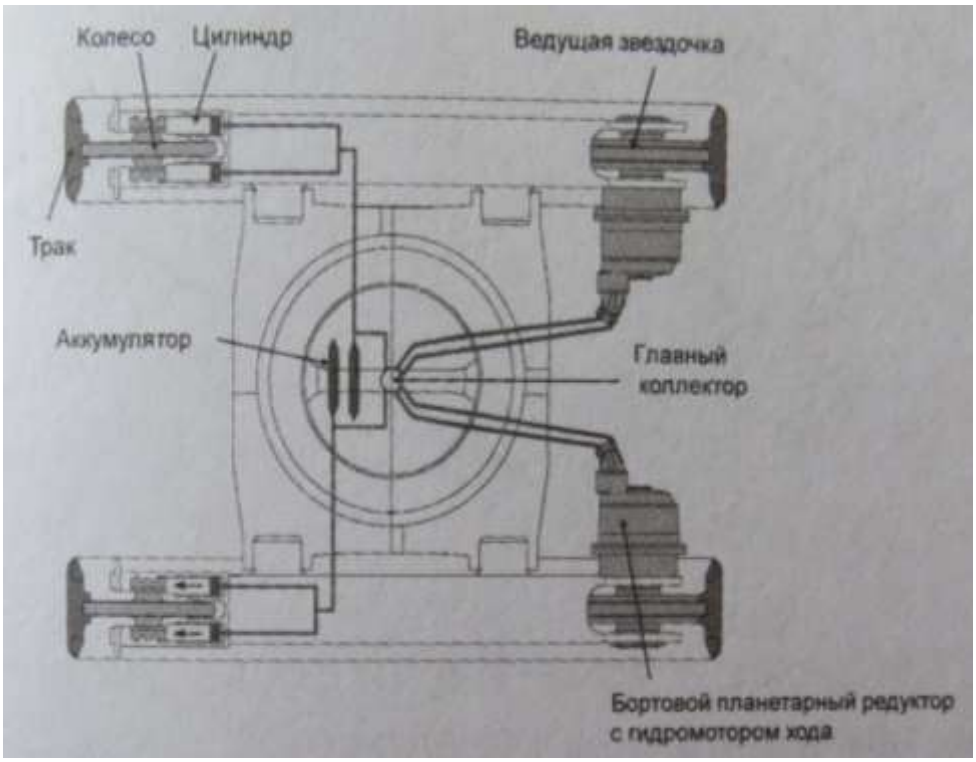
В малоопорній конструкції (рис. 1.3*б*) між осями котків розташовуються дві ланки і більше. Гусениця може прогинатися між котками догори і тиск на грунт виявляється нерівномірним. Внаслідок цього малоопорна гусениця на слабких породах більше занурюється в грунт, ніж багатоопорна. З іншого боку, на твердих скельних породах вона краще витримує зосереджені навантаження, тому що має більш міцні великі котки.

З огляду на це, багатоопорні гусениці рекомендується застосовувати на слабких породах, а малоопорні – на скельних.

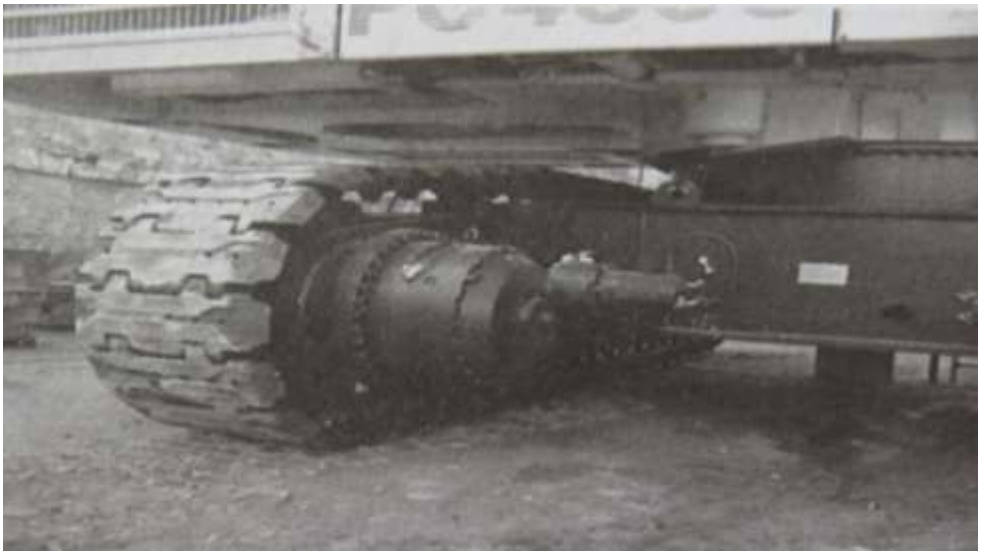
Гусениці на схемах рис. 1.3*а* і *б* називаються жорсткими через свою нездатність пристосовуватися до нерівних опорних поверхонь. М'яка ж конструкція гусениці (рис. 1.3*в*) відрізняється тим, що її котки встановлюються на балансирах 1 і каретках 2, в результаті чого гусениця у поздовжньому напрямку може приймати профіль нерівності грунту. Передача тиску на породу в цьому випадку буде більш рівномірною і деталі гусеничного ходу не страждатимуть від значних зосереджених навантажень.

Осі котків кріпляться на кульових опорах, тому вони разом з ланками гусениць можуть повертатися в поперечному напрямку в обидва боки на кут α (рис. 1.3*г*). Осі кареток і балансирів при цьому також можуть хитатися. Замість балансирів осі котків в деяких випадках підвішують на пружинах або торсіонах. М'які гусениці частіше застосовуються на багатоковшових екскаваторах.

На рис. 1.4 показаний двохгусеничний багатоопорний ходовий візок гідравлічного екскаватора, який має жорстке кріплення рам гусениць до ходової рами машини та роздільний гідропривод гусениць через планетарні редуктори [11]. Гусеничні рами кріпляться за допомогою болтів та замкових з'єднань, а натяг гусеничних стрічок здійснюється бортовими гідроциліндрами.



а



б

Рисунок 1.4 – Двохгусеничний багатоопорний ходовий візок гідравлічного екскаватора з роздільним гідроприводрм гусениць через планетарні редуктори: *а* – схема пристрою; *б* – вузол приводу ходу

Величини тисків на грунт машин з гусеничною ходовою частиною визначаються типом і призначенням установок і не перевищують 0,42 МПа у кар'єр-

них лопат. Роторні і ланцюгові екскаватори мають набагато менші показники: максимум 0,12 МПа у розкривних конструкцій і 0,2 МПа у видобуткових.

1.3 Гусеничні ходові частини Caterpillar

Проектувальниками компанії Caterpillar свого часу була запропонована принципово нова конструкція гусеничної ходової частини SystemOne™ з піднятим ведучим колесом. На рис. 1.5 показані гусеничні ходові частини традиційної конструкції (*а*) та SystemOne™ (*б*).

В наступних розділах роботи буде здійснено аналіз конструктивного виконання та експлуатаційних переваг гусеничної ходової частини Caterpillar® SystemOne™ та запропоновано раціональні заходи експлуатації і технічного обслуговування гусеничних ходових частин техніки виробництва Caterpillar.



а



б

Рисунок 1.5 – Загальні види гусеничних ходових частин техніки Caterpillar: *а* – традиційної конструкції; *б* – SystemOne^{TM} з піднятим ведучим колесом

2 Аналіз конструктивного виконання гусеничної ходової частини Caterpillar® SystemOne™ для машин з піднятим ведучим колесом

2.1 Ходова частина SystemOne™ – нове слово в розробці гусеничних рушіїв

Метою розробки конструкції SystemOne™ було збільшення ресурсу ходових частин важкої гірничої та будівельної техніки Caterpillar, а також скорочення обсягів робіт з технічного обслуговування машин до рівня, який раніше вважався недосяжним. Така ходова частина мала гарантувати суттєво більший термін служби у порівнянні з традиційними конструкціями та значно знизити витрати на експлуатацію та технічне обслуговування машин [13-15].

Під час створення ходової частини SystemOne™ практично усі конструктивні елементи звичайного гусеничного шасі було радикально перероблено. Це відноситься до гусеничних стрічок та їхніх ланок, опорних та підтримувальних котків, напрямних коліс гусеничних стрічок тощо.

На рис. 2.1 приведений приклад використання гусеничної ходової частини SystemOne™ з піднятим ведучим колесом на тракторі D6R.



Рисунок 2.1 – Гусенична ходова частина SystemOne™
з піднятим ведучим колесом на тракторі D6R

На рис. 2.2 показані основні визначальні конструктивні елементи ходової частини SystemOne™, що забезпечують її передовий технічний рівень у порівнянні з традиційною конструкцією таких вузлів. До них входять:

- ведуче колесо 1, яке постачено спеціальними обертовими втулками;

- напрямні колеса 2 (переднє і заднє) з плоским обідом, що контактують лише з втулками гусеничної стрічки і не торкаються щік її ланок (рис. 2.3). Це дає можливість зменшити знос щік та підвищити термін служби напрямного колеса;

- опорні котки 3 нової конструкції мають реборди збільшеного діаметру, які забезпечують оптимальну напрямну дію;

- модернізовані підтримувальні котки 4 великого діаметру;

- удосконалений напрямний пристрій 5, який контактує тільки з біговими доріжками щік ланок, а не з торцями пальців (рис. 2.4). Це допомагає утримувати гусеничну стрічку на котках;

- вузол «палець-втулка» (так називаний картридж) 6 (рис. 2.5), що виготовляється у зварному варіанті з регульованим осьовим люфтом. Цілісність вузла, не зважаючи на його постійний контакт з ланками гусениці, забезпечується завдяки використанню модернізованої системи ущільнень. Як і решта вузлів сучасних ходових частин Caterpillar, цей картридж також заповнюється спеціальним маслом.

2.2 Експлуатаційні переваги ходової частини SystemOne™

Основними особливостями ходової частини SystemOne™, що відрізняють її від традиційної конструкції гусеничної ходової частини, є наступні:

- більш плавний хід завдяки використанню напрямних коліс з плоским обідом. Це виключає можливість зносу бігових доріжок та забезпечує плавне, з мінімумом вібрацій переміщення гусеничної стрічки;

- підвищена надійність конструкції;

- удвічі збільшений термін служби напрямних коліс з плоским обідом, кот-



Рисунок 2.3 – Напрямне колесо

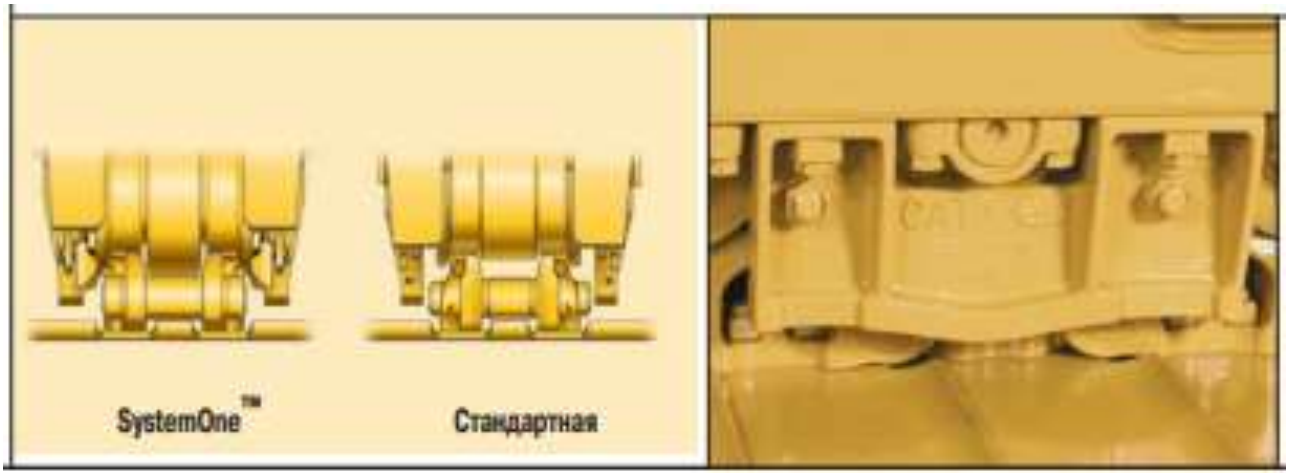


Рисунок 2.4 – Напрямний пристрій

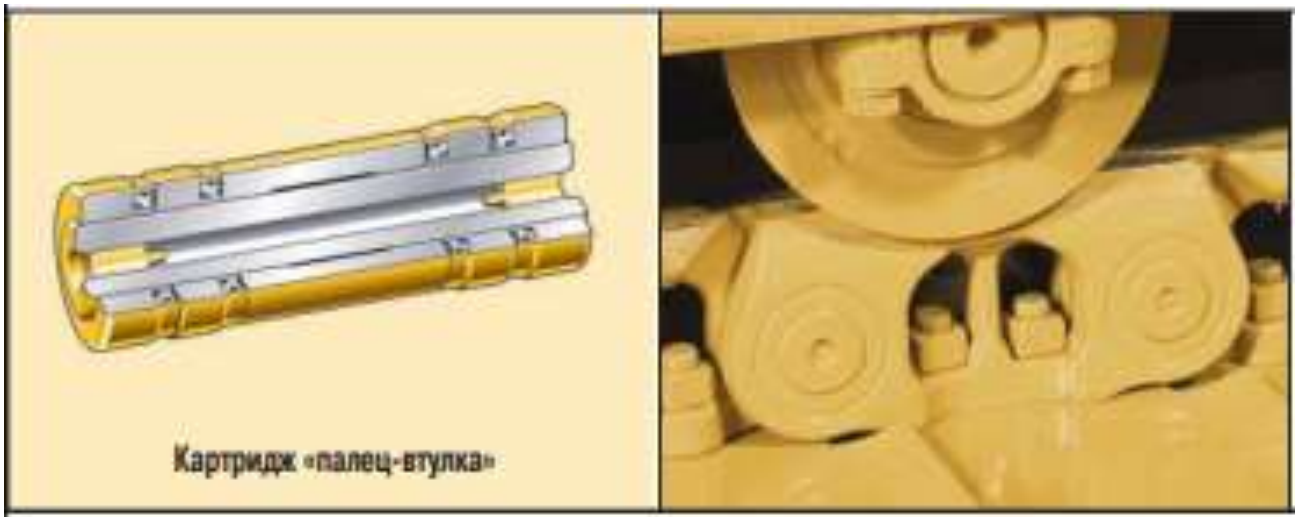


Рисунок 2.5 – Картридж «палець-втулка»

ків та зубчастих сегментів ведучих коліс за рахунок застосування обертових втулок. В цілому усі елементи ходової частини розраховані на сумісні роботу і знос, що забезпечує збалансований термін служби до зносу;

- суттєве зменшення зносу ланки при використанні нової конструкції напрямного колеса ходової частини замість звичайної (рис. 2.6);

- мінімальний обсяг робіт з технічного обслуговування ходової частини завдяки застосуванню принципово нової конструкції вузла «палець-втулка», герметизованого під час виготовлення на заводі, та виключення необхідності проверТання втулок;

- значне зниження загальної вартості процесів експлуатації та технічного обслуговування за рахунок: зниження вартості 1 години експлуатації на 35-70% і більше у порівнянні зі стандартною ходовою частиною; суттєвого зростання терміна служби трансмісії; зменшення витрат часу на операції технічного обслуговування.

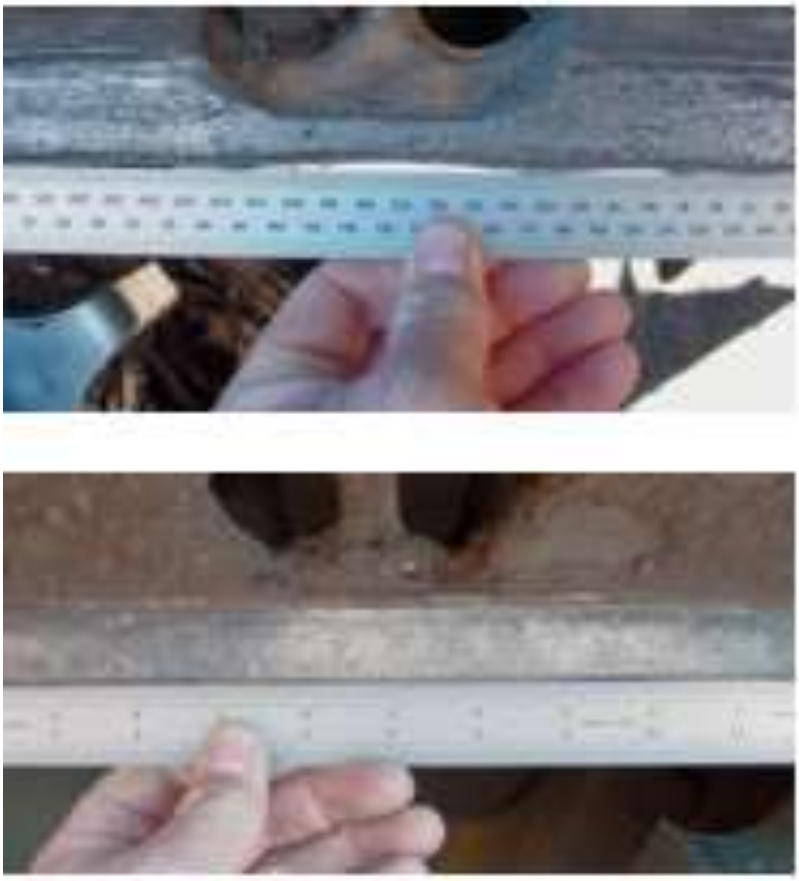


Рисунок 2.6 – Порівняльний знос ланок гусениці в традиційній (зверху) та новій (знизу) конструкціях напрямного колеса ходової частини

Тисячі машин Caterpillar, які постачені гусеничною ходовою частиною SystemOne™ і використовуються для виконання практично будь-яких видів робіт у найрізноманітніших кліматичних умовах в усьому світі, переконливо демонструють значне зменшення зносу ланок гусеничних стрічок, зубчастих сегментів ведучих коліс, напрямних коліс, котків і втулок. Ходова частина SystemOne™ забезпечує:

- дворазове збільшення терміну служби основних елементів ходової частини гусеничного важкого промислового обладнання;

- скорочення на 70% витрат на експлуатацію ходової частини під час роботи в різних умовах експлуатації.

Таким чином, незалежно від виду виконуваних робіт, кліматичних умов та типу грунту ходова частина SystemOne™ показує найбільші величини терміну служби та рівня надійності серед усіх відомих конструкцій ходових частин.

На рис. 2.7 показаний робочий момент трактора D6R з гусеничною ходовою частиною SystemOne™ з піднятим ведучим колесом.



Рисунок 2.7 – Трактор D6R з гусеничною ходовою частиною SystemOne™ в процесі експлуатації

3 Розробка раціональних заходів експлуатації та технічного обслуговування гусеничних ходових частин машин Caterpillar

3.1 Загальні зауваження

Ходова частина техніки виробництва фірми Caterpillar для зниження витрат на експлуатацію машин спроектована так, щоб працювати та зношуватися як єдина система. Знос деталей машин, в тому числі ходових частин гусеничних агрегатів – неминуче явище, на інтенсивність якого впливає велика кількість факторів об'єктивного і суб'єктивного характеру. Задачею експлуатаційників є його мінімізація з метою економії коштів та підвищення довговічності техніки шляхом правильної її експлуатації [13-16].

Клієнти Caterpillar, що придбали машину фірми або ходову частину для неї, одночасно отримують повну технічну підтримку спеціалістів компанії відносно запасних частин до цього обладнання та його сервісу. Це висококваліфіковані кадри, які володіють усіма необхідними інструментами для забезпечення успішної експлуатації ходової частини машини, в тому числі її технічного обслуговування.

Гусеничні ходові частини промислової техніки є складними та дуже металоємними конструкціями, що працюють у надзвичайно важких умовах експлуатації, потерпають від впливу численних несприятливих факторів і піддаються внаслідок цього інтенсивному зносу різних видів. Через це витрати на технічне обслуговування гусеничних ходових частин можуть складати переважну частку (до 50% і більше) усіх сумарних витрат на обслуговування цілої машини. Тому так важливо раціональне керування цим процесом, яке дозволяє правильно розуміти, як працює машина, які фактори впливають на її працездатність, як з ними боротися і які заходи розробляти для зменшення зносу з метою зведення до мінімуму необхідних витрат коштів, запасних частин, матеріалів, енергії та робочого часу на підтримку працездатного стану техніки та загального рівня її надійності.

Нижче будуть приведені практичні рекомендації, які мають забезпечити досягнення цієї мети. Серед них в якості найважливіших можна виділити наступні:

- забезпечення оптимального рівня натягу гусеничних стрічок;

- раціональний підбір ширини башмаків в залежності від умов роботи;

- правильна підготовка машини до експлуатації з урахуванням типу і стану опорного грунту;

- належне навчання операторів, що керують технікою.

Разом з обов'язковим постійним моніторингом технічного стану ходової частини ці заходи дозволять суттєво подовжити термін служби та зменшити простої гусеничної техніки. А дилери фірми в будь-який час і в будь-якому місці готові забезпечити своїм клієнтам усю необхідну кваліфіковану підтримку.

3.2 Система моніторингу технічного стану гусеничної ходової частини машин Caterpillar

Гусенична ходова частина потребує значних капітальних та експлуатаційних вкладень. Її первинна вартість складає до 20% усієї вартості машини, а витрати на технічне обслуговування цього обладнання, як вже було сказано вище, можуть бути більшими, ніж половина витрат на підтримку працездатності усієї машини.

Для максимально можливого зменшення питомих витрат на експлуатацію ходової частини гусеничної техніки (віднесених до 1 години роботи або 1 кілометру пробігу) спеціалістами фірми Caterpillar створена та успішно впроваджена система моніторингу ходової частини (CTS). За її допомогою вони, маючи спеціальну підготовку та обладнання для організації обслуговування ходової частини Caterpillar, можуть забезпечити регулярну перевірку та заміри зносу її основних елементів, а також підготувати звіти з рекомендованими альтернативними варіантами процесів технічного обслуговування і ремонту, які допоможуть клієнту прийняти обґрунтоване рішення для досягнення мінімальних питомих експлуа-

таційних витрат. Грамотно використовуючи результати моніторингу можна суттєво підвищити термін служби ходової частини. Нижче наводяться умови та фактори, що впливають на технічний стан гусеничної ходової системи, та пропонуються можливі шляхи уповільнення або зменшення зносу.

Перш за все потрібно враховувати вид робіт, що виконує машина, та тип грунту, на якому вона працює. Ці фактори є визначальними з точки зору умов експлуатації обладнання та зносу основних конструктивних компонентів ходової системи. Отже, ситуації, в яких знаходиться машина, можна кваліфікувати наступним чином (вважаємо при цьому, що вона працює на рівній місцевості):

- *виконання бульдозерних робіт та переміщення вантажів*. В цьому випадку центр мас машини зміщується вперед і прискорюється знос передніх опорних котків та напрямних коліс ходової системи;

- *розпушення грунту та робота з навісним обладнанням*. Центр мас зміщується назад і прискорює знос задніх опорних котків, а також напрямних і ведучих коліс;

- *навантаження гірничої маси, а також переміщення з відвалом (перехід від операції копання до операції переміщення)*. Центр мас машини зміщується від задньої її сторони до передньої і навпаки. Відповідно знос передніх і задніх опорних котків при цьому буде більшим, ніж середніх;

- *виконання екскаваторних робіт*. Центр мас у цьому випадку зміщується в той бік, де здійснюється процес копання. А під час розрівнювання розвантаженого матеріалу більше зношується той бік ходової частини, з якого оператор врізає ківш у відвал породи (навантаження прикладається збоку).

Другий важливий фактор – забруднення елементів ходової частини грунтом. Під час роботи грунт може налипати і набиватися між взаємодіючими деталями ходової частини, такими як котки, ланки, зуби ведучих коліс та втулки. При цьому порушуються умови і характер їхньої взаємодії, можуть виникати підвищені навантаження, які викликатимуть інтенсифікацію зносу деталей.

Набивання (налипання) грунту є, зазвичай, неминучим процесом, особливо у вологих умовах експлуатації та присутності в грунті глинистих включень. Про-

те, зменшити його можна, якщо дотримуватися наступних рекомендацій:

- використовувати башмаки з отворами для видалення грунту під час роботи на мокрому піску, глині або снігу;

- очищувати ходову частину якомога частіше, адже такі предмети, як сміття, гілки та каміння не можуть самостійно виходити через проміжки між башмаками;

- використовувати захисні щитки для котків лише за необхідності (в основному під час роботи на кам'янистих грунтах). Вони можуть затримувати бруд та посилювати ефект набивання грунту.

Наступний фактор – рельєф місцевості, на якій працює машина. Його характеристики (в першу чергу, нерівності та схили) можуть суттєво впливати на інтенсивність процесу зносу ходової частини:

- під час підйому на схилі центр мас і навантаження машини зміщуються назад і викликають більш інтенсивний знос задніх опорних котків, передніх поверхонь ведучих коліс та втулок:

- під час спуску на схилі центр мас і навантаження зміщуються вперед і викликають підвищений знос передніх опорних котків і напрямних коліс;

- під час роботи впоперек схилу центр мас і навантаження зміщуються в бік ухилу машини, що супроводжується підвищеним зносом компонентів і деталей ходової частини, які знаходяться з протилежного боку машини;

- під час роботи на гребні пагорбу навантаження зміщується на внутрішні частини конструктивних компонентів ходової частини і збільшують знос внутрішніх боків ланок, котків, доріжок кочення напрямних коліс та кінцевих частин грунтозачепів;

- під час роботи у западині маємо протилежну ситуацію: навантаження зміщується на зовнішні частини конструктивних компонентів ходової частини і збільшують знос зовнішніх боків ланок, котків, доріжок кочення напрямних коліс та кінцевих частин грунтозачепів.

Врахування усіх перерахованих факторів дозволяє сформулювати викладені нижче рекомендації щодо експлуатації ходових частин гусеничної техніки.

3.3 Основні рекомендації з експлуатації та технічного обслуговування гусеничних ходових частин техніки Caterpillar

Для підвищення ефективності експлуатації ходових частин гусеничної техніки спеціалісти компанії Caterpillar пропонують дотримуватися наступних практичних рекомендацій, приведених нижче.

3.3.1 Використання за можливості найвужчих конструкцій башмаків

Такі башмаки забезпечують підвищену прохідність машин. Правильний вибір ширини башмаку сприяє зменшенню величини зносу за рахунок обмеження величини занурення гусениць в грунт. Необгрунтоване збільшення ширини башмаків призводить до:

- *зростання зносу втулок та ведучих коліс*. Занадто широкі башмаки збільшують опір машині під час поворотів внаслідок зростання навантажень і маси. Особливо це помітно на твердих грунтах. Підвищені навантаженні викликають знос втулок та ведучих коліс;

- *зростання зносу ланок, бігових доріжок та реборд напрямних коліс*. Використання надмірно широких башмаків викликає їхні можливі взаємні контакти, що прискорює знос цих деталей;

- *послаблення пальців, втулок та болтів кріплення башмаків*. Під час застосування широких башмаків збільшується згинальне навантаження. При сильних ударах, особливо на твердих поверхнях, зростання згинальних навантажень може призвести до передчасного послаблення кріплення болтів та натягу деталей з пресовими посадками;

- *зниження довговічності шарнірних з'єднань гусеничної стрічки*. В умовах ударних навантажень широкі башмаки провокують зростання згинальних зусиль, які сприяють «розкриттю» пресових з'єднань гусеничної стрічки. Це може призвести до втрати змащення, внутрішнього зносу, а також до передчасної потреби в заміні або ремонті шарнірних сполучень гусеничних стрічок;

- *руйнування башмаків*. Значний опір поворотам у важких умовах експлуа-

тації та великі згинальні зусилля можуть призвести до руйнування широких башмаків.

Таким чином, вибір оптимальної ширини башмаків має важливе значення для підвищення довговічності гусеничної ходової частини. Спеціалісти Caterpillar можуть допомогти в цьому з урахуванням конкретних умов експлуатації машини та типу грунту.

3.3.2 Забезпечення правильної експлуатації машини

Правильна експлуатація машини є одним з найкращих способів захисту її обладнання від підвищеного зносу. З цієї точки зору можна виділити найбільш несприятливі умови роботи, що негативно впливають на терміни служби ходових частин важкого промислового обладнання. До них відносяться:

- *пробуксовування гусениць*. Вони знижують продуктивність машини та збільшують знос усіх компонентів ходової частини, особливо грунтозацепів;

- *рух заднім ходом без необхідності*. Такий режим веде до зростання зносу втулок та ведучих коліс. Якщо машину потрібно перевести з одного місця на інше, слід уникати при цьому реверсивних рухів, які, незалежно від швидкості переміщення, викликають підвищений знос втулок;

- *пересування машини на необґрунтовано підвищеній швидкості*. Воно може викликати знос ланок, котків гусениць та доріжок кочення напрямних коліс. Величина зносу при цьому зростає пропорційно швидкості;

- *виконання поворотів машини переважно в одному напрямку*. Такий режим руху здатний призвести до однобічного зносу доріжок кочення ланок, реборд котків та напрямних коліс. Знос зростає з одного боку машини внаслідок підвищеної потужності, що передається, та пройденої машиною відстані.

3.3.3 Правильне регулювання натягу гусеничних стрічок

В залежності від умов, в яких працює машина, потрібне різне регулювання натягу гусеничної стрічки, оскільки від цього у значному ступені залежить знос ходової частини установки.

Регулювання натягу гусеничних стрічок здійснюється в залежності від типу грунту, на якому працює машина. Наприклад, якщо натяг гусеничної стрічки зроблено для роботи в умовах відсутності налипання грунту, то під час експлуатації на липкому грунті натяг гусениці буде надмірно збільшуватися, а це викликатиме не лише зростання навантажень, але й інтенсивний знос усіх компонентів ходової частини.

Неправильно відрегульований натяг гусеничної стрічки може призвести до:

- *прискореного зносу втулок та ведучих коліс*. Надмірний натяг гусеничної стрічки збільшує навантаження, а це сприяє інтенсифікації процесу зносу, який виникає внаслідок зростання сили тертя ковзання у плямі контакту втулки та ведучого колеса;

- *прискореного зносу ланок, котків та напрямних коліс*. Недостатньо натягнута гусенична стрічка збільшує навантаження на ланки, котки та напрямні колеса. Найбільший знос при цьому завдається напрямним колесам.

Докладна розмова про операції регулювання натягу гусеничних стрічок піде у наступному розділі роботи.

3.3.4 Можливі варіанти ремонту ходової частини

Для максимального збільшення терміну служби ходових частин гусеничних машин та зменшення питомої вартості їхньої експлуатації потрібно використовувати наступні варіанти ремонту цього обладнання:

- поворот втулок;

- відновлення форми котків;

- зміна взаємного розташування котків;

- відновлення робочої поверхні напрямних коліс;

- відновлення грунтозачепів башмаків.

Використання того чи іншого варіанту ремонту залежатиме від ступеня важкості робіт, що виконуватиме машина, типу грунту, на якому вона працюватиме, та режиму експлуатації установки.

3.4 Основні висновки щодо забезпечення раціональних процесів експлуатації та технічного обслуговування гусеничних ходових частин

В процесі експлуатації ходової частини потрібно дотримуватися наступних рекомендацій:

- застосовувати найвужчі башмаки з числа тих, що забезпечують достатню прохідність машини;

- уникати переміщення машини на високій швидкості без особливої необхідності, особливо під час руху заднім ходом;

- змінювати напрямок розвороту машини, оскільки повороти в одному напрямку призводять до зносу ходової частини лише з одного боку;

- в разі необхідності здійснення поворотів переважно в одному напрямку потрібно час від часу міняти місцями ходові частини правого і лівого боків для забезпечення їхнього рівномірного зносу;

- не допускати проковзування гусеничної стрічки, оскільки це призводить до зниження продуктивності машини та зростання зносу усіх компонентів її ходової частини, особливо грунтозачепів.

Під час технічного обслуговування ходової частини гусеничних машин виробництва фірми Caterpillar потрібно:

- підтримувати ходову частину у чистому стані для забезпечення максимально вільного обертання котків;

- проводити щоденні перевірки технічного стану обладнання. В першу чергу це стосується належного затягування болтів, відсутності витоків через ущільнення та негайної заміни надмірно зношених деталей;

- забезпечувати правильний натяг гусеничної стрічки в залежності від умов роботи машини. Ця вимога є надзвичайно важливою;

- забезпечувати правильне затягування кріпильних елементів гусениці з моментами, рекомендованими спеціалістами Caterpillar (див. нижче, в розділі 4);

- користуватися рекомендаціями та сервісними послугами фахівців фірми.

4 Основні заходи технічного обслуговування вузлів гусеничних ходових частин

4.1 Загальні зауваження

Як вже було з’ясовано вище, неправильне регулювання натягу гусеничних стрічок може призвести до прискореного зносу ходової частини гусеничних машин та тривалих простоїв обладнання.

Надмірний натяг гусеничної стрічки стає причиною впливу на неї додаткових навантажень, які прискорюють знос гусениць та зменшують потужність на гаку тягача. У той же час, регулювання натягу гусеничної стрічки може бути здійснено лише однією людиною протягом декількох хвилин.

Під час виконання цієї операції на будь-якій машини виробництва фірми Caterpillar, слід дотримуватися наступних правил:

- процес регулювання потрібно здійснювати виключно на майданчику, де працює машина;

- під час натягу не слід намагатися вилучати накопичені відкладення грунту між траками гусениці;

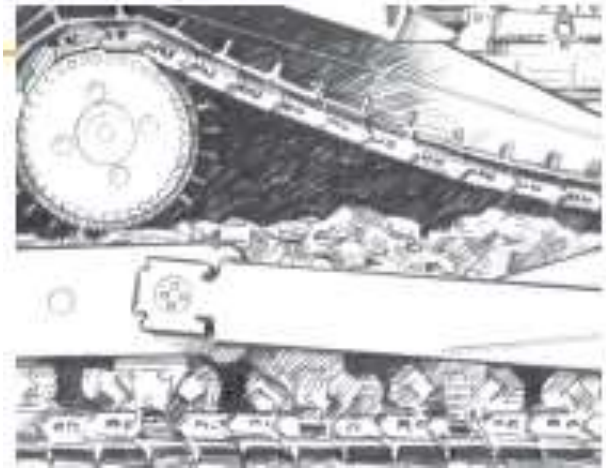
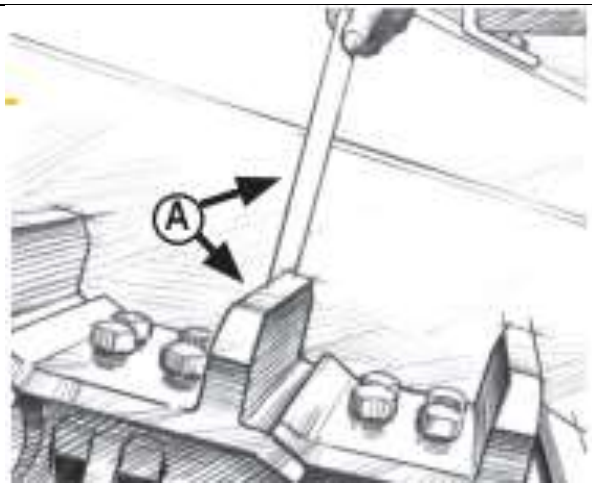
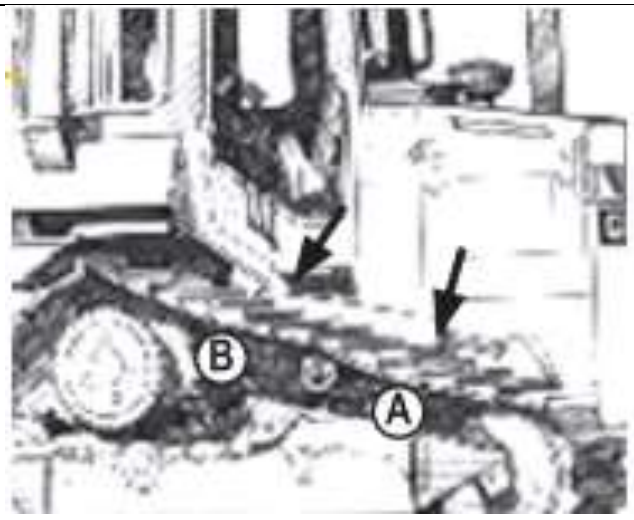
- ніколи не послабляти запобіжний клапан більше, ніж на один оберт. Пластичне мастило і масло знаходяться під високим тиском і можуть стати причиною нещасного випадку.

4.2 Порядок регулювання натягу гусеничних стрічок

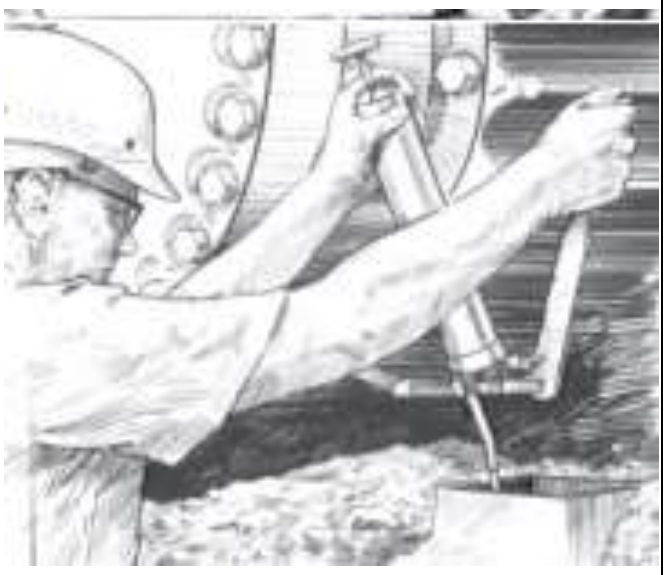
4.2.1 Трактори з піднятим ведучим колесом

Порядок регулювання гусеничних стрічок ходових частин тракторів з піднятим ведучим колесом показаний в табл. 4.1. В табл. 4.2-4.4 приведені допустимі значення провисання гусеничних стрічок відповідно машин без підтримувальних котків, з підтримувальними котками та стрічки SystemOne™, а в табл. 4.5 – допустимі значення висування рами котків гусеничної стрічки.

Таблиця 4.1 – Порядок регулювання гусеничних стрічок ходових частин тракторів з піднятим ведучим колесом

1. Спрямувати машину вперед. Не використовуючи робоче гальмо дати машині зупинитися. Поставити машину на стоянкове гальмо і заглушити двигун. Натягнути мотузку над грунтозачепами від ведучого колеса до напрямного колеса.	
2а. Для машин без підтримувальних котків потрібно заміряти відстань «А» від мотузки до вершини грунтозачепу у нижній точці провисання. В табл. 4.2 приведені дані щодо допустимих провисань гусеничної стрічки для кожної моделі машини.	
2б. Для машин з підтримувальними котками слід заміряти відстані від мотузки до вершин грунтозачепів у двох місцях: в точці максимального провисання між напрямним колесом і підтримувальним котком «А» та між підтримувальним котком та ведучим колесом «В». Потім визначити середнє значення цих двох замірів. Порівняти отриманий результат з даними табл. 4.3 для потрібної машини.	
2в. Для машин з гусеничними стрічками SystemOne з підтримувальними котками чи без них дивитися табл. 4.4.	–

Продовження таблиці 4.1

3. Для регулювання натягу гусеничної стрічки потрібно зняти кришку, що закриває отвір для заливки робочої рідини, та запобіжний клапан, які розташовані в задній частині рами котків. Для збільшення натягу гусеничної стрічки за допомогою ручного мастильного шприца слід запресовувати універсальне консистентне мастило в пристрій натягу до тих пір, поки розмір «А» не досягне необхідної величини. Для послаблення натягу гусеничної стрічки потрібно відкрутити запобіжний клапан на один оберт, випустити мастило назовні і знову закрити клапан.	
4. Для вирівнювання тиску слід декілька разів пересунути машину вперед-назад. Потім дати машині зупинитися без використання гальма і знову заміряти натяг гусеничної стрічки, як це описано в п. 2. З метою недопущення ушкоджень внутрішніх компонентів рами котків потрібно забезпечити, щоб розмір «В» висування труби не перевищував значень, вказаних в табл. 4.5.	

4.2.2 Трактори і вантажники з традиційно розташованим ведучим колесом

Порядок регулювання гусеничних стрічок ходових частин тракторів з традиційно розташованим ведучим колесом показаний в табл. 4.6.

4.2.3 Вантажники з гідрооб'ємним приводом

Порядок регулювання гусеничних стрічок ходових частин вантажників з гідрооб'ємним приводом показаний в табл. 4.7.

Таблиця 4.2 – Допустимі значення провисання гусеничної стрічки машин без підтримувальних котків

Модель	Значення, мм		
	мінімальне	номінальне	максимальне
D11T, D11R, D11N, D10	155	165	175
D10T, D10R, D10N, D9L, 589	145	155	165
D9T, D9R, D9N	120	130	140
D8T, D8R, D8N, 578, 583T/R	105	115	125
D8L	130	140	150
D7R, D7H, 572R	105	115	125
D6T, D6R, D6H, 527	105	115	125
D5H, D4H, 517, 561H, 561M	90	100	110

Таблиця 4.3 – Допустимі значення провисання гусеничної стрічки машин з підтримувальними котками

Модель	Значення, мм		
	мінімальне	номінальне	максимальне
D11T, D11R, D11N, D10	65	75	85
D10T, D10R, D10N, D9L, 589	60	70	80
D9T, D9R, D9N	55	65	75
D8T, D8R, D8N, D8L , 578, 583T/R	55	65	75
D7R, D7H, 572R	55	65	75
D6T, D6R, D6H, 527	45	55	65
D6N, D6M, D5N, 517	45	55	65
D5N, D5M, D4H, 561H, 561M	25	35	45

Таблиця 4.4 – Допустимі значення провисання гусеничної стрічки SystemOne™

Модель	Значення, мм		
	мінімальне	номінальне	максимальне
Машини з підтримувальними котками			
D8T, D8R	45	65	75
D6T/R/H, D6N/M, D5H	40	45	50
D5N/M, D4H	25	35	45
Машини без підтримувальних котків			
D8T/R	80	115	125
D6T/R/H	105	115	125

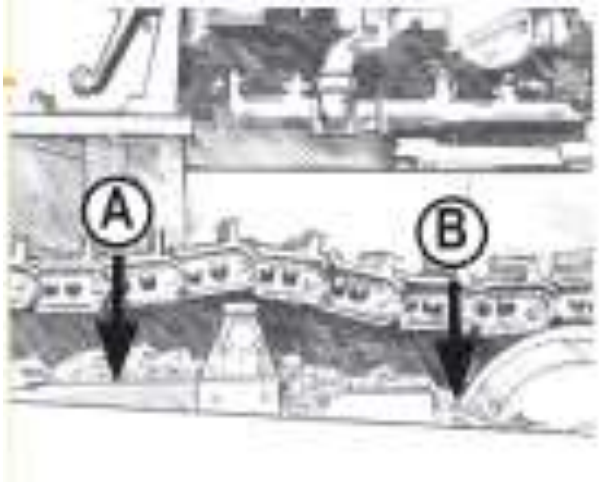
Якщо в разі використання гусеничної стрічки SystemOne™ вона починає сильно вібрувати, слід відрегулювати її натяг у бік мінімального значення даного діапазону (див. табл. 4.4).

Таблиця 4.5 – Допустимі значення висування рами котків гусеничної стрічки (машини з підтримувальними котками і без них)

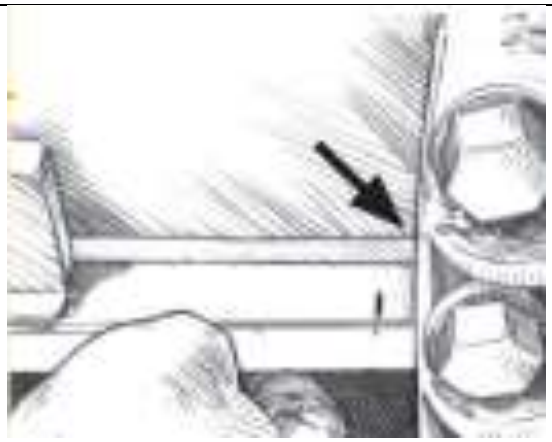
Модель (ряд серійних номерів)	Значення, мм
D11T, D11R (AAF) (7PZ) (9TR00202 і вище) (9XR00154 і вище)	198
D11R, D11N	178
D10T (RJG), D10R (AKT) (3KR01331 і вище), D10	186
D10N (2YD1-515)	148
D10R (3KR1-1330), D10N (2YD516 і вище)	173
D9T (RJS), D9R (ACL) (ABK) (8BL1422 і вище) (7TL1212 і вище)	178
D9R (8BL1-1421) (7TL1-1211), D9N	150
D9L, D8L, 589	165
D8T, D8R, 583T/R (7XM5094 і вище) (6YZ) (KPZ)	152
D8R (7XM1-5093), D8N (9TC) (5TJ)	142
D8T/R SystemOne	152
D8N, 578 (9TC) (5TC)	142
D7R-STD, XR	136
D7R-LGP, 572R	136,5
D7H-STD, XR	126
D7H-LGP	127
D6R-STD (2YN1-544) (3ZN1-763)	156,8
D6R-STD (2YN416 і вище) (7KN451 і вище)	147,5
D6R-LGP (8LN1-528) (9PN1-1578)	151,8
D6T, D6R-LGP (8LN529 і вище) (9PN1579 і вище) (ACJ) (ADE)	142,5
D6R-XL (4MN1-503) (5LN1-2765)	153,5
D6T-XL, XW, LG, D6R-XL (4MN504 і вище) (5LN2766 і вище)	144,2
D6R-XW	144,2
D6H-STD, XR	161,8
D6H-LGP, 527	156,8
D6H-XL	153,5
D6N/M-XL	102,4
D6N/M-LGP	108,2
D5N/M-XL	91,7

Продовження таблиці 4.5	
D5N/M-LGP	88,5
D5H, 517	112
D4H, 561H/M	100

Таблиця 4.6 – Порядок регулювання гусеничних стрічок ходових частин тракторів з традиційно розташованим ведучим колесом

1. Спрямувати машину вперед. Не використовуючи робоче гальмо дати машині зупинитися. Поставити машину на стоянкове гальмо і заглушити двигун. Натягнути мотузку над грунтозачіпами від ведучого колеса до напрямного колеса. Провисання гусеничної стрічки має складати приблизьмо 50 мм. Якщо потрібне регулювання гусеничної стрічки, слід виконати наступні дії.	
2. Під'єднати ручний мастильний шприц до прес-масельничці на пристрої натягу гусеничної стрічки «А», що розташовується піл стрічкою. Індексом «В» позначений підшипник напрямного колеса.	
3. Для висунення пристрою натягу гусеничної стрічки потрібно нагнітати мастило доти, доки напрямне колесо не прийме граничне переднє положення. Запобіжний клапан при цьому має залишатися закритим. Після цього гусенична стрічка на дільниці між підтримувальним котком танапрямним колесом повинна бути практично прямою.	

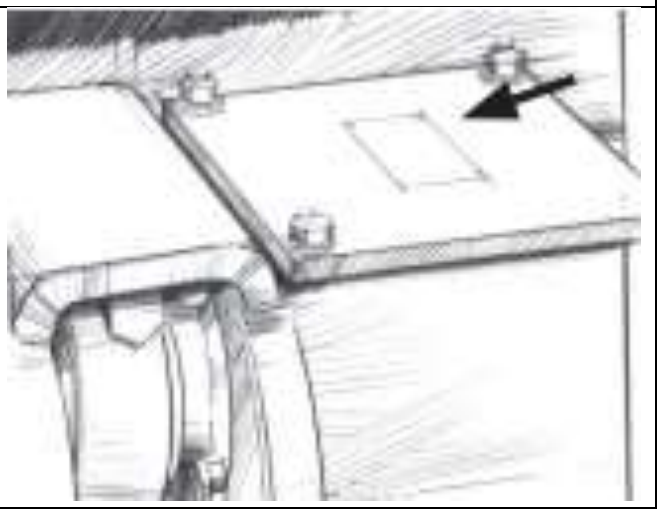
Продовження таблиці 4.6

4. На машинах з одним підтримувальним котком на кожному боці потрібно нанести мітку на рамі котків, яка відстає на 10 мм від задньої кромки підшипника «В» напрямного колеса. На машинах з декількома підтримувальними котками на кожному боці наносять мітку на рамі котків, що знаходиться на 13 мм від її задньої кромки.	
5. Відкрити запобіжний клапан.	
6. Встановити палець гусеничної стрічки або палець зчіпного пристрою між зубом ведучого колеса та сусідньою ланкою ланцюга.	
7. Подати машину заднім ходом доти, доки напрямне колесо не зміститься назад, принаймні на 13 мм. Подати машину переднім ходом, доки палець не звільниться від гусеничної стрічки та видалити його.	

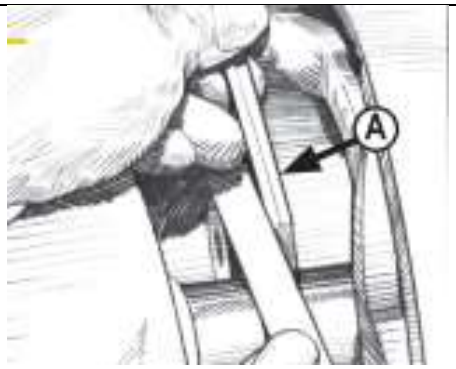
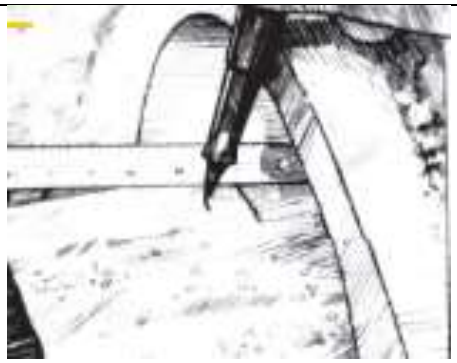
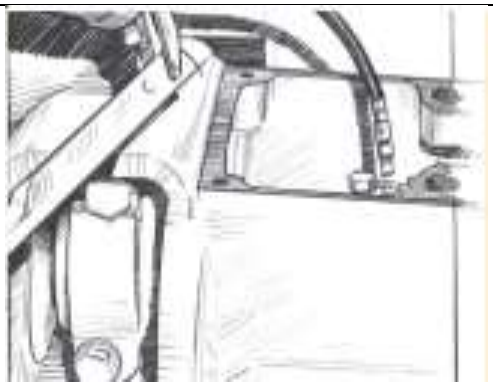
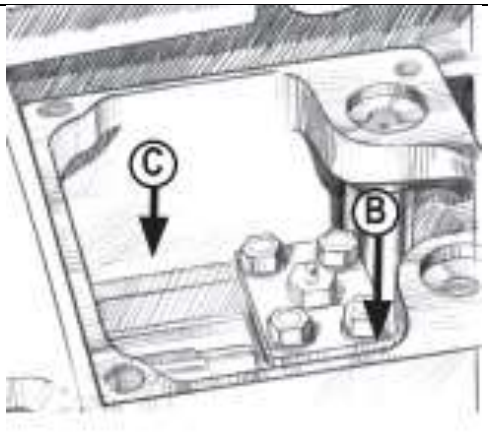
Продовження таблиці 4.6

8. Закрити запобіжний клапан. За допомогою ручного мастильного шприца забезпечити висування пристрою натягу гусеничної стрічки, поки задня кромка підшипника напрямного колеса не суміститься з міткою на рамі котків. Для вирівнювання тиску слід декілька разів пересунути машину вперед-назад. Потім дати машині зупинитися без використання гальма і знову заміряти натяг гусеничної стрічки, як це описано в п. 1. Величина провисання гусеничної стрічки має складати приблизьмо 50 мм.	

Таблиця 4.7 – Порядок регулювання гусеничних стрічок ходових частин вантажників з гідрооб'ємним приводом

1. Спрямувати машину вперед. Не використовуючи робоче гальмо дати машині зупинитися. Поставити машину на стоянкове гальмо і заглушити двигун. Натягнути мотузку над грунтозачіпами від ведучого колеса до напрямного колеса. Провисання гусеничної стрічки має складати приблизьмо 50 мм.	
2. Якщо потрібне регулювання гусеничної стрічки, слід виконати наступні дії: зняти кришку пристрою натягу гусеничної стрічки; під'єднати ручний змащувальний шприц до пресмасельнички; закачати консистентне мастило для зміщення колеса вперед доки гусенична стрічка не буде достатньо натягнута.	

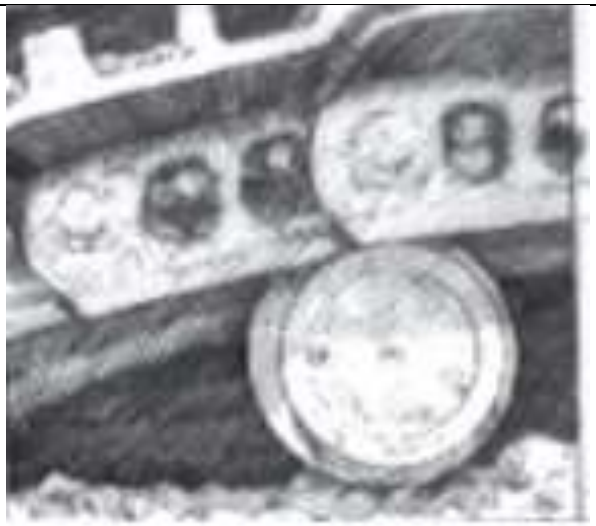
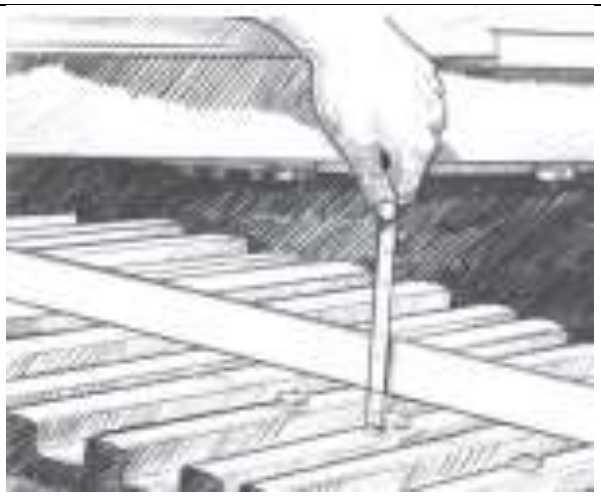
Продовження таблиці 4.7

3. За допомогою прямої лінійки потрібно нанести мітку на штоку на рівні корпусу пристрою повернення «А».	
4. На відстані 10 мм від першої мітки нанести на шток другу мітку в бік напрямного колеса. На моделі 973 нанести мітку на відстані 13 мм.	
5. Відкрити запобіжний клапан і дати напрямному колесу зміститися назад на відстань, при якій друга мітка опиниться за межами корпусу пристрою повернення. Потім закрити запобіжний клапан. За допомогою шприца змістити напрямне колесо вперед, доки друга мітка не стане на одному рівні з корпусом пристрою повернення «А». Величина провисання гусеничної стрічки має бути приблизно 50 мм. Для вирівнювання тиску слід декілька разів пересунути машину вперед-назад, дати машині зупинитися без використання гальма і знову заміряти натяг гусеничної стрічки, як це описано в п. 1.	
6. Внаслідок зносу ланок гусеничної стрічки та котків відстань між поршнем «В» та корпусом пристрою повернення «С» буде зростати. Коли її величина перевищить 50 мм для гусеничних вантажників моделей 943 і 953 та 60 мм для гусеничних вантажників моделей 963 і 973 слід діяти згідно з рекомендаціями «Керівництва з експлуатації» даної машини або звернутися по допомогу до дилерів Caterpillar.	

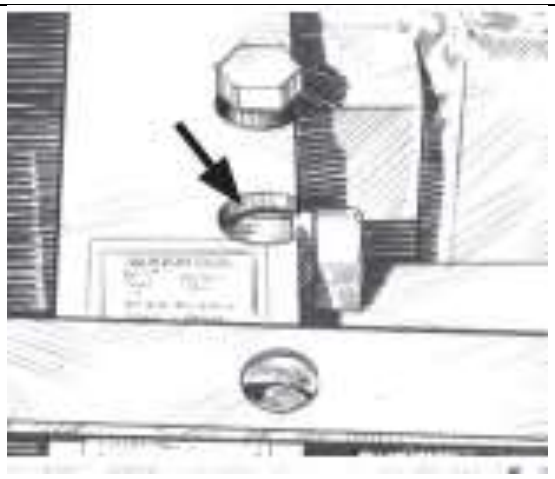
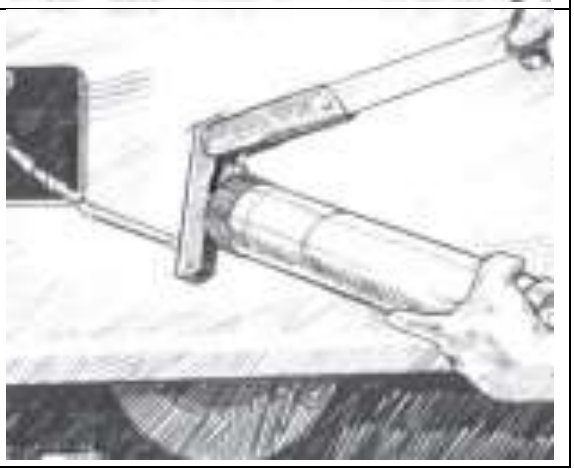
4.2.4 Гідравлічні екскаватори

Порядок регулювання гусеничних стрічок ходових частин гідравлічних екскаваторів Caterpillar показаний в табл. 4.8.

Таблиця 4.8 – Порядок регулювання гусеничних стрічок ходових частин гідравлічних екскаваторів Caterpillar

1. Спрямувати машину вперед. Не використовуючи робоче гальмо дати машині зупинитися.	
2. Зупинити машину, коли один з пальців гусеничної стрічки опиниться прямо перед переднім опорним котком. Поставити машину на стоянкове гальмо і заглушити двигун.	
3. Натягнути мотузку або встановити лінійку над грунтозачепами між переднім підтримувальним котком та напрямним колесом. Замірити відстань від прямої лінійки до вершини грунтозачепу в точці найбільшого провисання. В табл. 4.9 приведені допустимі значення провисань для кожної моделі екскаватора.	

Продовження таблиці 4.8

4. Якщо гусенична стрічка натягнута надмірно, її потрібно послабити шляхом відкручування запобіжного клапана на один оберт (360°) та виходу внаслідок цього деякої кількості мастила.	
5. Для натягу гусеничної стрічки потрібно закачати консистентне мастило через прес-масельничку. Потім перемістити машину вперед і назад, щоб вирівняти натяг гусениці по усій її довжині. Перевірити натяг.	

Таблиця 4.9 – Допустимі значення провисання гусеничних стрічок гідравлічних екскаваторів Caterpillar

Модель	Значення, мм		
	мінімальне	номінальне	максимальне
Усі екскаватори серії 200	25,0	32,5	40,0
Усі екскаватори серії Е	40,0	47,5	55,0
Усі екскаватори серії 300	40,0	47,5	55,0
Усі екскаватори серій 500 та ТК	40,0	47,5	55,0
5080, 5090В, 5130, 5130В, 5110В	40,0	47,5	55,0

4.3 Технічне обслуговування кріпильних деталей

4.3.1 Кришки котків та напрямних коліс

Неправильне кріплення кришок котків та напрямних коліс може призвести

до руйнування болтів кріплення або ушкодження отворів в рамі чи каретці.

З огляду на це, під час установки болтів кріплення деталей на котках і напрямних колесах потрібно дотримуватися наступного порядку дій:

- змастити різьбові частини болтів мастилом проти заїдань 5Р3931;

- сумістити отвори установочних штифтів осі і кришки таким чином, щоб забезпечити правильне змащення підшипника та вільне обертання осі;

- повністю затягнути болт (болти) з боку контакту;

- повністю затягнути болти з боку зазору.

Потрібні моменти затягування болтів кріплення кришок котків та напрямних коліс для машин з піднятим ведучим колесом приведені нижче, відповідно в табл. 4.10 і 4.11.

Таблиця 4.10 – Потрібні моменти затягування болтів кріплення кришок котків для машин з піднятим ведучим колесом

Модель	Розмір болта	Момент затягування, Н·м
D4H, 943	5/8’’	270±25
D5H, D4H, 953	5/8’’	270±40
D5N, D5M, D6N, D6M, 953	M16	270±40
D6H, 963	3/4’’	430±60
D6T, D6R, 963	M20	530±70
D7R, D7H, D8T, D8R, D8N, D8L, D9T, D9R, D9N	7/8’’	750±70
D9L, D10T, D10R, D10N	1’’	1125±100
D10	1-1/8’’	1350±135
D11T, D11R, D11N	1-1/8’’	2200±200

Таблиця 4.11 – Потрібні моменти затягування болтів кріплення напрямних коліс для машин з піднятим ведучим колесом

Модель	Розмір болта	Момент затягування, Н·м
D5H, D4H	5/8’’	270±40
D5N, D5M	M16	270±40
D6N, D6M	M16	300±40

Продовження таблиці 4.11		
D6T, D6R	M20	570±80
D6H	3/4’’	475±60
D7R, D7H	7/8’’	700±90
D8L	1’’	1125±100
D9L	1-1/8’’	1850±135
D9L	1-1/4’’	2200±200
D9T, D9R, D9N, D8T, D8R, D8N	1-1/8’’	1600±200
D10T, D10R, D10N, D10	1-1/4’’	2300±300
D11T, D11R, D11N	1-3/8’’	3000±350

4.3.2 Сегменти ведучого колеса

Основною причиною послаблення кріплення сегментів та подальшої втрати та (або) ушкодження інших деталей є неправильна установка болтів кріплення сегментів.

Для правильної установки болтів кріплення потрібно:

- змастити різьбові частини болтів та поверхні гайок з боку шайб мастилом проти заїдань 5Р3931;

- затягнути усі гайки кріплення кожного сегменту до моменту початкового затягування, вказаного в таблицях нижче. Це має забезпечити щільне прилягання контактуючих деталей;

- для надійного кріплення болтів затягнути кожну гайку ще на 1/3 частину оберту.

В табл. 4.12 і 4.13 приведені моменти початкового затягування болтів кріплення сегментів ведучого колеса відповідно для машин з піднятим та традиційно розташованим ведучим колесом.

Таблиця 4.12 – Потрібні моменти початкового затягування болтів кріплення сегментів ведучого колеса для машин з піднятим ведучим колесом

Модель	Розмір болта	Момент початкового затягування, Н·м
D6T, D6R, D6N, D6M, D5N, D5M, D5H, D4H	5/8’’	175±40
D8T, D8R, D8N, D8L, D7R	3/4’’	300±50

Продовження таблиці 4.12		
D9L	7/8’’	870±70
D9T, D9R, D9N	7/8’’	650±70
D10T, D10R, D10N, D10	1’’	870±70
D11T, D11R, D11N	1-1/8’’	870±70

Таблиця 4.13 – Потрібні моменти початкового затягування болтів кріплення сегментів ведучого колеса для машин з традиційно розташованим ведучим колесом

Модель	Розмір болта	Момент початкового затягування, Н·м
D4K, D3K, D4G, D4C, D3G, D3C, 935	1/2’’	70±10
935C	M16	100±20
D6K, D5K, D6, D5G, D5C, D5, 973, 963, 955, 953B, 943939	5/8’’	175±40
D7, 977, 973	3/4’’	300±50
D9, D8, 983	7/8’’	340±70

4.3.3 Башмак і ланка традиційної гусеничної стрічки

Основною причиною послаблення кріплення башмаків є неправильне затягування болтів кріплення цих деталей. Під час монтажу болтів кріплення башмаків потрібно:

- змастити різьбові частини болтів та поверхонь гайок мастилом проти заїдань 5Р3931;

- встановити на ланки гайки із заокругленими кутами, що забезпечують автоматичне стопоріння різьбового з’єднання;

- затягнути болти до моменту початкового затягування, вказаного в табл. 4.14 і 4.15;

- докрутити кожний болт на 1/3 частину оберту. Момент початкового затягування забезпечує щільне сполучення деталей. Додатковий поворот на 1/3 частину оберту гарантує надійність з’єднання і дозволяє використовувати навантажувальну спроможність болтів у повній мірі.

Особливу важливість має правильність монтажу і затягування замикаючих

ланок гусеничної стрічки (рис. 4.1). Установка нових та відновлених замикаючих ланок здійснюється в наступній послідовності:

- перед монтажем гусеничної стрічки потрібно перевірити чистоту та неушкодженість місця встановлення замикаючої ланки, а також очистити від фарби місця сполучень;

- на різьбові частини болтів замикаючої ланки нанести пластичне мастило 4C5593 або мастило проти заїдань 5P3931;

- сумістити частини замикаючої ланки та перевірити співвісність отворів під болти. Встановити по одному болту на кожну ланку. Болти повинні завертатися в різьбу легко, зусиллям руки;

- видалити болти. Встановити башмак замикаючої ланки гусеничної стрічки та усі чотири болти цієї ланки. Попередньо закрутити болти виключно за рахунок зусилля руки;

- затягнути болти до моменту початкового затягування, вказаного в табл. 4.14 і 4.15;

- докрутити кожний болт на 1/2 частину оберту. На машинах D6T, D6R, D6H, D7H (S і L), D8L, D8R, D8N, D9L, D9T, D9R, D9N, D10T, D10R, D10N, 589, 578, 245 і 235 болти потрібно докрутити на 1/3 частину оберту.

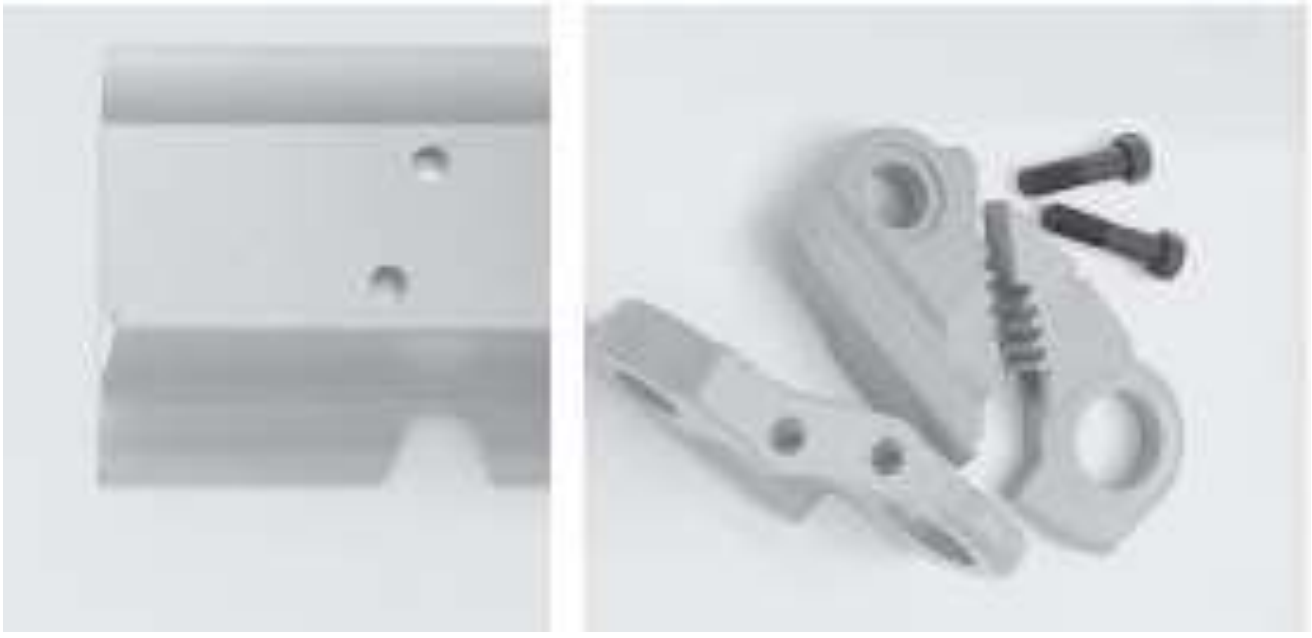


Рисунок 4.1 – Деталі кріплення замикаючої ланки гусеничної стрічки

Таблиця 4.14 – Потрібні моменти початкового затягування болтів кріплення башмаків та замикаючих ланок гусеничної стрічки

Модель	Розмір болта	Момент початкового затягування, Н·м
Машини з піднятим ведучим колесом		
D5N, D5M, D5H, D4H	5/8’’	175±40
D7H, D6T, D6R, D6N, D6M, D6H, 527, 517	3/4’’	400±70
D7R, D7H	7/8’’	340±70
D8T, D8R, D8N, D8L, D8T SystemOne	7/8’’	650±70
D9T, D9R, D9N, D9L	1’’	870±70
D9H	1’’	400±70
D10T, D10R, D10N, D10	1-1/8’’	870±70
D11T, D11R, D11N	1-3/8’’	1500±150
Машини з традиційно розташованим ведучим колесом		
D4K, D4G, D4C, D3K, D3G, D3C, D3, 931, 935	9/16’’	90±20
D5K, D5G, D5C, D5, D4, 953, 943, 941, 939	5/8’’	175±40
D6, D7, 977, 973, 963, 955	3/4’’	300±50
D8, 983, 973	7/8’’	340±70
D9	1’’	540±70

Таблиця 4.15 – Потрібні моменти початкового затягування болтів кріплення башмаків гусеничних екскаваторів, в тому числі з прямою лопатою

Модель	Розмір болта	Момент початкового затягування, Н·м
Машини з піднятим ведучим колесом		
225, 215, 213, 211, 205	5/8’’	175±40
235, 231, 229, 225, FB227	3/4’’	300±50
521, 522, TK711, TK721, TK722, TK741	3/4’’	400±70
235	7/8’’	340±70
245	1’’	540±70
307	1/2’’	220±20
307, 308	M14	245±25
311, 312, 313, 314	M16	175±40
315, 317, 318, 319, 320, 320S, 321, 322, 323, 324, 325, 511, TK711	M20	400±70
350	1’’	500±70

Продовження таблиці 4.15		
330, 532, 541, TK732	M22	500±70
345, 551, 552, TK751, TK752	M24	500±70
365	M27	540±70
385, 5090	M30	990±100
5080, 375	M27	540±70
5130	1-3/8''	1500±150
5110	1-1/8''	870±70

4.3.4 Башмак і ланка гусеничної стрічки SystemOne™

Як і в попередньому випадку, основною причиною послаблення кріплення башмаків є неправильне затягування болтів кріплення башмаків. Під час монтажу болтів кріплення башмаків потрібно виконати наступні операції:

- змастити різьбові частини болтів і поверхонь гайок мастилом проти заїдань 5P3931;

- встановити на ланки гайки із заокругленими кутами, що забезпечують автоматичне стопоріння різьбового з'єднання;

- затягнути болти до моменту початкового затягування (табл. 4.16);

- докрутити кожний болт на 1/3 частину оберту. Момент початкового затягування забезпечує щільне сполучення деталей. Додатковий поворот на 1/3 частину оберту гарантує надійність з'єднання і дозволяє використовувати навантажувальну спроможність болтів у повній мірі.

Таблиця 4.16 – Потрібні моменти початкового затягування болтів кріплення башмаків і ланки гусеничної стрічки SystemOne™

Модель	Розмір болта	Момент початкового затягування, Н·м
Машини з піднятим ведучим колесом		
D6T, D6R, D6H, 953 D/C/B	M22	500±70
D6N, D6M, D5H, 953 D/C/B	M20	400±70
D6K, D5K	M18	200±25
D5G, D5C, D5N	M16	145±40
D4K, D4G, D4C, D3K, D3G, D3C	M16	145±40

4.3.5 Башмак і замикаюча ланка гусеничної стрічки SystemOne™

Тут також слід забезпечити правильний порядок затягування болтів. В процесі монтажу елементів кріплення потрібно:

- змастити різьбові частини болтів і поверхонь гайок мастилом проти заїдань 5Р3931;

- встановити на ланки гайки із заокругленими кутами, що забезпечують автоматичне стопоріння різьбового з'єднання;

- затягнути болти до моменту початкового затягування (табл. 4.17);

- повернути кожний болт за ходом годинникової стрічки чотири рази по 90°. Момент початкового затягування забезпечує щільне сполучення деталей. Додатковий поворот гарантує надійність з'єднання і дозволяє використовувати навантажувальну спроможність болтів у повній мірі.

Таблиця 4.17 – Потрібні моменти початкового затягування болтів кріплення башмаків і замикаючої ланки гусеничної стрічки SystemOne™

Модель	Розмір болта	Момент початкового затягування, Н·м
Машини з піднятим ведучим колесом		
D6T, D6R, D6H, 953 D/C/B	M22	400±70
D6N, D6M, D5H, 953 D/C/B	M20	300±50
D6K, D5K	M18	250±50
D5G, D5C, D5N	M16	250±50

Висновки

Гусеничні ходові частини важкого промислового (і в тому числі гірничого) обладнання мають свої конструкційні та експлуатаційні недоліки і переваги.

З одного боку, це складні і дуже металоємні конструкції, що відрізняються значними навантаженнями і зносом контактуючих деталей, а, значить, недостатнім рівнем надійності. З іншого боку, гусеничні рушії є найкращим варіантом для важкої техніки, що працює на нестійких розпушених, вологих та глинистих грунтах. Це переконливо доведено столітньою історією успішного використання гусеничних ходових частин, вперше розроблених свого часу саме спеціалістами компанії Caterpillar.

З огляду на це, удосконалення конструкцій та способів раціональної експлуатації цих відповідальних вузлів є надзвичайно важливою задачею. Фахівці Caterpillar пропонують принципово нову конструкцію гусеничного рушія з піднятим ведучим колесом – SystemOne™. Вона відрізняється суттєво вищим рівнем надійності та довговічності у порівнянні з традиційними механізмами. Крім того, ними розроблено раціональні заходи експлуатації та технічного обслуговування гусеничних ходових частин.

Запасні частини та супроводжувальний сервіс компанії з використанням системи моніторингу ходової частини CTS забезпечує зниження експлуатаційних витрат та скорочення часу простоїв техніки для клієнтів, що придбали машини Caterpillar.

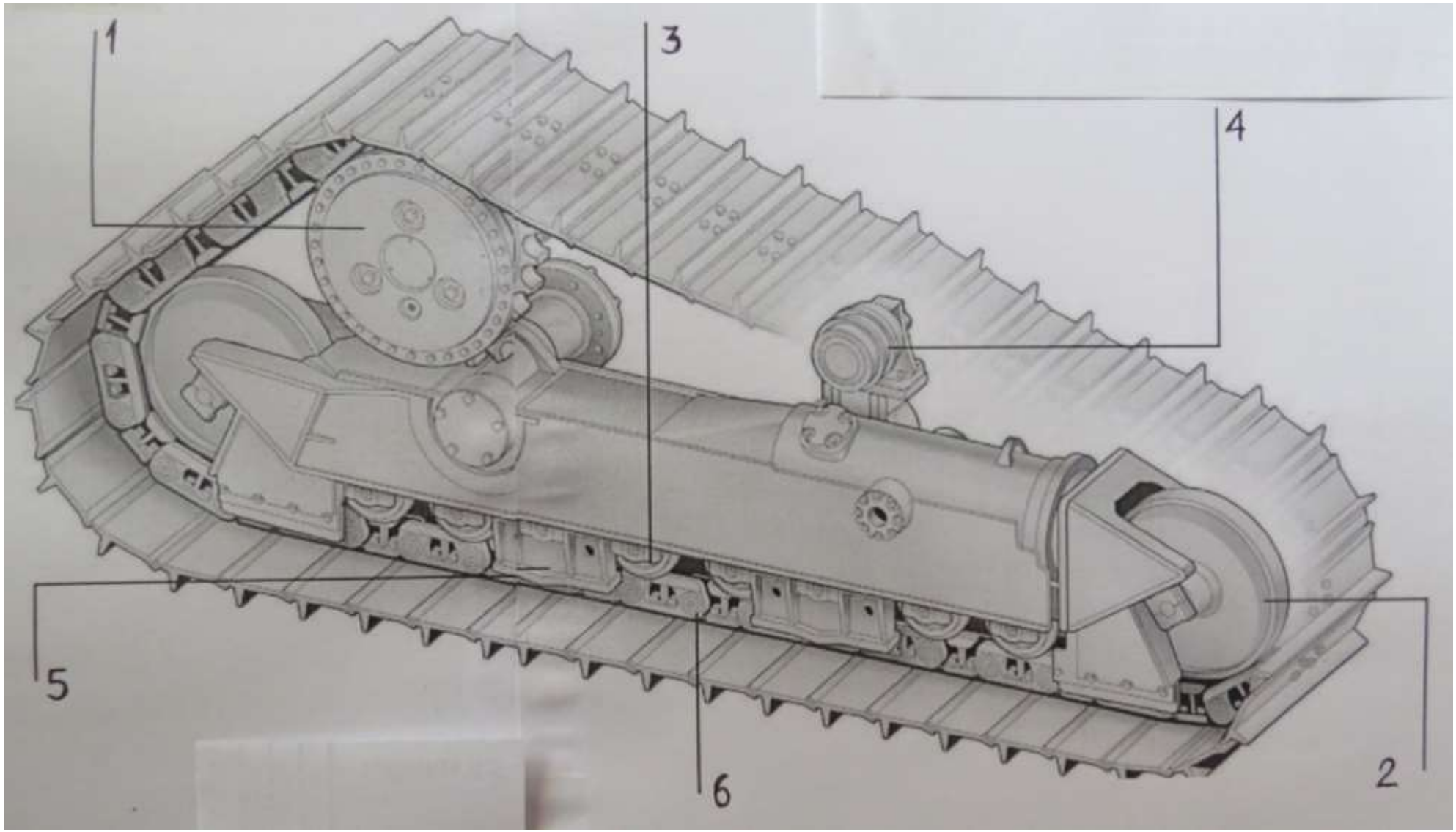


Рисунок 2.2 – Основні визначальні конструктивні елементи ходової частини SystemOne™:
1 – ведуче колесо; 2 – напрямне колесо з плоским обідом; 3 – опорний коток; 4 – підтримувальний коток;
5 – напрямний пристрій; 6 – картридж «палець-втулка»

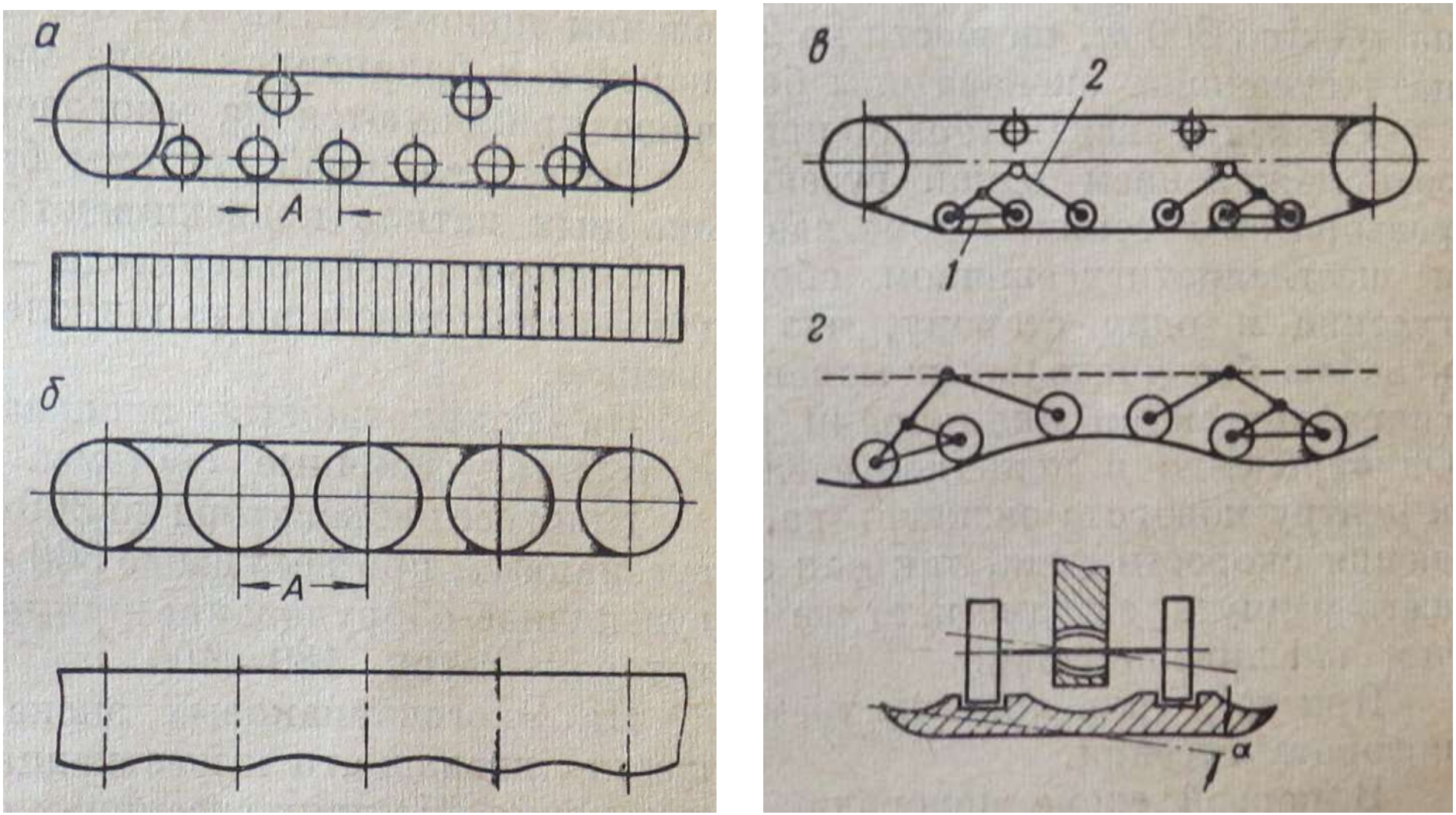


Рисунок 1.3 – Типи гусениць:
а – багатоопорна; *б* – малоопорна; *в* – м’яка; *г* – схема повороту осей котків та ланок гусениці; 1 – балансир; 2 – каретка

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КНУ.РБ.133.26.123с.15

Лист

Лист регистрации изменений

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