Тема роботи:

«Аналіз конструкції універсального фрезерного породоруйнуючого робочого органу вибіркової дії»

Виконав: студент групи ГМБ-23ск-1 _____ О.О.Мудрик

Керівник випускної роботи: канд.техн.наук, проф. _____ Ю.Г.Горбачов

Кривий Ріг
2026 р

ВСТУП

Гірничовидобувна промисловість є однією з базових галузей економіки, яка забезпечує промисловість сировинними ресурсами та значною мірою визначає темпи розвитку багатьох інших виробничих сфер. Разом з тим ця галузь характеризується високою трудомісткістю виробничих процесів, значними енергетичними витратами та складними умовами експлуатації техніки. У зв'язку з цим підвищення продуктивності праці, ефективності використання обладнання та зниження собівартості гірничих робіт є одними з найважливіших завдань сучасного гірничого виробництва.

Одним із основних напрямів розвитку гірничої галузі є технічне переозброєння підприємств, що передбачає впровадження більш продуктивної, надійної та економічно ефективної техніки. На відкритих гірничих роботах упродовж останніх десятиліть активно реалізується програма модернізації гірничих підприємств, яка передбачає використання сучасних високопродуктивних машин, удосконалення технологічних процесів та впровадження нових методів організації виробництва. Важливе значення при цьому має підвищення ефективності використання існуючого парку гірничих машин, оптимізація їх конструкції та покращення експлуатаційних характеристик.

Парк гірничих і транспортних машин, що використовуються у сфері гірничого виробництва, постійно збільшується. Проте лише кількісне зростання техніки не забезпечує істотного підвищення продуктивності праці. Значно важливішими є якісні зміни, які полягають у підвищенні одиничної потужності машин, збільшенні їх продуктивності, удосконаленні конструкцій робочих органів та впровадженні нових технічних рішень. Особливу увагу приділяють створенню надійного, безпечного в експлуатації та ремонтопридатного обладнання, яке забезпечує високу ефективність виконання гірничих робіт і зручність керування.

Важливою складовою підвищення ефективності гірничих робіт є вдосконалення робочих органів машин, що безпосередньо взаємодіють з гірською

породою. Саме робочий орган визначає характер руйнування породи, продуктивність машини, енергоємність процесу та знос основних елементів обладнання. Тому розробка нових типів породоруйнівних робочих органів та вдосконалення існуючих конструкцій є актуальним напрямом наукових і інженерних досліджень.

Особливе значення в сучасних умовах мають робочі органи вибіркової дії, які забезпечують ефективне руйнування гірських порід з можливістю селективного видобутку корисної копалини. Такі робочі органи дозволяють більш раціонально використовувати ресурси родовищ, зменшувати втрати корисної копалини та знижувати обсяг розкривних робіт. Крім того, вони можуть застосовуватися при виконанні різноманітних технологічних операцій, зокрема при підготовчих роботах, профілюванні уступів, руйнуванні міцних включень та виконанні допоміжних робіт на кар'єрах.

Універсальні фрезерні породоруйнуючі робочі органи є перспективним типом обладнання, який може використовуватися у складі різних гірничих і будівельних машин. Одним із ефективних напрямів їх застосування є встановлення на рукояті гідравлічного екскаватора замість стандартного ковша. Така модернізація дозволяє значно розширити технологічні можливості базової машини, забезпечити виконання робіт з руйнування гірських порід без використання буропідривних робіт, а також підвищити точність і керованість процесу виїмки матеріалу.

Використання фрезерних робочих органів дозволяє здійснювати руйнування породи шляхом її різання або фрезерування, що сприяє зниженню динамічних навантажень на машину та забезпечує більш рівномірний процес руйнування. Крім того, такі робочі органи характеризуються відносно високою ефективністю при роботі в умовах неоднорідних порід, що часто зустрічаються на кар'єрах і будівельних майданчиках.

Актуальність розробки універсальних фрезерних породоруйнуючих робочих органів також пов'язана з необхідністю підвищення ефективності використання екскаваторної техніки. Універсальність конструкції дозволяє застосовувати один і той самий робочий орган для виконання різних

технологічних операцій, що знижує витрати на придбання спеціалізованого обладнання та підвищує гнучкість виробничих процесів.

Таким чином, удосконалення конструкції фрезерних породоруйнуючих робочих органів вибіркової дії, а також розробка універсальних технічних рішень для їх використання у складі екскаваторної техніки є важливим напрямом підвищення ефективності гірничих робіт та раціонального використання гірничого обладнання.

Метою бакалаврської роботи є аналіз конструктивного рішення універсального фрезерного породоруйнуючого робочого органу вибіркової дії, який може встановлюватися на рукояті екскаватора замість стандартного ковша.

Об'єктом дослідження є процес механічного руйнування гірських порід фрезерними робочими органами.

Предметом дослідження є конструкція універсального фрезерного породоруйнуючого робочого органу вибіркової дії та особливості його застосування у складі екскаваторної техніки.

РОЗДІЛ 1. ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЕКСКАВАТОРУ

1.1. Стисла характеристика технологічного процесу

Сьогодні в кар'єрах відробіток масивів міцних порід проводиться традиційно - з використанням комплексу буропідривних робіт і наступною екскавацією розпушеної гірничої маси. Сучасні екскаватори здатні ефективно розробляти без попереднього розпушування лише м'які породи з межею міцності на стискування до 15 МПа, тому вибухове розпушування залишається однією з основних технологічних операцій при розробці міцних грунтів [1, 12-14].

Застосування вибухових технологій має певні недоліки. Розпушування вибухом призводить до нерівномірного розмірного складу відбитої породи. Підірвана маса складається з шматків різного розміру - від пилоподібних часток до негабаритів. Надалі здобуту корисну копалину піддають додатковому якісному дробленню. Викид продуктів горіння вибухової речовини шкодить екології, особливо при масових вибухах. Вибух впливає на великий об'єм навколишніх гірничих порід і порушує суцільність масиву, впливаючи тим самим на стійкість укосів уступів борту кар'єру і т.д[1, 12-14].

Ідея створення безвибухових технологій розробки міцних порід існує не один десяток років. Робота велася в основному у напрямі створення гірничих комбайнів, обладнаних робочим органом фрезерного типу. У шахтах очисні і прохідницькі комплекси з використанням гірничих комбайнів і стругів почали застосовувати ще в середині XX століття. Підземні комбайни (очисні і прохідницькі) створювалися переважно для розробки кам'яного вугілля або проходки підготовчих гірничих вироблень по вміщуючих породах слабкої і середньої фортеці[1, 12-14].

На відкритих гірничих роботах безвибухові технології до недавнього часу не отримували справжнього розвитку.

Перша спроба впровадити подібні технології в Росії - початі в 1996 р. на розрізі Талдинский (Кузбас) промислові випробування комбайна пошарового фрезерування КСМ-2000Р виробництва фірми ThyssenKrupp Fordertechnik

концерну ThyssenKrupp AG. Комбайн став результатом спільної роботи німецьких і російських розробників - фірми Krupp Fordertechnik, ИГД ім. А.А. Скочинского, АТ "Ижорский завод", АТ "Пигма" [2, 8, 9].

Сьогодні компанія MAN Takraf Fordertechnik пропонує цілу серію фрезерних комбайнів Surface Miner. Машини призначені для селективного видобутку корисних копалин малої і середньої фортеці - бурого і кам'яного вугілля, слабких вапняків, фосфоритов і т.д. На відміну від КСМ-2000Р у комбайнів MAN Takraf робочим органом виступає фрезерний барабан, що обертається вниз (різці впроваджуються в породу зверху вниз) по ходу руху машини. Така схема дозволяє уникнути виламування негабаритів плитняков перед виконавчим органом при розробці міцних порід шаруватої будови, як це було при роботі КСМ-2000Р [2, 8, 9].

Комбайни виробництва ThyssenKrupp AG і MAN Takraf спочатку створювалися саме як гірничі машини "майнери", пристосовані до специфічних умов ведення гірничих робіт. Їх відрізняють значна металоємність, висока розрахункова продуктивність, значна потужність і ширина порідного блоку, що фрезерується [2, 8, 9].

Сьогодні найдинамічніше виступає на напрямі впровадження комбайнів пошарового фрезерування компанія Wirtgen Group, основною діяльністю якої є створення дорожно-будівельної техніки. Основою для сімейства гірничих комбайнів Wirtgen послужила конструкція дорожніх фрез Wirtgen, покликаних знімати старе дорожнє покриття в процесі відновлення і ремонту автодоріг [3-6].

Спадковість від дорожніх фрез виражається у високій швидкості фрезерування, відносно невеликій потужності шару, що фрезерується, компактності і легкості металоконструкцій, що не завжди виправдовує себе в тяжких умовах ведення гірничих робіт в кар'єрах. Конструктори Wirtgen, вивчивши досвід використання перших зразків 2100 SM, зробили певні висновки. Наступні машини вже відрізняються підвищеною металоємністю, кращим захистом опорних підшипникових вузлів від вологи і пилу, захистом дизельного двигуна від запиленого повітря. Сьогодні найбільш поширеною з усіх Wirtgen являється модель 2200 SM, впроваджуються і машини 2500 SM [3-6].

Потужні високопродуктивні комбайни Wirtgen 3700 SM і 4200 SM більше пристосовані для ведення гірничих робіт. Велика питома металоємність сприяє зниженню вібрації. Поліпшено зчеплення ходових пристроїв з опорною поверхнею, що покращує умови фрезерування [3-6].

На комбайнах Wirtgen момент, що крутить, від двигуна за допомогою ремінної передачі передається на планетарний редуктор, вбудований безпосередньо у фрезерний барабан. Фрезерний барабан обертається від низу до верху по ходу руху комбайна, відділяючи породу і дробивши її в камері барабана.

З камери фрезерного барабана відокремлена порода потрапляє на нижній первинний транспортер і далі на верхній навантажувальний транспортер. Верхній транспортер виконаний у вигляді консолі. За допомогою гідроциліндрів можна міняти кут його підйому (висоту вантаження), а також повертати навколо осі кріплення транспортера до комбайна. Привід конвеєрів - від гідромоторів з регулюванням частоти обертання [7].

Ходова частина є чотири гусеничні візки, що вільно коливаються у вертикальній площині, привід - від гідромоторів з регулюванням частоти обертання. Візки об'єднані важільною системою з приводом від гідроциліндрів. Поворот комбайна здійснюється за рахунок повороту гусеничних візків навколо гідравлічних стійок, на які ці самі візки навішуються. Комбайн завдяки такій системі відрізняється високою маневреністю [10].

Слабка ланка екскаваційного устаткування безперервної дії - стрічкові транспортери. Налипання вологої маси на стрічки і ролики конвеєрів, заштибовка перевантажувальних пристроїв, витрата дорогих стрічок - усе це властиво і "майнерам". Універсальних методів боротьби з цими проблемами не існує. Частенько екскаваційне устаткування безперервної дії, зайняте на розробці схильних до налипання і намерзанню грунтів, експлуатується сезонно. Замовникові необхідно самому оцінити характеристики порід, що плануються до розробки "майнерами", і провести певні заходи, щоб запобігти негативним наслідкам [10].

При розробці міцних грунтів ефективність застосування "майнеров" різко знижується. Як показує досвід застосування 2200 SM, граничною можна рахувати

фортецю 50 МПа (межа міцності при одновісному стискуванні). При роботі на міцніших породах різко збільшується енергоємність руйнування, витрата палива і різців, випробовують значне навантаження старанні вузли і механізми, що призводить до збільшення числа відмов. Значні кути нахилу транспортерів, висока динаміка навантажувального процесу при транспортуванні гострих і важких шматків матеріалу призводять до швидкого зносу дорогих шевронних стрічок.

При розробці комбайнами 2200 SM вапняків на Джегутинском родовищі (Північний Кавказ, коефіцієнт фортеці до 5 за шкалою М. М. Протодьяконова) міняти транспортерні стрічки доводиться кожні 1..2 місяця. На знос стрічок значний вплив чинять і погодні умови. В першу чергу стрічка робиться непридатною із-за повного сточування шевронов, без яких матеріал, що транспортується, скачується по стрічках вниз, і вантаження матеріалу в транспорт стає неможливим. Питома витрата дизельного палива складає в середньому 0,48 л/т здобутого вапняку. Витрата різців в середньому складає 7..10 на 10 000 т здобичі. При нинішньому співвідношенні вартості експлуатації "майнеров" на міцних породах і вартості буропідривних робіт виходить на перший план питання про те, яка технологія рентабельніша.

Застосування комбайнів 2200 SM на вугільних розрізах в якості машин здобичі ефективніше, відчутно нижче і витрата конвеєрних стрічок, різців. За умови правильної експлуатації (високотехнологічна машина вимагає певного відношення до неї) досягається висока стабільна продуктивність комбайнів.

Для певних умов, коли робота стрічкових транспортерів стає неможливою або малоефективною (обводнює робочого майданчика, схильність до налипання продуктів фрезерування), можливі схеми з роботою комбайнів тільки для фрезерування порід без наступного вантаження. В цьому випадку транспортери виводять з роботи і вони можуть бути зняті з машини. Камера фрезерного барабана відкривається в задній частині (по ходу руху), і відокремлена порода викидається відразу після фрезерування і дроблення прямо на грунт, утворюючи так званий валок. Потім відфрезеровану породу збирають бульдозером або навантажувачем.

Компанія Vermeer, відома своєю сільськогосподарською технікою, пропонує лінійку землерийно-фрезерних машин (Terrain Leveler), призначених тільки для фрезерування. Створені на основі траншеєкопачів Commander машини обладналися фрезою, встановленою на своєрідній "гойдалці". Машина фрезерує блок позаду себе по ходу руху, при цьому різці впроваджуються в масив зверху вниз, сколюючи шматки породи. Глибину фрезерування встановлюють, регулюючи кут нахилу "гойдалки", проте вона не може перевищувати діаметру фрезерного барабана. Землерийно-фрезерні машини Vermeer знаходять застосування на будівництві об'єктів, де потрібна розробка міцних грунтів і неможливе проведення вибухових робіт за тими або іншими умовами. Перевага конструктивної схеми машин Vermeer в тому, що виконавчий орган знаходиться на винесенні і вплив ударних коливальних навантажень на основні механізми ослаблений, чого не скажеш про Wirtgen.

Досвід використання таким машин ще невеликий, але основна концепція гірничого комбайна вже визначена. Сфера ефективного застосування комбайнів залежить від багатьох чинників. Наприклад, можливість проведення комбайнами якісної селективної виїмки багато в чому визначає вибір замовника на користь технології пошарового фрезерування. Окрім цього нині з боку екологів відбувається увесь більший тиск у бік скорочення об'ємів вибухових робіт. У окремих кар'єрах, відкритих до розробки не так давно, вже сьогодні вводять обмеження на їх проведення [2-4].

У осяжному майбутньому число комбайнів на відкритих гірничих роботах тільки збільшуватиметься, на ринок вийдуть нові фірми-виробники, які представлять свої технічні рішення, у тому числі що дозволяють використовувати комбайни з достатньою ефективністю і на міцних породах.

1.2. Умови експлуатації гірничої машини

Виїмка і вантаження гірських порід є одним з основних процесів технології видобутку корисних копалин відкритим способом. Від вибору типу виймаючо-

завантажувальних машин, відповідності їх необхідній продуктивності залежать в значній мірі основні техніко-економічні показники підприємства [1-5].

За призначенням гірничодобувне устаткування на кар'єрах включає машини для виїмки і вантаження гірських порід, машини і механізми, що виконують всі основні процеси вскришних або робіт здобичі, і машини для виробництва спеціальних робіт.

Виїмка і вантаження, як правило, виконуються однією машиною або одним комплексом машин. Забоєм, залежно від типу выемочных машин, можуть служити торець уступу, фронтальний укіс або верхній майданчик.

Розрізняють валову і роздільну виїмку. При валовій виїмці, що має переважне розповсюдження, всі різновиди гірських порід в забої екскавуются і вантажаться одночасно без розділення на сорти. При роздільній виїмці, яка поширена головним чином на кар'єрах, розробляючих складно-структурні поклади, гірські породи звичайними або спеціальними машинами вантажаться по черзі і по сортах.

Таблиця 1.1 – Комбайни з фрезерними робочими органами

Серія фрезерних комбайнів Surface Miner компанії MAN Takraf				
Параметр	MTS 500	MTS 800	MTS 1250	MTS 2000
Номинальна продуктивність м^3/год (в целике)	500	800	1250	2000
Ширина зрізуваного блока, м	3,6	4,5	5,0	6,5
Потужність зрізуваного блока, м	0,9	1,0	1,2	1,4
Потужність привода, кВт	400...570	550...900	850...1600	1300...2200

Серія фрезерних комбайнів Surface Miner компанії Wirtgen				
Модель	Ширина фрезування, м	Глибина фрезування, м	Потужність двигуна, кВт	Рабоча маса, т
2200 SM	2,20	0...300	597	47,73
2500 SM	2,50	0...600	783	100,5
3700 SM	3,70	0...600	1194	176,0
4200 SM	4,20	0...600	1194	191,0
2600, шахтная фреза	2,60	0...200	240	29,0

Машини пошарового фрезування Vermeer (Terrain Leveler)

Модель	Ширина фрезування, м	Глибина фрезування, м	Рабоча маса, т	Потужність двигуна, кВт

T855TL	2,6	0...800	40,8	249,8
T955TL	3,4	0...800	56,7	298,3
T1055TL	3,4	0...800	60,0	316,9
T1255TL	3,7	0...700	107,5	447,4

Залежно від положення забою щодо горизонту установки выемочной машини розрізняють виїмку верхнім, нижнім і змішаним (верхнім і нижним) черпанням. Також розрізняють і вантаження нижнюю, верхню і змішану. При нижньому вантаженні транспортні засоби розташовані на одній відмітці з виймаючо машиною, при верхній — на одній відмітці (драглайни і ланцюгові багаточерпакові екскаватори) і вище за неї (механічні лопати з подовженим устаткуванням). Змішане вантаження по черзі або одночасно проводиться на проміжний транспортний горизонт.

1.3. Аналіз устаткування, придатного до умов експлуатації

Екскаватор — це землерийна машина, яка призначена для відокремлення (екскавації) гірської маси, її переміщення на відносно невеликі відстані та подальшого завантаження у транспортні засоби або складування у відвал [5-8].

Робочий цикл екскаваторного ковша включає чотири основні етапи: заповнення ковша ґрунтом (черпання), транспортування заповненого ковша до місця розвантаження, вивантаження матеріалу та повернення порожнього ковша у вихідне положення для повторного зачерпування. Після виконання кількох таких циклів, коли розробка гірської маси в межах робочої зони завершується, екскаватор переміщується ближче до нового забою.

За кількістю ковшів розрізняють одноківшові та багатоківшові екскаватори. У першому випадку всі операції виконуються одним робочим органом послідовно, тому процес має циклічний характер і такі машини відносять до екскаваторів періодичної дії. У другому випадку робочі операції відбуваються одночасно і безперервно, через що багатоківшові екскаватори називають машинами безперервної дії [5-8].

Одноківшові екскаватори за конструктивним виконанням робочого обладнання поділяються на дві основні групи. До першої належать машини, у яких ківш закріплений на жорстких елементах (стрілі та рукояті) і рухається за заданою траєкторією, що майже не залежить від властивостей розроблюваного ґрунту. До цієї групи відносять пряму лопату, зворотну лопату, струг, скребок і копер.

Друга група включає екскаватори з гнучким зв'язком ковша з базовою машиною, який реалізується через канати. У таких системах траєкторія руху ковша формується під дією його маси та характеристик ґрунтового середовища. До цієї групи належать драглайн, грейфер, зворотний скребок, кран та корчувач пнів.

У відкритих гірничих роботах найчастіше застосовуються одноківшові екскаватори типу «пряма лопата» та драглайни.

За типом ходового обладнання екскаватори поділяються на колісні, гусеничні та крокуючі. У сучасній практиці відкритих гірничих робіт переважають гусеничні та крокуючі машини завдяки їхній підвищеній стійкості та прохідності.

За типом силової установки екскаватори можуть бути електричними, дизельними або комбінованими (дизель-електричними та дизель-гідравлічними). На вугільних і рудних кар'єрах найчастіше використовують електричні екскаватори як більш економічні та продуктивні [5-8].

За умовною місткістю ковша, яка вимірюється в кубічних метрах, екскаватори поділяють на три групи:

малої потужності — від 0,15 до 2 м³;

середньої потужності — від 2 до 6 м³;

великої потужності — понад 6 м³ (сучасні зразки досягають 137 м³).

Відповідно до вимог ГОСТ, залежно від конструктивних особливостей і сфери застосування виділяють чотири основні типи екскаваторів:

тип С — будівельні гусеничні та пневмоколісні з ковшем 0,25–2 м³;

тип К — кар'єрні гусеничні з ковшем 2–10 м³;

тип В — розкривні гусеничні з ковшем 3–15 м³;

тип Ш — крокуючі драглайни з ковшем 3–25 м³.

Будівельні екскаватори оснащуються широким набором змінного робочого обладнання (приблизно 11–12 типів) і застосовуються для виконання земляних та монтажних робіт у будівництві.

Інші типи машин, зокрема кар'єрні та розкривні, зазвичай працюють лише з одним видом робочого обладнання: пряма лопата або драглайн. Вони використовуються у гірничій промисловості та гідротехнічному будівництві. Кар'єрні екскаватори призначені для виїмки породи або корисних копалин із подальшим завантаженням у транспорт, що розташований на рівні стоянки машини.

Позначення екскаваторів формується з початкових літер їх призначення та конструкції (наприклад, «екскаватор кар'єрний гусеничний»), а цифра в кінці маркування відображає номінальну місткість ковша для важких ґрунтів у кубічних метрах.

Пряма лопата (рис. 1.5) має робоче обладнання, яке включає ківш 1, рукоять 2, стрілу 5, а також систему блоків і канатів — підйомного 4 та стрілового 5. Рукоять, що з'єднана зі стрілою через сідловий підшипниковий вузол, здатна обертатися навколо напірного вала 6 під час піднімання і опускання ковша, а також здійснювати поступальний рух уздовж своєї осі, забезпечуючи напір і повернення робочого органа. Стріла своєю нижньою п'ятою шарнірно закріплена на поворотній платформі 7 та утримується у нахиленому положенні за допомогою стрілового каната, який проходить через блоки на оголовку стріли і двоногу стійку 8. Поворотна платформа спирається на ходову раму гусеничного механізму 10 через роликове опорно-поворотне коло 9. Завдяки роботі поворотного механізму платформа може обертатися навколо осі АВ у двох напрямках на будь-який необхідний кут. На поворотній платформі розміщені підйомна та стрілова лебідки, механізм повороту, силова установка і системи керування.

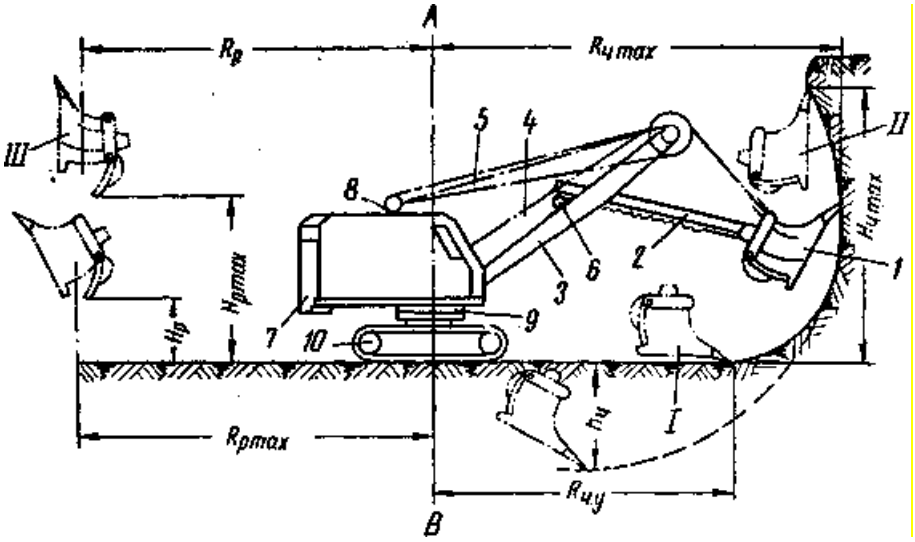


Рис. 1.5 – Конструктивна схема і робочі розміри прямої лопати

Процес заповнення ковша відбувається під час його руху під дією підйомного каната 4 вгору по забою з положення I у положення II. У цей момент напірний механізм забезпечує притискання ріжучої кромки ковша до масиву ґрунту. Після завершення набору ґрунту екскаватор повертається у зону розвантаження, і ківш переходить у положення III. Далі відкривається днище ковша, і відбувається його спорожнення. Після розвантаження машина повертається до забою, а ківш опускається у початкове положення I. Геометрія забою, взаємне розташування екскаватора і транспортних засобів визначаються його робочими розмірами.

До основних геометричних параметрів прямої лопати належать:

$R_ч$ — радіус черпання (відстань від осі обертання екскаватора до ріжучої кромки зубів ковша);

$R_{ч.у}$ — радіус черпання на рівні стояння екскаватора (відстань від осі обертання до ріжучої кромки зубів ковша при положенні на рівні стояння);

$R_р$ — радіус розвантаження (відстань від осі обертання до середини ковша);

$H_ч$ — висота черпання (відстань від рівня стояння екскаватора до ріжучої кромки зубів ковша);

$h_ч$ — глибина черпання;

$H_р$ — висота розвантаження (відстань від рівня стояння до нижньої кромки відкритого днища ковша).

Глибина копання прямої лопати є відносно обмеженою, порівняно з іншими типами робочого обладнання. Робочі характеристики екскаватора залежать від довжини стріли і рукояті, а також від кута нахилу стріли. Для прямої лопати типовим є кут нахилу близько 45°, хоча на практиці він може змінюватися в межах приблизно від 30° до 60°.

Одноківшові екскаватори з гідравлічним приводом мають низку суттєвих переваг порівняно з машинами, що оснащені механічними системами приводу. Насамперед гідросистема значно розширює функціональні можливості застосування різних видів робочого обладнання. Зокрема, при використанні зворотної лопати підвищується ступінь заповнення ковша завдяки зростанню зусиль копання, оскільки опір ґрунту сприймається через стрілопідіймальні гідроциліндри і масу всього екскаватора. Це позитивно впливає на продуктивність машини. Додатково забезпечується можливість виконання копання переважно за рахунок повороту ковша при практично нерухомій відносно стріли рукояті, що особливо важливо під час робіт у міських умовах поблизу підземних комунікацій, де вимоги безпеки часто обмежують застосування механізованих засобів і змушують частково використовувати ручну працю.

При роботі з обладнанням типу навантажувача траєкторія руху ріжучої кромки ковша наближається до горизонтальної, що сприяє кращому заповненню робочого органа та підвищенню ефективності черпання.

Використання грейферного обладнання забезпечує ефективне руйнування та захоплення ґрунту завдяки дії маси екскаватора та сил гідроприводу, що дозволяє працювати з різними типами матеріалів.

Такі машини ефективно застосовуються для влаштування приямків, колодязів, а також для перевантаження довгомірних вантажів штучного походження, наприклад деревини.

Окрім технологічних переваг, екскаватори з гідравлічним приводом мають і економічні переваги. Розширена номенклатура змінного робочого обладнання, особливості їх кінематики та можливість незалежного регулювання швидкостей

окремих робочих рухів дозволяють значно підвищити рівень механізації робіт, які раніше виконувалися вручну.

Уніфікація елементів гідроприводу створює передумови для ефективної організації серійного виробництва гідравлічних екскаваторів різних типорозмірів. При цьому скорочується кількість запасних частин для експлуатованого парку машин, з’являється можливість впровадження агрегатного методу ремонту, що зменшує простої та підвищує коефіцієнт їх корисного використання. Автоматизація систем керування сприяє зростанню продуктивності, а оптимізація режимів роботи приводу забезпечує економію енергоресурсів та підвищення ККД машин.

Скорочення тривалості технічного обслуговування дозволяє зменшити потребу в обслуговуючому персоналі.

РОЗДІЛ 2. ОПИС КОНСТРУКЦІЇ ЕКСКАВАТОРУ

2.1. Призначення і область застосування екскаватора ЕО-4125

Повноповоротний одноковшовий універсальний екскаватор з гідравлічним приводом ЭО-4125 призначений для розробки померзлих грунтів I - IV категорій і заздалегідь розпушених скельних і мерзлих грунтів, а також для розпушування мерзлих грунтів спеціальними робочими органами при ритті котлованів, траншей і подібних споруд у будівництві і інших галузях народного господарства в діапазоні температур від - 50 до +50°С.Екскаватор ЕО-4125 відноситься до екскаваторів другого покоління і замінив собою екскаватор ЕО-4124А.

Екскаватор може працювати з наступними видами змінного робочого устаткування :

- зворотна лопата з ковшами: 0,8 м^3;
  - для розробки важких грунтів V і VI груп; 1 м^3
  - для розробки грунтів I.IV груп з глибиною копання до 7,3 м; - для розробки грунтів I і III груп1,25 м^3;
- пряма лопата з ковшами:
  - для розробки грунтів I-IV груп і вантаження скельних і мерзлих грунтів 1 м^3;
  - для розробки грунтів I - III груп і вантаження насипних грунтів1,2 м^3;
- навантажувач з ковшами:
  - для вантаження насипних грунтів I-IV груп і розробки грунтів I і II груп 1,6 м^3;
  - для вантаження насипних грунтів I.IV груп 1,45 м^3;
  - для розробки грунтів I.IV груп 1 м^3;
- грейфер для уривки колодязів, траншей і котлованів в грунтах I.IV груп (з ковшом 0,6 м^3) і в грунтах 1 і II груп (з ковшом 0,75 м^3).
- грейфер для спеціальних робіт місткістю 0,38 м^3. Для збільшення глибини копання до 10,65 м грейфер оснащують подовжувачем 2,5 м, а для риття

глибоких колодязів до 15,5 - двома подовжувачами по 2,5 м і додатковим подовжувачем 2 м;

- ковши зворотних лопат :

  - профільний (до 1,0 $м^3$),

  - зачисний (1,25 $м^3$),

  - для меліоративних робіт і риття вузьких траншей (0,3 $м^3$);

- однозубий розпушувач для злому мерзлої кірки грунту з глибиною промерзання до 0,7 м;

- гідромолот з наконечником для розпушування мерзлих і скельних грунтів (завглибшки до 1,5 м), злому дорожніх покриттів, дроблення каменів негабаритів;

- захватно-кліщовий робочий орган з розпушувачем, яким дроблять і вантажать мерзлі грунти і асфальтобетонні покриття, знімають і укладають бетонні плити, розбирають старі будівлі і таке інше;

- зворотна лопата із зачисним пристроєм і глибиноміром для зачистки котлованів і траншей завдовжки ділянки 2,6.3 м на глибині 1.3 м

Ключова конструктивна відмінність екскаватора ЕО-4125 у порівнянні з моделлю ЕО-4124 полягає у впровадженні енергоощадного гідроприводу, що має комбіновану систему регулювання насоса, вдосконалену схему гідравлічної комутації, а також функцію рекуперації енергії під час опускання стріли. Додатково реалізовано автоматизоване керування дизельним двигуном. Завдяки таким рішенням витрата пального зменшена приблизно до 30 %, що еквівалентно економії близько 2,3 т палива на рік. Максимальний робочий тиск у гідросистемі становить 28 МПа; система керування виконана за сервогідравлічним принципом. Передбачено також аварійне блокування, яке виключає втрати робочої рідини у разі пошкодження або обриву гідроліній.

Окрім гідросистеми, модернізовано низку інших вузлів і механізмів, зокрема елементи гусеничного ходового обладнання, редукторні вузли та кабіну оператора. Сукупність цих удосконалень дозволила підвищити загальну надійність машини, зменшити витрати на технічне обслуговування та покращити ергономічні умови роботи машиніста.

2.2. Технічна характеристика екскаватора ЕО-4125

Таблиця 2.1 - Технічні характеристики екскаватора ЕО-4125

Потужність двигуна, кВт	95,6
Місткість ковша для грунтів I - IV (I - III) категорій, $м^3$	
номінальна	1,15 (1,49)
геометрична	1 (1,25)
Найбільша глибина копання з ківшем для грунтів I - IV (I - III) категорій, м	6,7 (6)
Найбільший радіус копання на рівні стоянки, м	9,7
Найбільше зусилля копання на режучі кромці, кН	132...147
Тривалість робочого цикла, с	21
Швидкість пересування, км/год	2,5
Маса експлуатаційна з обладнанням обратної лопати, т	25

2.3. Опис екскаватора ЕО-4125і принципу його дії

Екскаватор ЕО-4125 (рис. 2.1) складається з робочого устаткування, поворотної платформи зі встановленими на ній механізмами і ходового візка.

Екскаватор ЕО-4125 відноситься до екскаваторів другого покоління і з часом замінить екскаватор ЕО-4124А.

Основна відмітна особливість екскаватора ЕО-4125 в порівнянні з ЕО-4124 - застосування енергозбережного гідроприводу з комбінованим регулюванням насоса, поліпшеною схемою комутації, рекуперацією енергії при опусканні стріли і автоматичним управлінням дизелем. В результаті витрата палива зменшилася до 30 %, що забезпечує економію палива 2-3 т в рік.

У екскаваторі передбачена можливість установки стріли в плаваюче положення, що дозволяє поєднувати поворот рукояті в обидві сторони з будь-яким іншим робочим рухом.

Для зниження зусиль на руків'ї управління в гідроприводі екскаватора застосована система сервокерування золотниками гідророзподільників.

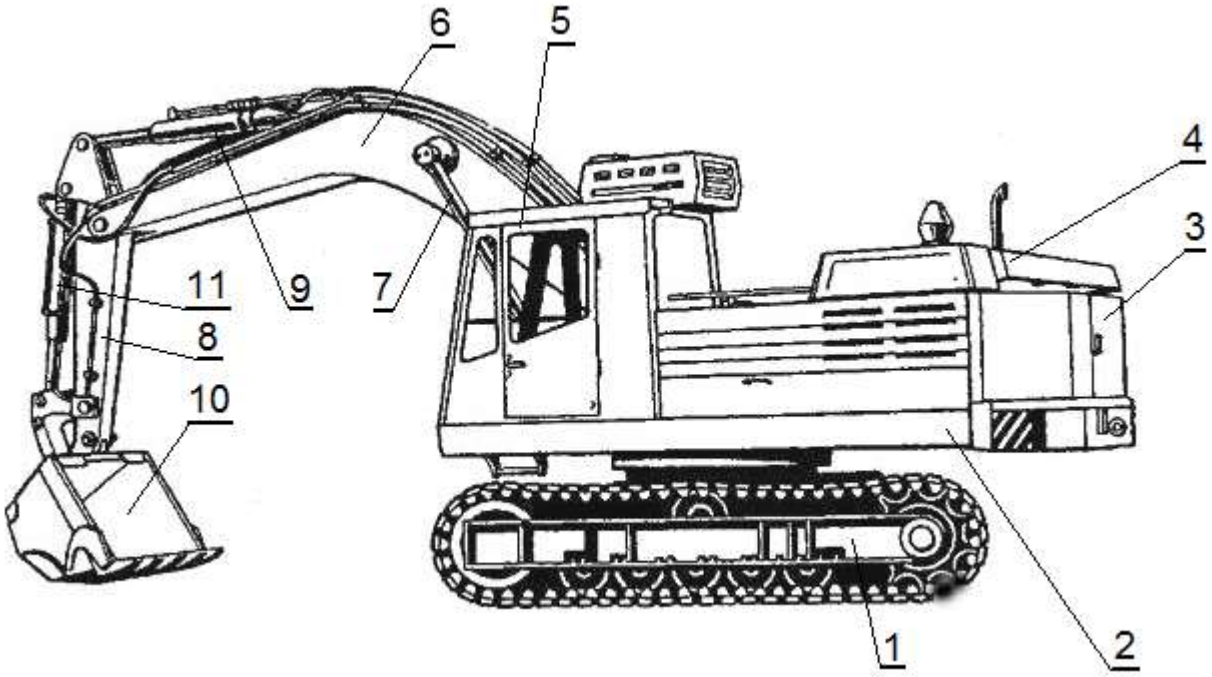


Рис 2.1 - Екскаватор ЕО-4125: 1 — ходовий візок; 2 — поворотна платформа; 3 — капот; 4 — силова установка; 5 — кабіна; 6 — стріла; 7,9, 11 — гідроциліндри рукояті, ковша и стріли; 8 — рукоять; 10 — ківш.

Максимальний тиск в гідросистемі 28 МПа; управління - сервогідравлічне; застосовано аварійне блокування, що запобігає втратам робочої рідини при обриві гідродроту.

Вдосконалені і інші систем механізмів і складальних вузлів гусеничного ходу, редукторів і кабіни. Усе це дозволило підвищити надійність, понизити витрати на технічне обслуговування, поліпшити умови роботи машиніста.

Поворотна платформа зварної конструкції з'єднується з ходовою рамою через опорно-поворотний пристрій. Робоче устаткування кріплять до стійок-кронштейнів, розташованих в середині передньої частини поворотної платформи.

Ходовий пристрій екскаватора - гусеничного типу з кулачковим зачепленням гусеничних стрічок з провідними колесами. Привід гусеничних стрічок здійснюється двома окремими механізмами, що включають гідромотори і бортові редуктори з конічною, циліндричною і планетарною передачами.

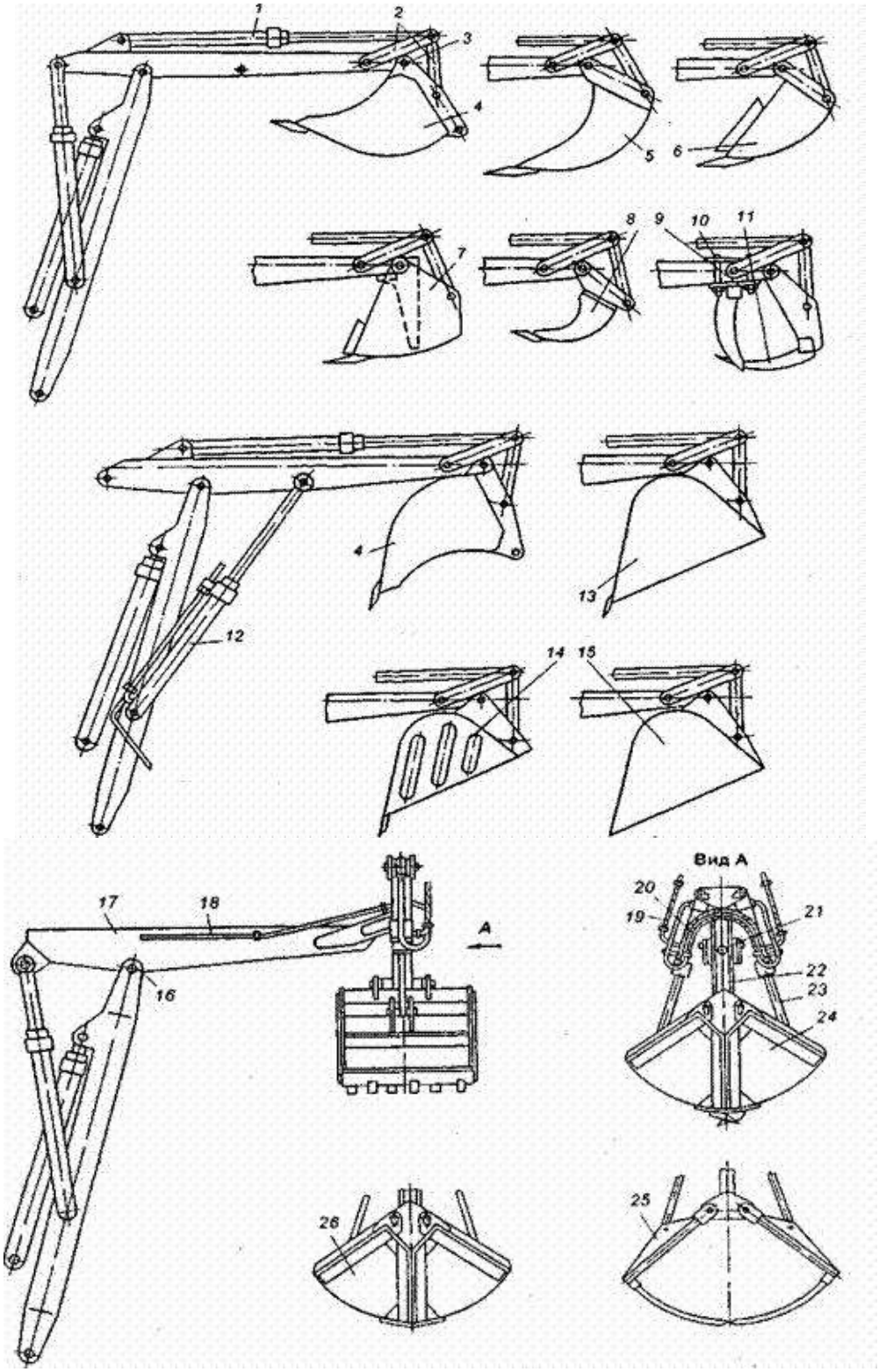


Рис. 2.2 - Робоче устаткування: а - зворотна лопата; б - пряма лопата; в - грейфер; 1 - гідроциліндр ковша; 2 - тяга; 3 - вісь; 4 - уніфікований ківш зворотної і прямої лопат; 5 - вузький ківш; 6 - профільний ківш; 7 - спеціальний ківш; 8 - зуб-розпушувач; 9, 10 - болти; 11 - вилкове захоплення; 12 - гідроциліндр рукояті; 13 - навантажувальний ківш; 14 - гратчастий ківш; 75 - ківш для зерна; 16. 21 - пальці; 17 - рукоять; 18 - трубопровід; 19, 20-рукава; 22 - голівка грейфера; 23 - гідроциліндр ковша грейфера; 24 - щелепа ковша грейфера; 25 - вила грейферів; 26 - ківш без зубів.

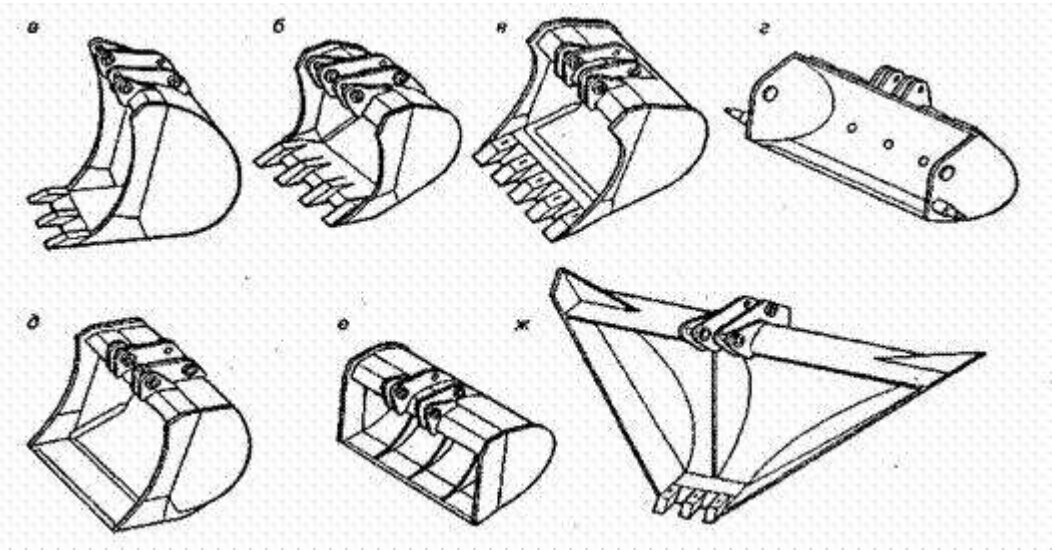


Рис. 2.3 - Ковші зворотної лопати гідроекскаваторів 3-ої розмірної групи : а, б, в- різної місткості для важких, середніх і легких умов роботи; г - для планувальних робіт; д - навантажувальний; е - для меліоративних робіт; ж - профільний

На екскаваторі використані гусеничні стрічки, що істотно відрізняються від гусеничних стрічок подібних моделей екскаваторів. Основна відмінність - це можливість використання стрічок трьох модифікацій, швидко взаємозамінних для розширення сфери застосування машин в різних грунтових умовах. Перша модифікація складається із зварно-литих черевиків шириною 840 мм з грунтозаиспами. Стрічка включає 42 черевики, сполучених пальцями, які стопорять шплінтами для запобігання випаданню. Черевики складаються з литої основи і зварних елементів. Грунтозацспы застосовані одній модифікації. Друга модифікація виконана із зварно-литих черевиків шириною 1000 мм без грунтозацепів, а третя має суцільнолиті черевики шириною 500 мм.

Кабіна обладнана вентиляцією, тепло- і шумоізоляцією, м'яким сидінням, контрольно-вимірювальними приладами і важелями управління. Передбачено освітлення, сигналізацію і очищення стекол кабіни..

РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ФРЕЗЕРНОГО ПОРОДОРУЙНУЮЧОГО ОРГАНУ ВИБІРКОВОЇ ДІЇ

3.1. Опис конструкції фрезерного породоруйнуючого орнану вибіркової дії

Пропонований фрезерний породоруйнуючий робочий орган вибіркової дії встановлюється замсть ковша на стрілі гідравлічного екскаватора і живиться з його гідравлічної мережі (рис 3.1). На рис. 3.1 позначені: 1 – контргруз; 2 – обертова платформа з обладнанням; 3 – обертове коло; 4 – кабіна керування; 5 – гусеневий візк; 6 – стріла.

Робочий орган складається з кронштейна, приєднаного до рукояті екскаватора, і фрезерного барабана, вал якого прикріплений до кронштейна. Кронштейн є зварною конструкцією з однієї П-образної і двох Г-подібних симетрично розташованих гнутих пластинів, а також двох косинок. Г-подібні пластини призначені для кріплення опори барабана, П-образна - для з'єднання робочого органу з рукояттю екскаватора, косинки - для збільшення міцності і жорсткості кронштейна.

Робочий орган предсатвлено на рис 3.2. На рис. 3.2 позначені: 1 – кронштейн кріплення; 2 – кришка; 3 - корпус з породоруйнуючими елементами; 4 – нерухомий корпус; 5 – гусеневий візк; 6 – болт; 7 – шайба; 8 – стопорна гайка; 9 - шайба.

У якості породоруйнуючих елементів виступають знимні твердосплавні циліндричні зубці, що розташовані по цілиндричній поверхні копрпусу 3 по гвинтовій спіралі. Корпус з тведосплавними породоруйнуючими елементами обертається за допомогою гідравлічного двигуна, що сполучений з корпусом через двоступінчастий планетарний редуктор. Пнанетарний редуктор відрізняється відносно малими габаритами і високим передавальним відношенням.

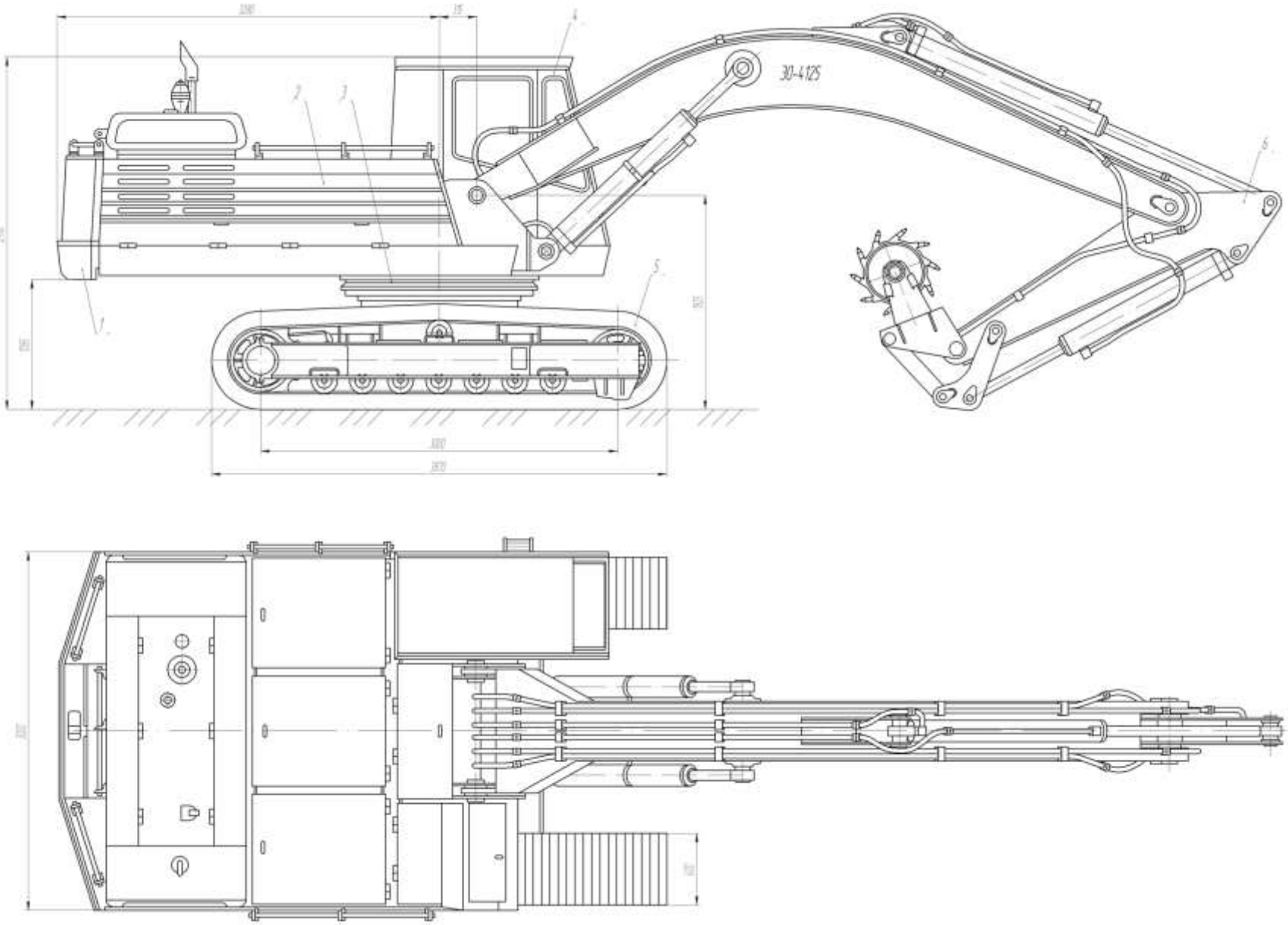


Рис 3.1 – Екскаватор з фрезерним породоруйнуючим робочим органом вибіркової дії

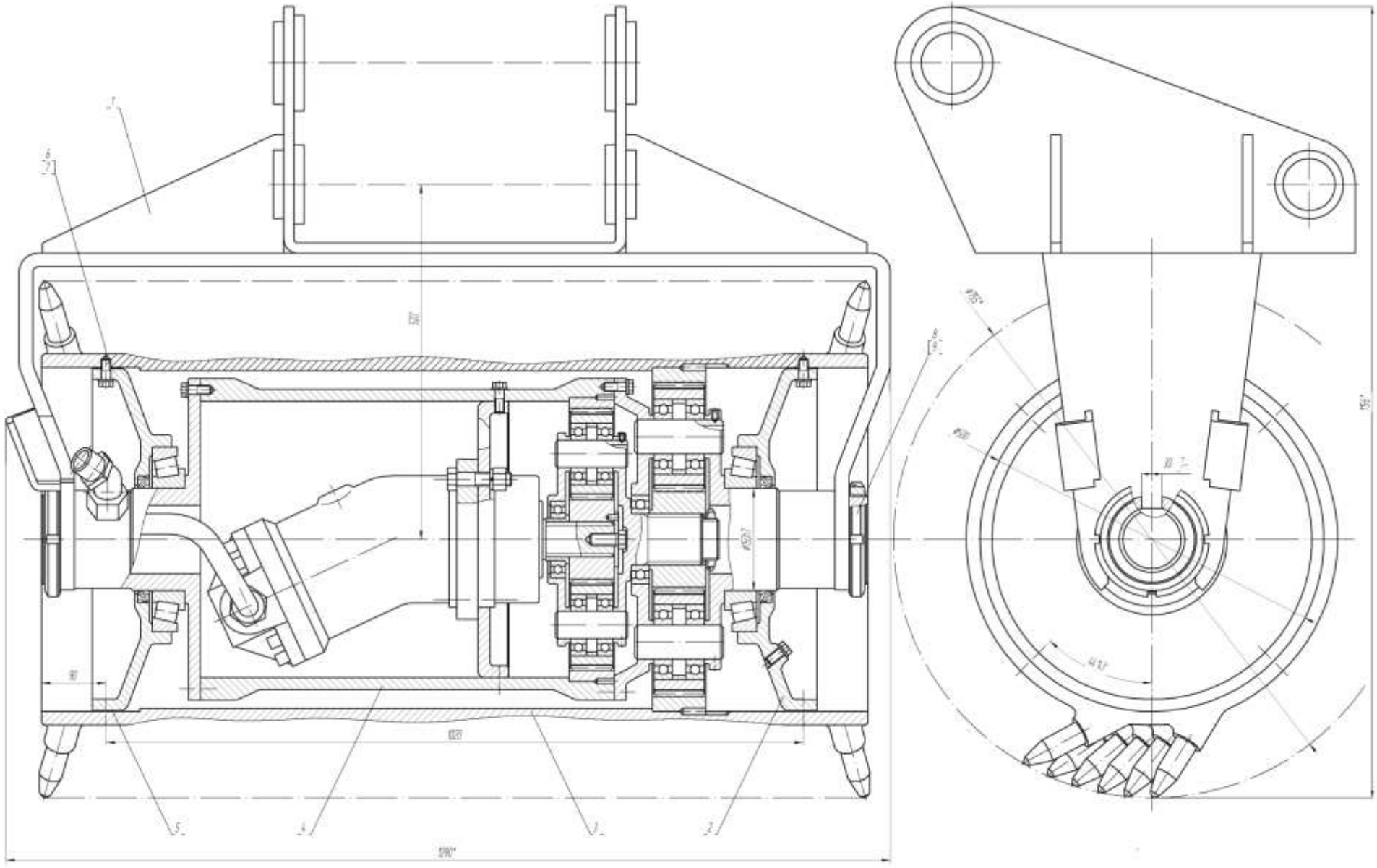


Рис 3.2 – Робочий орган

Гідродвигун розташовано у нерухомому корпусі, що приєднано до кронштейну, який у свою чергу кріпиться до стріли, а корпус з тведосплавними породоруйнуючими елементами обертається навколо нього. У якості гідродвигуна використовується аксиально-поршневий гідродвигун.

3.2. Аналіз фрезерного породоруйнуючого орнану вибіркової дії.

Кінематична схема планетарного редуктору наведена на рис 3.3.

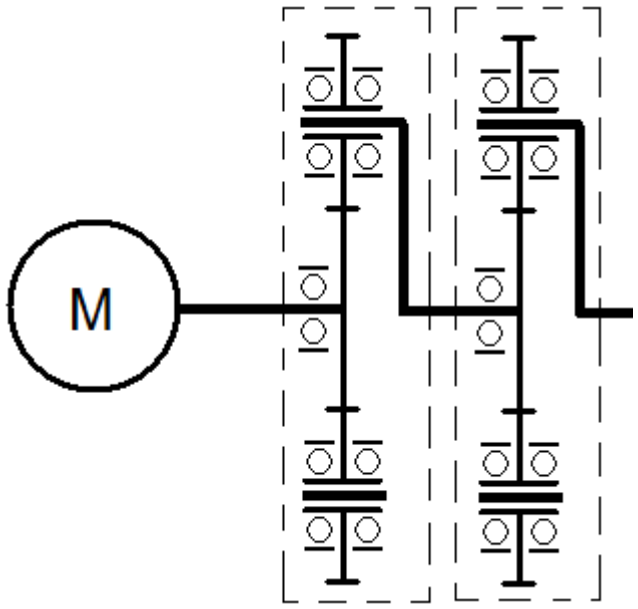


Рис 3.3 – Планетарний редуктор

Розрахуємо планетарний редуктор.

Окружна сила, що діє на сателит, Н.

$$F_H = 2 \cdot F_a, \quad H,$$

$$F_a = \frac{2 \cdot T_a \cdot k_c}{d_a \cdot c} = \frac{2 \cdot 306.4 \cdot 1.1}{0.112 \cdot 2} = 3009, \quad H,$$

$$F_H = 2 \cdot 3009 = 6018, \quad H.$$

Радиальні сили урівноважуються на сателиті:

$$F_{ra} = F_{rb}.$$

Підшипники сприймають навантаження $F_H = 6018, H.$

Частота обертання сателитів $n_c^H = 822.7, хв^{-1}$.

Номінальна довговічність підшипника $L_n = 6000, год.$

Максимальне еквівалентне навантаження:

$$P_{\max} = F_H \cdot v \cdot k_б \cdot k_t \cdot k_p, \quad H,$$

де v-коефіцієнт обертання, $v = 1.2$ - обертання зовнішнього кільця; $k_б$-коефіцієнт безпеки, $k_б = 1.4$; k_t-температурний коефіцієнт, $k_t = 1$, оскільки рабоча температура підшипника менше ста градусів

Діаметр сателиту визначимо за настуною формулою

$$d \geq 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{T_{H\max}}{0.2 \cdot [\tau]}}, \quad мм,$$

де $[\tau]$ - граничні напруження кручення, $[\tau] = 20, МПа$ (15.2 [8]).

$$T_{H\max} = F_{H\max} \cdot (d_a + d_c) = 8616 \cdot (0.112 + 0.112) = 1930, \quad Нм.$$

$$d = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{1930}{0.2 \cdot 20}} = 78, \quad мм.$$

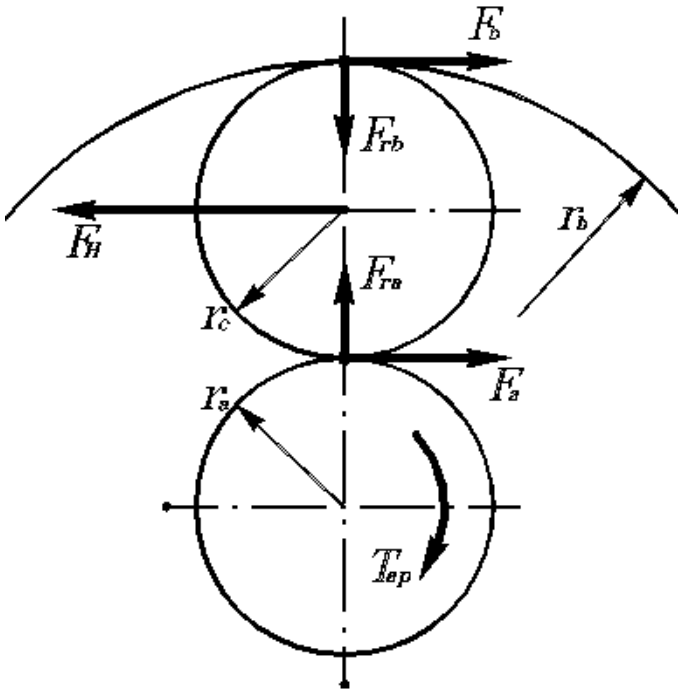


Рис 3.4 – Розрахункова схема.

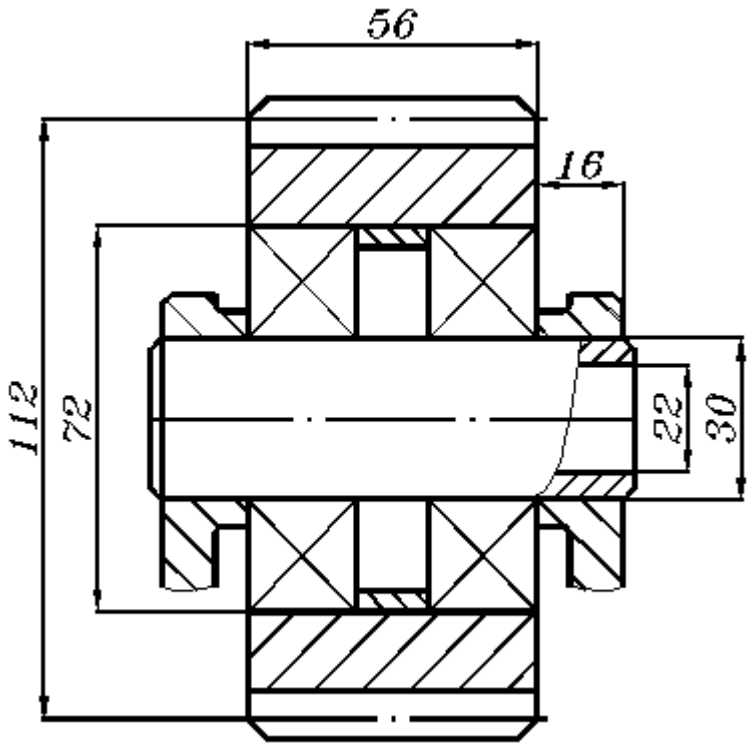


Рис 3.5 – Сателит

Виходячи з конструктивних причин використовуємо шлицьовий вал з діаметром виступів шлиців $D = 78, мм.$

Параметри шлиців легкої серії (ГОСТ 1139-80):

- діаметр виступів шлиців $D = 78, мм,$
- діаметр западин шлиців $d = 72, мм,$
- число шлиців $z = 10,$
- розмір фаски $f = 0.5, мм.$

Умова міцності валу:

$$S \geq [S],$$

де S -запас опору втоми, $[S]$- граничний запас опору втоми , $[S] = 1.5.$

Оскільки вал випробовує тільки напруження кручення, то

$$S = \frac{\tau_{-1}}{\frac{\tau_a \cdot K_\tau}{K_d \cdot K_F} + \psi_\tau \cdot \tau_m},$$

де τ_{-1} - границя витривалості матеріалу вала, МПа

Визначити обертальний момент у зєднанні можна вирішивши стично невизначену задачу з двома невідомими і прийнявши два припущення:

а) деталі опори барабану зєднані без зазорів і тому не мають взаємопереміщень;

б) навантаження, що діють на опору зосередженні у визначених перерізах.

Невідомими є моменти у обох кріпленнях опори. Для рішення такої задачи необхідно скласти систему рівнянь:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{n} T_i = 0, \\ \sum_{j=1}^{m} \varphi_j = 0. \end{cases}$$

У першому рівнянні записується сума моментів: у закріпленнях, на гідромоторі, епіциклі першої ступені редуктора, водилі другої ступені.

У другому – сума кутів закручування, тобто кутів повороту одного перетину опори відносно другого під дією обертального моменту.

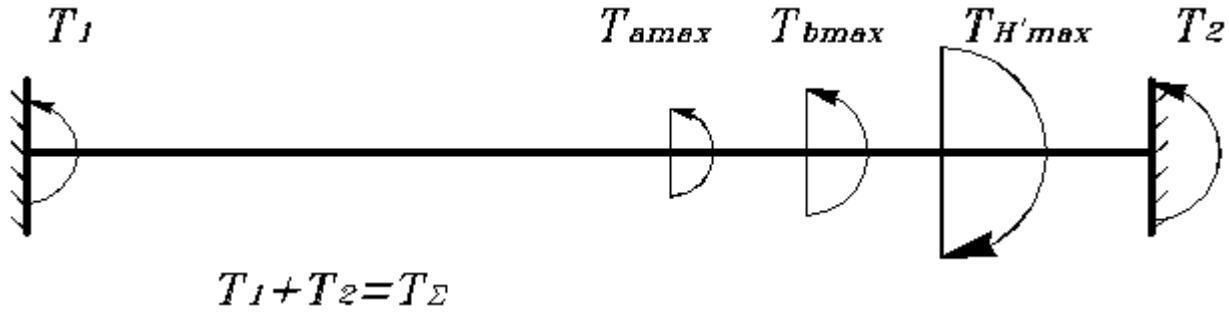


Рис 3.5 – Розрахункова схема валу

Кут закручування визначається за наступною формулою:

$$\varphi = \frac{T \cdot l}{G \cdot I_\rho},$$

де T - діючий на ділянці між двома перетинами момент , Нм; l-довжина ділянки, м; G - модуль пружності при зсуві, Па; I_ρ - полярний момент інерції перетину, м^4.

Але в наслідок складного визначення полярних моментів інерції (переріз опори має складну форму), кута закручування на ділянці від барабана опори до осі сателиту другої ступені

$$s_{П} = \frac{1.7 \cdot 2 \cdot 10^{-2}}{\sin 31°} = 0.066, \quad м/об.$$

Швидкість подачі фрези

$$v_{П} = \frac{s_{П} \cdot n_{Ф}}{60} = \frac{0.066 \cdot 91.4}{60} = 0.1, \quad м/с.$$

Теоретична продуктивність

$$П = 3600 \cdot B \cdot H \cdot v_{П}, \quad м^3/год,$$

де Н-глибина різання, м,

$$H = \frac{(1 - \cos\Psi) \cdot D_{Ф}}{2} = \frac{(1 - \cos 31°) \cdot 0.7}{2} = 0.05, \quad м.$$

$$П = 3600 \cdot 1.05 \cdot 0.05 \cdot 0.1 = 18.9, \quad м^3/год.$$

Середнє значення радіальної складової сили різання на одному зубі

$$P_{P} = 0.45 \cdot P = 0.45 \cdot 1631 = 734, \quad Н.$$

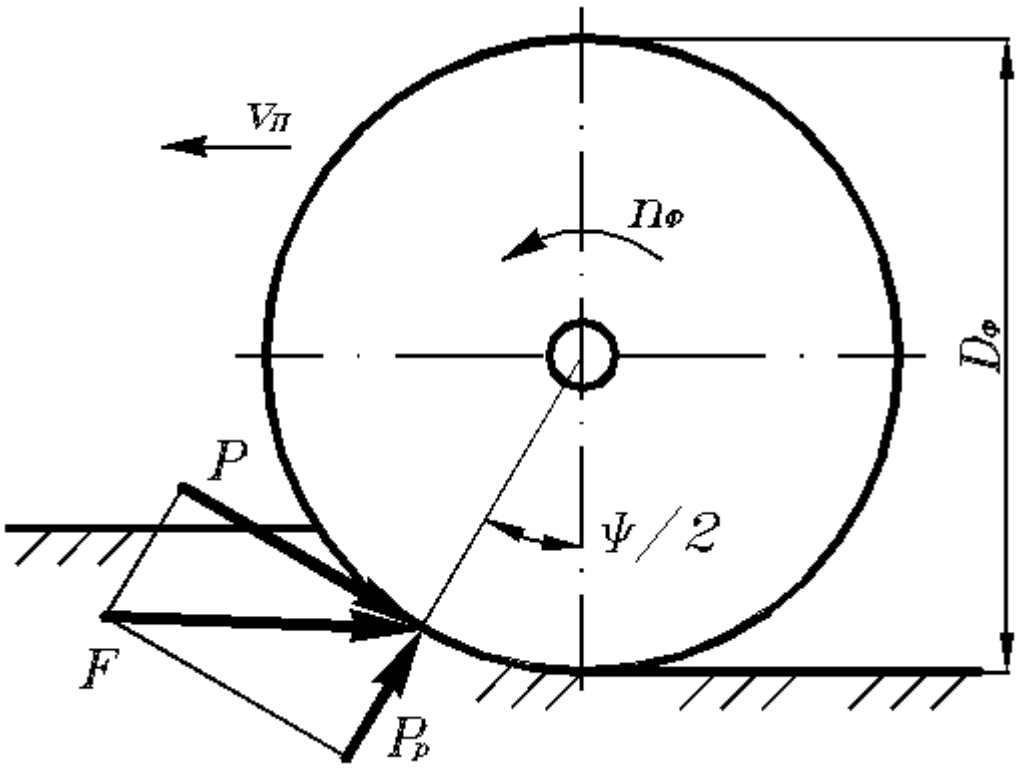


Рис 3.6 – Схема різання грунту

Номінальне навантаження, що випрбовує опора фрезерного барабана у процесі роботи машини

$$F = n_K \cdot \sqrt{P^2 + P_P^2} = 6 \cdot \sqrt{1631^2 + 734^2} = 10731, \quad H.$$

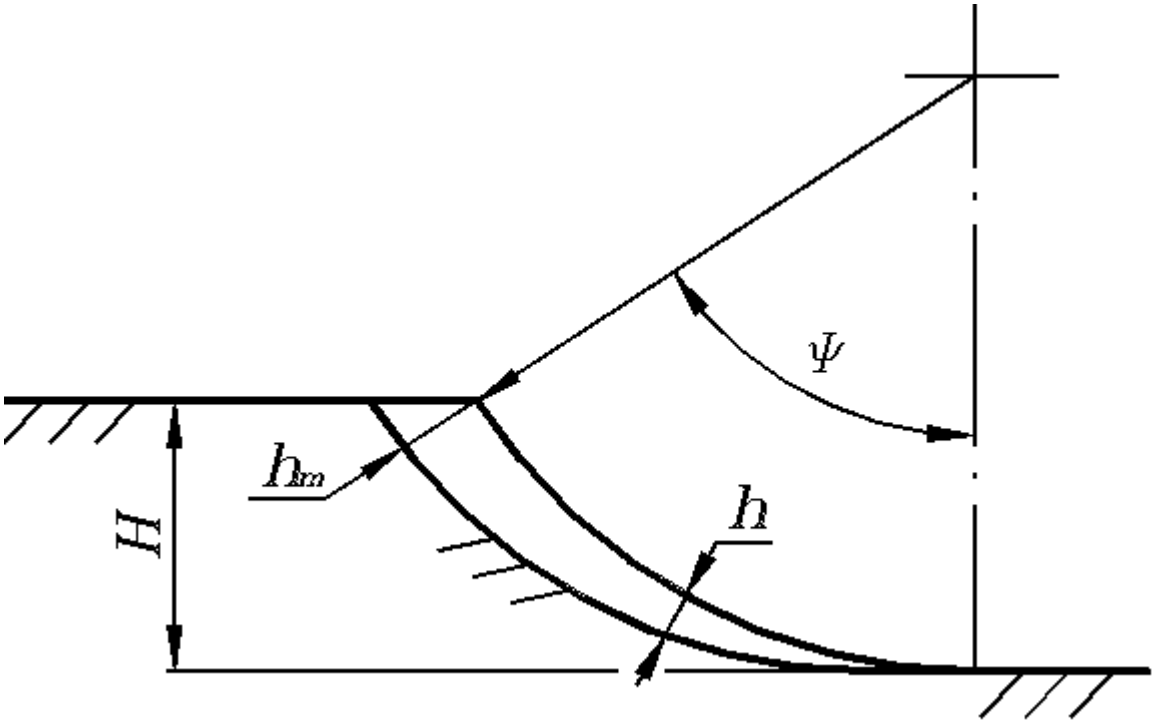


Рис 3.7. – Елементарна стружка

Оскільки навантаження, що діє на фрезерний барабан передається через вал на щоки кронштейна на першому етапі розглянемо тільки їх, замінивши відкинуті елементи кронштейну заділкою.

Таким чином задача зводиться до визначення реакцій у заділці.

Максимальне значення тангенційної складової сили Р - $P_{КЛ}$ визначається обмеженням 1.

Відомо, що $T_{Ф\max} = 5790, Нм$, тоді

$$P_{КЛ} = \frac{2 \cdot T_{Ф\max}}{D_Ф} = \frac{2 \cdot 5790}{0.7} = 16543, \quad H.$$

При більшому значенні тангенційної складової срабатує запобіжний клапан, що зєднує напорну і зливну гідролінії мотора.

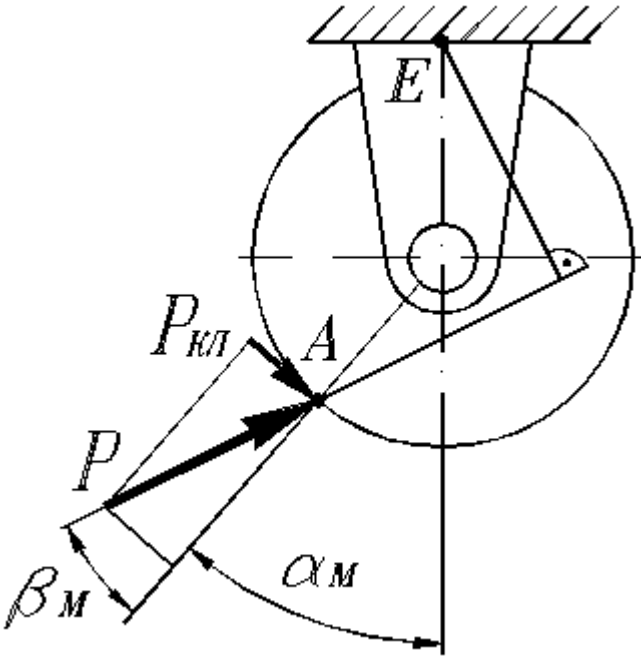


Рис 3.8 – Схема сил на кронштейні

Задача пошуку розрахункового положення робочого обладнання, визначення сили P_P і моменту $M_{E\max}$ зводиться до наступних операцій:

1. Задаються початкові значення кута повороту стріли відносно платформи α_C, рукояті відносно стріли α_P, робочого органу відносно рукояті $\alpha_Ф$, координати точки прикладення сили Р - α і кута між радіусом і напрямом сили Р - β.

2. Визначення виличини сили Р:

$$P = \frac{P_{КЛ}}{\sin\beta} = \frac{16543}{\sin\beta}.$$

3. Визначення координат точки А:

$$x_C = x_B + R_C \cdot \cos\alpha_C,$$
$$y_C = y_B + R_C \cdot \sin\alpha_C,$$
$$x_D = x_C + R_P \cdot \cos(\alpha_C + \alpha_P),$$
$$y_D = y_C + R_P \cdot \sin(\alpha_C + \alpha_P),$$
$$x_O = x_D + R_Ф \cdot \cos(\alpha_C + \alpha_P + \alpha_Ф),$$
$$y_O = y_D + R_Ф \cdot \sin(\alpha_C + \alpha_P + \alpha_Ф),$$

$$x_A = x_O + R \cdot \cos(\alpha_C + \alpha_P + \alpha_Ф + \alpha),$$
$$y_A = y_O + R \cdot \sin(\alpha_C + \alpha_P + \alpha_Ф + \alpha),$$

де x_B-абсциса опорного шарніра стріли, $x_B = 0.315, м,$

y_B- ордината опорного шарніра стріли, $y_B = 1.825, м,$

x_C- абсциса шарніра стріла – рукоять,

y_C-ордината шарніра стріла – рукоять,

R_C-довжина стріли по шарнірах, $R_C = 5.8, м,$

x_D, y_D-координати шарніра рукоять – робочий орган,

R_P-довжина рукояті по шарнірах, $R_P = 2.9, м,$

x_O, y_O-координати осі обертання фрези,

$R_Ф$-відстань від шарніра рукоять – робочий орган до осі обертання фрези, $R_Ф = 0.52, м,$

x_A, y_A-координати точки А - місця приложення сили Р,

R-радіус фрези, $R = 0.35, м.$

Визначається кут Δ між силой Р і віссю ОХ:

$$\Delta = 2 \cdot \pi - (\alpha_C + \alpha_P + \alpha_Ф + \alpha + \beta).$$

Визначається абсциса центра ваги екскаватору:

$$x_1 = \frac{G_{ПР} \cdot x_{ПР} + G_{ПЛ} \cdot x_{ПЛ} + G_C \cdot x_{CC} + G_P \cdot x_{CP} + G_Ф \cdot x_{CФ}}{G_{ПР} + G_{ПЛ} + G_T + G_C + G_P + G_Ф}, м,$$

де $G_{ПР}$-маса противаги екскаватора, $G_{ПР} = 3.95, m,$

$G_{ПЛ}$-маса обертової платформи, $G_{ПЛ} = 7.1, m,$

G_T-маса візка, $G_T = 9.64, m,$

G_C-маса стріли, $G_C = 4.26, m,$

G_P-маса рукояті, $G_P = 0.79, m,$

$G_Ф$-маса робочого органа, $G_Ф = 1.1, m,$

$x_{ПР}$-абсциса центра ваги противаги $x_{ПР} = 2.83, м,$

$x_{ПЛ}$-абсцисса центра ваги платформы, $x_{ПЛ} = 1.25, м,$

x_{CC}-абсцисса центра тяжести стрелы, м,

x_{CP}-абсцисса центра тяжести рукояти, м,

$x_{C\Phi}$-абсцисса центра ваги рабочого органа, м.

$$x_{CC} = x_O + l_C \cdot \cos(\alpha_C - \delta_C),$$

де l_C- відстань від опорного шарніра стріли до її центра ваги, $l_C = 2.66, м,$

δ_C-укт, що визначає положення центра ваги стріли, $\delta_C = 12°.$

$$x_{CP} = x_C + l_P \cdot \cos(\alpha_C + \alpha_P - \delta_P),$$

де l_P-відстань від шарніра стріла – рукоять до центра ваги рукояті, $l_P = 0.78, м,$

δ_P- кут, що визначає положення центра ваги рукояті, $\delta_P = 28°.$

$$x_{C\Phi} = x_D + l_\Phi \cdot \cos(\alpha_C + \alpha_P + \alpha_\Phi - \delta_\Phi),$$

де l_Φ-відстань від шарніра рукоять – робочий орган до центра ваги робочого органа, $l_\Phi = 0.5, м,$

δ_Φ- кут, що визначає положення центра ваги робочого органа, $\delta_\Phi = 5°.$

4. Перевіряється виконання умов опрокидування і протаскування екскаватора. Якщо порушення стійкості нема, приймається $P_P = P$, якщо стійкість порушується, то приймається P_P,визначене з умови стійкості.

5. Визначається момент у точці Е:

$$l = R^2 + a^2 - 2 \cdot R \cdot a \cdot \cos(2 \cdot \pi - \alpha),$$

$$\delta = \arcsin\left(\frac{a}{l} \cdot \sin(2 \cdot \pi - \alpha)\right),$$

$$M_E = P_P \cdot l \cdot \sin(\beta + \delta),$$

де l- відстань від точки А до точки Е, a - відстань від точки Е до осі обертання фрези (т. О), $a = 0.41, м.$

6. Значення M_E порівнюється з найбільшим мометом з розрахованих у межах циклу ($M_{E\max}$). Якщо $M_E > M_{E\max}$, то запомятовуємо M_E, в іншому випадку зберігається старе значення $M_{E\max}$. Запомятовуються також і величини

кутів α_C, α_P, α_Φ, α, β, що відповідають $M_{E\max}$, т.е. α_{CM}, α_{PM}, $\alpha_{\Phi M}$, α_M, β_M.

9. Заменяются текущие значения углов, после чего цикл повторя-ется.

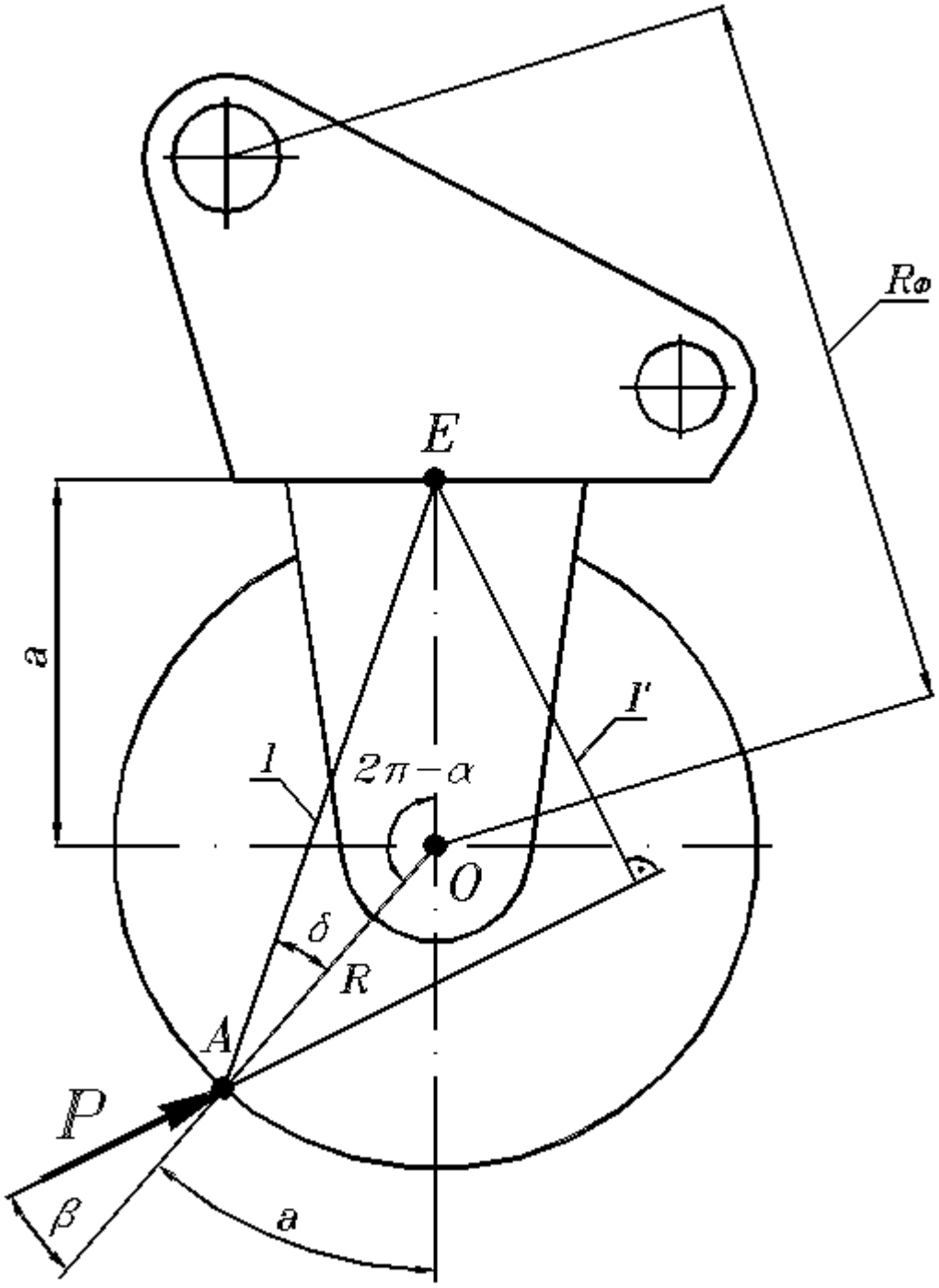


Рис 3.9 – Розрахункова схема сил на кронштейні

РОЗДІЛ 4. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЕКСКАВАТОРУ

4.1. Способи доставки устаткування до місця монтажу

Екскаватори, що надходять із заводу-виробника, зазвичай відвантажуються у вигляді укрупнених монтажних блоків, придатних для транспортування залізничним транспортом. Безпосередньо на місці експлуатації виконується їх складання, регулювання основних систем і подальші випробування [11, 15, 16].

Разом з основними складальними одиницями підприємство-виробник постачає комплект запасних деталей, зварювальний трансформатор, набір монтажного інструменту, лакофарбові матеріали для відновлення покриттів після монтажних операцій, а також запасні елементи для електрообладнання [11, 15, 16].

Для забезпечення монтажу, подальшої експлуатації та ремонтних робіт разом з кожною машиною передається повний комплект технічної документації: паспорт екскаватора, креслення загального вигляду, складальних одиниць і основних деталей, електричні схеми, інструкції з експлуатації механічних вузлів, а також настанови щодо налаштування і обслуговування електрообладнання. Окремо додаються паспорти на компресор, повітрозбірник та інші покупні агрегати, що постачаються сторонніми виробниками [11, 15, 16].

Технологічна послідовність монтажу машини

1. Нижню раму встановлюють на шпальні опори висотою приблизно 0,8–1 м таким чином, щоб після монтажу гусеничних секцій між опорними елементами та поверхнею ґрунту залишався достатній зазор для вільного встановлення гусеничних ланцюгів [11, 15, 16].

Під час формування шпальних кліток особливу увагу приділяють їх стійкості, оскільки на етапі встановлення першої гусеничної секції (з опорними катками) центр мас нижньої рами зміщується у бік змонтованого вузла. У разі недостатньої жорсткості або неправильного укладання можливе порушення рівноваги та перекидання конструкції.

Для підвищення стійкості рекомендується у поперечному напрямі в нижній шар укладати шпали довжиною, що відповідає відстані між

протилежними опорами. Уздовж поздовжньої осі достатньо застосовувати шпали довжиною 1,0–1,2 м у кількості 3–4 шт. на кожен ряд [11, 15, 16].

2. До монтажних поверхонь нижньої рами підводять гусеничні рами з ходовими механізмами та фіксують їх за допомогою болтів, клинових елементів і зварювання ліворуч та праворуч. Ходові вузли попередньо встановлюють на гусеничних секціях до їх остаточного стикування з нижньою рамою.

Зварювальні роботи виконують у такій послідовності.

Спочатку ретельно очищають кромки та зони під зварювання на відстані 20–30 мм від забруднень, іржі, мастил та інших сторонніх включень.

Далі місця з’єднання підігрівають до температури 150–200 °С будь-яким доступним монтажним способом. Після підігріву поверхні повинні залишатися чистими.

Перед виконанням зварювання електроди попередньо прожарюють при температурі 380–420 °С протягом 5 годин.

Зварювання здійснюють електродами типу Е50а діаметром 4 мм (струм 120–160 А) або 5 мм (180–220 А). Зону шва необхідно захищати від протягів та опадів. Кожен наступний валик наплавлення виконується лише після ретельного очищення попереднього шару від шлаку за допомогою зубила та металевої щітки; кратери швів обов’язково проварюють.

Також допускається застосування електродів типу ЕА-478/3 діаметром 4 мм (100–130 А) або 5 мм (130–170 А).

3. Виконується монтаж натяжного вала разом із натяжними колесами.

4. Розгорнуті гусеничні ланцюги подаються під ведучі, опорні та натяжні колеса з таким розрахунком, щоб на ведучому колесі забезпечувався вихід двох гусеничних ланок.

5. Ходовий візок встановлюють на шпальні опори; після цього з-під нього прибирають тимчасові підкладки і опускають візок так, щоб опорні колеса лягли на підготовлені гусеничні ланцюги.

6. Проводиться з’єднання гусеничних ланцюгів у замкнений контур. Остаточне регулювання їх натягу здійснюють після завершення всіх монтажних операцій.

7. На ходовий візок монтується опорно-роликове коло.

8. На встановлене роликове коло виконується монтаж поворотної платформи.

9. Встановлюється та фіксується центральна цапфа з гайковим кріпленням. Її положення відносно поворотної платформи додатково стопориться спеціальною планкою. Остаточне затягування та регулювання зазору між сферичною шайбою і центральним литвом нижньої рами виконують після завершення загального монтажу і налаштування всіх вузлів.

Далі монтується труба кільцевого струмознімача та сам струмознімач із подальшим її закріпленням.

Після встановлення і фіксації рами поворотної платформи на ходовому візку наступні монтажні операції можуть виконуватися з поєднанням технологічних переходів [11, 15, 16].

10. Монтуються бічні робочі площадки поворотної платформи.

11. Під противажною частиною рами поворотної платформи формують шпальну основу та виконують встановлення противаги. Завантаження виконується строго відповідно до передбаченої монтажної схеми [11, 15, 16].

12. Встановлюється двонога стійка. Зазори у місцях з’єднання проушин зі кронштейнами поворотної платформи компенсуються за допомогою регулювальних прокладок.

13. Виконується складання та монтаж на поворотній платформі основних агрегатів: перетворювального блоку, підйомного, напірного та поворотного механізмів, високовольтного розподільного ящика, трансформатора, магнітної станції та кабіни оператора. Черговість операцій визначається монтажним графіком на місці [11, 15, 16].

14. Виконати монтаж пневматичної системи.

15. Встановлюються бокові стінки кузова.

16. Після монтажу стінок виконується прокладання та підключення електропроводки відповідно до інструкції з монтажу, пуску та регулювання 3519.99.00.000 Ім.

17. Монтується дах кузова. На даху встановлюють допоміжну лебідку, захисні кожухи та вентиляційні установки. Перевіряють обертання робочих коліс вентиляторів; у разі торкання лопатей до обичайки проводять центрування. Підрізання лопатей заборонене. Додатково встановлюються огородження та сходові елементи на кузові і поворотній платформі.

18. Монтуються сходи та площадки на двоногій стійці.

19. Встановлюються та підключаються внутрішні світильники кузова.

20. Виконується заправка мастильних матеріалів у редуктори, масляні ванни, компресор, а також змащування всіх основних вузлів екскаватора.

21. Проводиться холодне налагодження електрообладнання згідно з інструкцією, що додається до машини, з перевіркою режимів холостого ходу та короткого замикання без запуску механізмів. При цьому забезпечується надійне механічне блокування головних приводів до подачі стисненого повітря в пневмосистему.

22. У пневмосистему подається стиснене повітря та виконується пробне прокручування механізмів.

23. Проводиться запасування канатів на барабанах напірної та підйомної лебідок.

24. Виконуються випробування механізмів підйому і напору, а також перевірка їх гальмівних систем.

25. На шпальтній основі розкладають у горизонтальному положенні нижню секцію стріли та виконують її приєднання до поворотної платформи через осі. Усі зазори в з’єднанні п’яти стріли з кронштейнами платформи компенсують установленням регулювальних прокладок. На нижній секції монтують напірний вал, сідловий підшипниковий вузол і двохручейні блоки.

На підготовленому настилі та підпорах розміщують підкоси, після чого з’єднують їх із напірною віссю, перевіряючи вільність їх обертання на опорі. Далі на підкоси встановлюють монтажний пристрій. До них приєднують розтяжні елементи підвіски стріли, які попередньо розкладають по поверхні землі. Поворотний канат (зі сторони верхнього барабана) пропускають через внутрішні канавки двохручейних блоків і фіксують на монтажному пристрої. При цьому

петлю каната перекидають через заздалегідь знятий блок монтажного пристрою, після чого блок повертають на місце і закріплюють. Додатково приєднують канатну відтяжку [11, 15, 16].

Після цього підкоси піднімають за допомогою напірної лебідки майже у вертикальне положення, а тимчасову підставку демонтують [11, 15, 16].

Далі на монтажному майданчику розкладають верхню секцію стріли, попередньо встановивши на ній головні блоки. Монтажний настил повинен бути оснащений напрямними по всій довжині для роботи з цими блоками. Верхню і нижню секції стріли з'єднують осями, а монтажні зазори в проушинах усувають за допомогою прокладок [11, 15, 16].

Після цього монтують сходові елементи та робочі площадки на стрілі. Сідловий підшипник додатково фіксують від можливого провертання. На нижній секції встановлюють кронштейн для блоку механізму відкривання днища ковша. Розтяжні канати протягують через блоки верхньої секції стріли [11, 15, 16].

Під час підйому стріли електрообладнання лебідок підйому і напору налаштовують на граничні струми: для механізму підйому — 1ст = 2000 А, для механізму напору — 1ст = 700 А. Канатні гілки підйому пропускають через блоки на двоногій стійці, двохструмкові блоки та зрівняльний блок нижньої секції стріли [11, 15, 16].

Нижню секцію піднімають до кута нахилу приблизно 47° відносно горизонту. У процесі підйому головні блоки ковзають по напрямних без відриву. Поворотним канатом підкоси утримують від перекидання з мінімально необхідним зусиллям.

Після стабілізації положення нижньої секції головні блоки відривають від настилу, і систему «підкоси — розтяжки — верхня секція стріли» повертають у положення, при якому підкоси входять у посадочні місця головних виливок двоногої стійки [11, 15, 16].

Далі підкоси фіксують у двоногій стійці. Знімають підйомний канат із зрівняльного напівблока, двохручейних блоків і блоків двоногої стійки, а також демонтують поворотний канат монтажного пристрою та сам монтажний пристрій [11, 15, 16].

Опускання стріли виконують у зворотній послідовності. При цьому нижню секцію опускають лише після контакту верхньої секції з настилом і повного розвантаження канатів.

За необхідності підйом стріли у робоче положення може здійснюватися монтажними лебідками або кранами, якщо відсутнє живлення електросистеми. У такому випадку розробляють окрему схему підйому з урахуванням вимог безпеки та технічної документації [11, 15, 16].

ПРИМІТКА. Знімний монтажний пристрій постачається лише разом із першим екземпляром екскаватора, що надходить на підприємство.

Після завершення підйому стріли монтажний пристрій демонтують і зберігають для подальших операцій, щоб уникнути пошкодження рукояті або підкосів і забезпечити повторне використання. Використання монтажного пристрою без встановлених стопорних планок забороняється.

26. Виконати з’єднання ковша з рукояттю та підвіскою ковша.

27. Завести рукоять у сідловий підшипник, попередньо демонтувавши задній напівблок. Після встановлення рукояті задній напівблок необхідно встановити на попереднє місце.

28. Здійснити монтаж механізму відкривання днища ковша.

29. Провести запасування підйомного, напірного та поворотного канатів.

Напірний канат слід закріплювати на барабанах біля редуктора з підведенням його з нижньої частини барабана. Поворотний канат фіксується на кінцях барабанів, віддалених від редуктора, і підводиться до барабана зверху.

Запасування напірного та поворотного канатів необхідно виконувати таким чином, щоб у крайніх положеннях рукояті на барабанах напірної лебідки залишалося не менше 1,7 резервного витка каната.

30. Виконати монтаж і остаточне налагодження всього електрообладнання відповідно до вимог «Інструкції з монтажу, пуску, регулювання та обкатки» 3519.99.00.000 НИМ.

31. Провести регулювання та натягування гусеничних ланцюгів.

4.2. Використання екскаватора за призначенням

4.2.1.Умови роботи екскаватора

Екскаватор призначений для розробки високих уступів, а також може застосовуватися під час формування відвалів із порід розкриву [11, 15, 16].

Експлуатація екскаватора допускається за температури навколишнього середовища від мінус 40 ºС до плюс 40 ºС. Розроблення порід III, IV та V категорій міцності необхідно виконувати після їх попереднього розпушення вибуховим способом, що забезпечує вільне заповнення ковша шматками породи. При цьому середньозважений розмір окремих шматків у поперечному перерізі не повинен перевищувати 300 мм. Поперечний і поздовжній ухили робочого майданчика екскаватора мають бути не більше 2°, а допустиме відхилення напруги живлення становить від –5 % до +10 % [11, 15, 16].

Зношування деталей екскаватора в процесі роботи характеризується поступовою зміною їх геометричних розмірів унаслідок тертя. Знос проявляється у вигляді відокремлення частинок матеріалу або виникнення залишкових деформацій. Окремо використовують поняття «пошкодження», під яким розуміють зміну геометрії поверхонь тертя, структури та властивостей поверхневих шарів матеріалу. І знос, і пошкодження є проявами руйнування контактних поверхонь. В основу класифікації видів зношування та пошкоджень деталей машин покладено уявлення про основні та супутні процеси руйнування. Суть цього підходу полягає в тому, що для кожної деталі або вузла існує домінуючий вид зношування чи пошкодження, який визначає довговічність та надійність роботи машини. Поряд із ним можуть виникати супутні процеси руйнування поверхонь, які істотно не впливають на працездатність сполучення. Усі види руйнування робочих поверхонь поділяють на нормальні, тобто теоретично неминучі й практично допустимі, та патологічні, які є недопустимими під час експлуатації машин. Основною ознакою класифікації за причинами і механізмами руйнування поверхонь тертя є характер процесів — механічних, фізичних або хімічних, що відбуваються в зоні контакту деталей [11, 15, 16].

До допустимих форм пошкоджень належать механо-хімічний окислювальний знос, нормальний механо-хімічний знос плівок некисневого походження, а також механо-хімічний абразивний знос. До недопустимих руйнувань відносять схоплювання I та II роду, фретинг-процес (динамічне окислення), різання, подряпини як механічну форму абразивного зношування, контактну втому при коченні, корозійні процеси, зминання та інші пошкодження. Допустиме зношування супроводжується активацією поверхневих шарів металу, їх взаємодією з агресивними компонентами навколишнього середовища та формуванням на поверхні рівномірно розподілених вторинних структур, які періодично руйнуються й утворюються повторно. Найбільш поширеним видом допустимого зношування є окислювальне, при якому у поверхневих шарах переважають сполуки із вмістом сірки, фосфору, вуглецю та інших елементів. Сукупність явищ, пов'язаних із деформацією поверхневих шарів металу, їх взаємодією з хімічно активними складовими робочого середовища та руйнуванням утворених структур, називають механохімічним зносом. До нормальних процесів також належать окремі різновиди абразивного зношування, що перебігають без утворення стружки, а також незначні пошкодження у вигляді подряпин [11, 15, 16].

Недопустимі руйнування виникають у разі порушення нормальних умов зовнішнього тертя. Якщо допустимий знос розвивається поступово та рівномірно, то патологічний має стрибкоподібний характер після досягнення певних критичних умов. Тому одним із найважливіших завдань є розроблення та впровадження заходів, які унеможливлюють виникнення таких режимів роботи [11, 15, 16].

Абразивне зношування займає проміжне місце між нормальними процесами зносу та патологічними формами руйнування. У процесі експлуатації машин необхідно максимально обмежувати розвиток механічних руйнівних процесів. Далі розглядаються основні закономірності виникнення зносу та пошкодження поверхонь тертя [11, 15, 16].

Окислювальний знос являє собою стійкий стаціонарний процес, при якому відбувається динамічна рівновага між руйнуванням і повторним утворенням

оксидних плівок. За таких умов швидкість окислення перевищує інтенсивність інших процесів, що виникають на поверхнях тертя. Руйнування плівок відбувається повільніше, ніж їх формування, а достатня міцність утворених оксидних шарів забезпечує стабільний перебіг окислювального зношування. Таким чином, цей різновид зносу є характерним і допустимим явищем під час роботи вузлів тертя [11, 15, 16].

Абразивний знос і пов'язані з ним пошкодження виникають унаслідок дії абразивного середовища в зоні контакту поверхонь тертя. Деталі кар'єрних екскаваторів особливо схильні до такого виду зношування через потрапляння в зону тертя твердих частинок разом із повітрям або мастильними матеріалами. Проникаючи між контактуючими поверхнями, абразивні частинки ковзають по металу, викликаючи його пластичну деформацію, руйнування поверхневого шару або зрізання мікростружки. Деформовані поверхневі шари металу легко окислюються, після чого оксидна плівка руйнується, що є однією з форм механо-хімічного зношування [11, 15, 16].

4.2.3 Аналіз заходів технічного обслуговування машини з метою підтримання її працездатності

У процесі роботи екскаватора відбуваються поступове зношування деталей, послаблення різьбових з'єднань і порушення регулювань механізмів. Для забезпечення справного технічного стану машини виконують технічне обслуговування, яке входить до системи планово-запобіжних ремонтів (ПЗР) та передбачає проведення комплексу профілактичних заходів: очищення, догляду, огляду й контролю стану вузлів, підтягування кріплень, ремонту або заміни окремих деталей, регулювання та мащення механізмів [11, 15, 16].

Для забезпечення якісного огляду та своєчасного виявлення несправностей, які можуть виникати під час експлуатації, необхідно регулярно очищати всі вузли екскаватора від бруду, надлишків мастила та вологи. Щоб уникнути пошкодження лакофарбового покриття, забруднення рекомендується видаляти дерев'яними інструментами. У разі виявлення пошкоджених ділянок покриття необхідно

очистити їх від корозії та виконати підфарбовування відповідною фарбою. За відсутності необхідного лакофарбового матеріалу допускається тимчасове застосування будь-якої масляної фарби. Відкриті незабарвлені поверхні механічно оброблених деталей після очищення доцільно протирати дрантям, злегка змоченим нейтральним мастилом або дизельним паливом [11, 15, 16].

У кабіні машиніста слід періодично мити скло, а також очищати прилади та органи керування від пилу й забруднень.

Інструмент і допоміжні пристрої після використання необхідно очищати від мастила та бруду й зберігати у спеціальній навісній шафі, розташованій у кузові екскаватора.

Кріпильний (ремонтний) огляд є складовою технічного обслуговування та проводиться щозміни, а також періодично — один раз на тиждень і один раз на місяць [11, 15, 16].

Щозмінний огляд. Щозмінний огляд виконується машиністом під час приймання та здавання екскаватора між змінами, а також упродовж зміни під час технологічних перерв і простоїв машини [11, 15, 16].При огляді необхідно:

- провести зовнішній огляд екскаватора і перевірити стан ковша, рукояті, стріли, двуноги, платформи і ходового візка;
- перевірити відсутність течі масляних ванн механізмів;
- провести необхідне мастило механізмів відповідно до карт змащування;
- перевірити надійність затиску гальма стріловидної лебідки;
- злити конденсат з повітрозбірника і відстій з масловіддільника пневмосистеми;
- перевірити роботу компресора, а також реле тиску (у зимовий час перед початком роботи холодний компресор слід підігріти електричним нагрівачем);
- перевірити наявність огорож і захисних кожухів на механізмах;
- перевірити дію механізмів підйомної лебідки, натиску, повороту і ходу, а також дія їх гальм.

Всі виявлені несправності усунути.

Щотижневий огляд

При щотижневому огляді перевіряють:

а) По робочому устаткуванню:

- стан стінок ковша і їх зварного з'єднання;
- стан зубів ковша і їх кріплення;
- шплинтовку валів для кріплення ковша до рукояті і коромисла;
- стан днища ковша і його механізму відкриття і гальмування;
- стан балок рукояті і їх кріплення;
- кріплення задніх упорів рукояті;
- стан зубчатих передач напірного механізму;
- кріплення електродвигуна механізму натиску і моторної шестерні;
- справність і дія гальма і муфти граничного моменту;
- кріплення осей і щік полиспаста підвіски стріли;
- кріплення вентилятора;
- стан і кріплення механізму відкриття ковша;
- шплинтовку валів кріплення бічної тяги і п'ят стріли до платформи;
- прилягання п'ят стріли до гнізд передньої балки; при необхідності провести натяжку бічної тяги стріли;
- стан кріплення двоногої стійки;
- перебування кріплення осей блоків на двоногій стійці;
- стан каната для підвіски стріли і його закладення.

Проводять змащування вузлів і деталей.

б) По механізмах на поворотній платформі:

- стан зубчатих передач підйомної лебідки і поворотних редукторів;
- кріплення моторних шестерень поворотних редукторів;
- стан і дія гальм підйомної лебідки і поворотних механізмів;
- кріплення двигунів підйомної лебідки, поворотних механізмів і перетворюючого агрегату;
- кріплення стійкий і редуктора, а також кришок підшипників підйомної лебідки, поворотних механізмів і стріловидної лебідки, якщо потрібний, провести підтяжку;

- осьовий зазор в центральній цапфі; при необхідності відрегулювати його;

- дія пневматичної апаратури і герметичність пневмо-системи; при необхідності відрегулювати пневмоапаратуру і усунути витоки стислого повітря.

Проводять змащувальні операції.

в) По механізмах ходового візка:

- стан зубчатих передач ходового і гусеничного механізмів;

- стан і дія гальма ходового механізму;

- кріплення двигуна і редуктора ходу;

- стан і дія муфт перемикання гусениць;

- кріплення гусеничних рам болтами і клинами; при необхідності підтягти гайки;

- кріплення опорних, натяжних і провідних коліс; стан роликового круга;

- кріплення зубчатого вінця; у разі потреби провести підтяжку;

- герметичність гідросистеми.

Виконують всі змащувальні роботи.

Щомісячний огляд. Щомісячний огляд проводиться обслуговуючим персоналом із залученням ремонтних робочих. У об'єм цього огляду входять всі роботи щотижневого огляду, а також роботи по усуненню несправностей заміною або відновленням деталей. Проводиться доповнення і заміна мастила у вузлах. Додатково до об'єму робіт щотижневого огляду при щомісячному огляді необхідно:

а) По робочому устаткуванню:

- піддати ретельному огляду металоконструкції рукояті, стріли, а також двоногої стійки; виявлені тріщини виправити заваркою;

- провести ремонт або заміну зубів ковша, деталей днища; при необхідності відрегулювати механізм відкриття днища ковша, замінити канат механізму відкриття ковша;

- відрегулювати зазори між балками і повзунами седловых підшипників;

- замінити зношені гальмівні обкладання гальма і муфти граничного моменту;

- провести регулювання гальма і муфти граничного моменту;

- змінити зруйновані дерев'яні запобіжні бруси стріли і відремонтувати металеве облицьовування брусів;

- перепасувати канат полиспаста підвіски стріли.

б) По механізмах на поворотній платформі:

- ретельно перевірити поворотну раму, особливо в місцях приварювання маточин поворотних редукторів і центрального кронштейна; всі відмічені дефекти усунути;

- перевірити кріплення противаги і майданчиків, а також кабіни і кузови до поворотної рами; при необхідності провести підтяжку гайок і болтів;

- замінити зношені гальмівні обкладання гальм підйомної лебідки і поворотних редукторів і відрегулювати гальма;

- перепасувати підйомний канат (при значному зносі змінити);

- підтягти кріплення шестерні з барабаном; перевірити стан гальма стріловидної лебідки;

- перевірити перебування стопорних планок і кріплень центральної цапфи і гайки на поворотній платформі і в нижній рамі;

- перевірити стан установок вентиляторів двигунів підйомної лебідки і поворотних механізмів;

- очистити повітряний фільтр компресора і промити мастиловіддільник.

в) По ходовому візку:

- перевірити стан нижньої рами; виявлені тріщини заварити;

- замінити зношені гальмівні обкладання гальма ходу і провести його регулювання;

- перевірити стан опорних, натяжних і провідних коліс; при необхідності провести усунення виявлених дефектів;

- перевірити стан і натягнення гусеничних ланцюгів; якщо потрібний, провести регулювання;

- перевірити зачеплення конічної передачі ходового механізму, при необхідності відрегулювати бічний зазор передачі;

- очистити фільтр і бачок гідросистеми від забруднення (при необхідності).

При щомісячному огляді (ремонті) необхідно усувати і всі інші несправності, що зустрілися. Після закінчення огляду і усунення несправностей вузли екскаватора перевіряють на ходу і проводять остаточну наладку на робочому режимі.

4.3. Ремонт машини

В цілях попередження прогресуючого наростання зносу, виключення поломок і передчасного виходу з ладу деталей і вузлів екскаватора, а також для підтримки його в постійній експлуатаційній готовності і забезпечення його продуктивної і безпечної роботи проводиться планово-запобіжний ремонт. Він складається з організаційних і технічних заходів, що циклічно повторюються, передбачають виконання планованих в часі профілактичних робіт по огляду, відходу і усуненню несправностей, а також ремонтів, поновлюючих працездатність екскаватора [11, 15, 16].

Розрізняють наступні види планово-запобіжного ремонту (ПЗР) [11, 15, 16]:

1) міжремонтне технічне обслуговування: щоденні і періодичні ремонтні огляди;

2) планові ремонти, які складаються з поточних ремонтів (Т Т2, Т3), річних наладок і ревізій (НРГ) і капітальних ремонтів (К).

Поточний ремонт - це ремонт, при якому проводиться заміна невеликої кількості зношених деталей і регулювання механізмів для забезпечення нормальної експлуатації до чергового планового ремонту. Поточний ремонт проводиться один раз в півроку.

Наладка і ревізія полягають в огляді і випробуванні устаткування екскаватора з виявленням і усуненням неполадок, а також встановлення оптимального режиму роботи машини. Наладка і ревізія проводяться один раз в рік на місці роботи екскаватора і виконуються силами лабораторій і бригадами

електроремонтних цехів. Наладку і ревізію рекомендується проводити спільно з поточним ремонтом.

Капітальний ремонт екскаватора призначений для повного відновлення працездатності механізмів на період ремонтного циклу (період між двома капітальними ремонтами). При капітальному ремонті проводиться повне розбирання вузлів з метою відновлення базових деталей і заміни або відновлення всіх деталей, що вийшли з меж точності, передбачених кресленнями, а також проводиться збірка, наладка і випробування під навантаженням [11, 15, 16].

Капітальний ремонт рекомендується проводити методом агрегатно-вузлового ремонту, при якому на екскаватор замість зношених встановлюють нові або заздалегідь відремонтовані вузли. Капітальний ремонт може проводитися також індивідуальним методом, при якому всі зняті і відремонтовані деталі і вузли встановлюються на цю ж машину [11, 15, 16].

Ремонтний цикл (період між двома капітальними ремонтами) залежить від відпрацьованого екскаватором часу і виконаного об'єму робіт, гірничогеологічних і кліматичних умов, а також від дотримання Правил експлуатації і догляду за машиною і може коливатися в межах від 4,5 до 5,5 років. Більший термін призначається для нових машин і менший для подальших ремонтних циклів.

4.3.1. Опис методів відновлення найбільш зношуваних деталей

Ремонт екскаватора проводиться на заздалегідь підготовленому майданчику шириною 20 м і завдовжки 40 м, яка повинна мати дорогу для під'їзду вантажопідйомних і транспортних засобів. На майданчик доставляється необхідний інструмент і матеріали [11, 15, 16].

Механізми екскаватора, що підлягають ремонту, розбирають. Розбирання повинне проводитися способами і інструментами, що забезпечують збереження деталей [11, 15, 16].

Для роз'єднання придатних деталей використовують преси і спеціальних знімачів. Кувалди можуть бути використані тільки у випадках, що виключають пошкодження деталей, із застосуванням підкладок. У виняткових випадках

проводять різання і руйнування дефектних деталей. Розібрані деталі очищають від грязі і масла, промивають, протирають і перевіряють на придатність. На підставі встановлених дефектів намічається вигляд і технологія ремонту вузлів і деталей.

Тріщини на стійках підйомної лебідки, корпусах редукторів поворотних механізмів і ходового редуктора можуть бути виправлені електрозварюванням. Отвори під підшипники, що мають знос, виправляють металізацією, а також наплавленням електрозварюванням з подальшою механічною обробкою до креслярського розміру. Перед наплавленням отвори повинні бути розточені на більший розмір [11, 15, 16].

Зношені отвори під підшипники кочення в маточинах корпусу підйомного редуктора можуть бути відновлені шляхом розточування отворів більше на 18-22 мм і запрессовки втулок з остаточно виготовленими отворами під підшипники або з припуском для обробки після запрессовки. Отвори в підставах стійкий і корпусів редукторів, що мають ослаблену посадку щільних болтів, розгортають на більший розмір з виготовленням болтів, відповідних їм [11, 15, 16].

Барабани підйомної і стріловидної лебідки, що мають знос струмків для канатів, повинні бути проточені до отримання нормального профілю з гладкою поверхнею. Зношені отвори для з'єднання барабана підйомної лебідки із зубчатим колесом виправляють розгорткою на більший розмір з відповідною зміною діаметру болтів. Шківи гальм підйому, повороту, натиску і стріловидної лебідки, а також шків муфти граничного моменту, що мають задиры і глибокі ризики на робочих поверхнях, проточують начисто [11, 15, 16].

Зубчаті колеса, що мають окремі тріщини на спицях, заварюють електрозварюванням. Задираки на зубах шестерень і зубчатих коліс повинні бути зачищені, а накат торця і напливи на зубах видаляють на верстаті. Шестерні, що мають зламані зуби або значний знос, замінюють новими. Після заміни зубчата пара повинна закоткувати на пляму контакту зубів і бути перевірена на відповідність бічного зазору згідно технічним вимогам креслень [11, 15, 16].

Зношені шпоночні пази деталей можуть бути відновлені за рахунок їх розширення, з відповідною зміною шпонки і паза в деталі, що сполучається, або виконання нового паза шпони із зсувом його положення.

Шийки вісів і валів, що мають знос, можуть бути відновлені проточуванням з подальшим хромуванням або металізацією поверхонь. При нагоді виготовлення отвору зменшеного розміру у деталі, що сполучається, шийки можуть бути виконані меншого діаметру із збереженням посадки. Незначні задираки і вм'ятини на шийках валів і осей, не призначених для установки підшипників кочення, можуть бути зачищені або зашліфовані за рахунок місцевого заниження поверхні. За наявності тріщин на осях і валах ці деталі повинні бути замінені новими. Ризики і задири на підшипниках ковзання усувають шабруванням. Підшипники кочення, що мають на деталях дефекти (тріщини, задири і т. п.), замінюють новими [11, 15, 16].

Пружини, що працюють на стиснення і мають злам, можуть бути використані з установкою шайби в місці зламу.

Коуши і клини, призначені для кріплення канатів і тріщини, що мають, або злам, повинні бути замінені новими.

Болти, гайки, гвинти, шпильки, а також деталі з різьбовими отворами, що мають дефектне різьблення більше 25% робочої довжини, повинні бути виправлені або замінені новими [11, 15, 16].

Забите різьблення виправляється прогоном мітчиком або плашкою. Зношене різьблення на стрижнях може бути відновлена нарізкою різьблення меншого діаметру. Різьблення в отворах відновлюють за рахунок збільшення діаметру або виготовлення нового зміщеного різьбового отвору. Болти і гайки, що мають зім'яті грані або шліци, підлягають заміні новими [11, 15, 16].

Всі дефектні ущільнення, що не забезпечують герметичності, замінюють новими.

4.4. Технічне обслуговування

Технічне обслуговування і поточний ремонт машини в основному є технічним обслуговуванням і ремонтом навантажувача відповідно до вказівок, приведених в "Інструкції по обслуговуванню фронтального навантажувача" .

Технічне обслуговування і ремонт додатково встановлених складальних одиниць полягає в перевірці і підтяжці при кожному Технічному обслуговуванні(періодичність проведення Технічних обслуговувань в відповідності з ІЕ навантажувача) їх елементів кріплення, а також в перевірці герметичності і підтяжці кріпильних і з'єднувальних елементів гідросистеми, обслуговуючих механізми на- весного устаткування [11, 15, 16].

Крім того, при кожному ТО (крім Е0) необхідно поповнювати шарнірні з'єднання маніпулятора консистентним мастилом відповідно.

У разі потреби проведення на машині зварювальних робіт перед їх виконанням від'єднаєте позитивний (+), а потім негативний (-) дроти від затисків аккумуляторных батарей, а також від'єднаєте (роз'єднаєте) усе електричні роз'єми, наявні на машині [11, 15, 16].

Не рекомендується проводити зварювальні роботи на двигуні і на вузлах, встановлених (закріплених) на двигуні.

"Масовий" електричний дріт зварювального ланцюга підключайте на відстані не більше 0,5 м від місця зварювання. Не підключайте "масового" дроту до пластини електронного, що охолоджувального модуля "ECM" або до самого модуля "ECM".

Планування ремонтів устаткування. Система планово-запобіжного ремонту повинна забезпечувати постійний працездатний і безпечний стан устаткування, а також зниження витрат на його утримання та виконання ремонтів [11, 15, 16]. Планово-запобіжний ремонт включає профілактичні роботи, що циклічно повторюються в часі, з огляду, обслуговування та нагляду з усуненням виявлених несправностей, а також ремонти, які частково або повністю відновлюють працездатність машини.

Система планово-запобіжного ремонту передбачає:

- подовження терміну служби окремих деталей, вузлів і машини в цілому за рахунок своєчасного та якісного виконання оглядів і ремонтів;
- забезпечення необхідними ремонтними засобами, запасними частинами та матеріалами;

- впровадження прогресивних методів ремонту та систематичне зниження їх вартості;
- організацію контролю за правильною експлуатацією та ремонтом устаткування.

Для реалізації системи планово-запобіжного ремонту необхідно виконати комплекс організаційно-технічних заходів: інвентаризацію та паспортизацію машин із систематичним веденням паспортів (фіксація ремонтів, аварій тощо); організацію обліку роботи машин, витрат запасних частин і матеріалів; створення та підтримання запасів деталей і вузлів із системою їх зберігання та обліку; підвищення кваліфікації обслуговуючого та ремонтного персоналу; а також контроль якості виконання планових ремонтів і оглядів [11, 15, 16].

До системи планово-запобіжних ремонтів належать ремонтні огляди (РО), поточні ремонти (Т1, Т2, Т3) та капітальний ремонт (К). Вони відрізняються призначенням, характером і обсягом виконуваних робіт.

Час роботи машини між двома капітальними ремонтами або від введення в експлуатацію до першого капітального ремонту називають міжремонтним циклом (РЦ), а час роботи між будь-якими двома плановими ремонтами — міжремонтним періодом (МП). Тривалість РЦ і МП визначається в годинах роботи устаткування. Сукупність ремонтів і їх послідовність утворюють структуру ремонтного циклу.

Ремонтні огляди (РО) виконуються згідно зі спеціальними інструкціями ремонтними бригадами, як правило, у вихідні або спеціально виділені ремонтні дні. Огляд проводиться під керівництвом механіка ділянки з частковим розбиранням окремих вузлів і усуненням несправностей. Після цього здійснюється перевірка роботи устаткування та його наладка. Витрати на ремонтні огляди відносяться до експлуатаційних витрат [11, 15, 16].

У процесі ремонтного огляду перевіряють стан фрикційних муфт, ступінь зношування накладок і їх регулювання. Хід органів керування не повинен перевищувати встановлених значень (до 200 мм). Гальмівні стрічки повинні щільно прилягати до барабана; місцеві зазори допускаються не більше 6 мм. Особливу увагу приділяють стану заклепок фрикційних накладок, які не повинні

виступати над поверхнею. У разі забруднення мастилом гальмівні поверхні очищають гасом із наступними короткими включеннями для відновлення роботи.

Необхідно також перевіряти узгодженість роботи фрикційних муфт і гальм: при вимкненій муфті має бути увімкнене гальмо і навпаки. Зазор у гальмівних механізмах регулюється до 0,5–1,0 мм [11, 15, 16].

У ланцюгових передачах контролюють натяг втулково-роликових ланцюгів. Надмірне провисання може призвести до їх розриву. Натяг обох гусениць повинен бути однаковим. При значному видовженні допускається видалення однієї ланки з подальшим регулюванням. Ланцюги очищають і змащують після кожного переміщення.

Особливу увагу приділяють стану канатів, які регулярно очищають і змащують. Електродвигуни повинні вільно обертатися від руки та періодично продуватися стисненим повітрям. Допустима температура нагріву не перевищує 85 °С.

Поточний ремонт (Т1) передбачає заміну швидкозношуваних деталей, таких як канати, ланки ланцюгів, кріпильні елементи, а також відновлення окремих елементів (наплавлення, зварювання тріщин тощо). Тривалість ремонту становить 1–2 зміни, вартість — 1,5–2 % від вартості устаткування [11, 15, 16].

Поточний ремонт (Т2) включає заміну зношених деталей із частковим розбиранням вузлів. Виконуються роботи, передбачені Т1, а також заміна накладок, втулок, катків, пальців і промивання підшипників. Тривалість — до однієї доби, вартість — 5–7 %.

Поточний ремонт (Т3) передбачає розбирання основних вузлів або їх заміну. Виконуються також роботи з відновлення редукторів, фрикційних муфт, ходових елементів та систем керування.

Капітальний ремонт включає повне розбирання машини, відновлення або заміну основних вузлів і механізмів. Може виконуватися заміна ходової частини, редукторів, валів, підшипників і корпусних елементів. Роботи здійснюються в ремонтних майстернях або на спеціалізованих підприємствах. Вартість капітального ремонту може досягати 50 % вартості устаткування. Для скорочення часу ремонту застосовують вузловий метод ремонту.

4.5. Демонтаж і зберігання

Демонтаж — це комплекс робіт (операцій), що включає відключення машини від джерел енергії, її розбирання та зняття з фундаменту або робочого місця. Демонтаж виконується тими самими засобами та у зворотній послідовності до монтажу [11, 15, 16].

Зберігання машин повинно здійснюватися в умовах, що виключають вплив атмосферних опадів та агресивних парів [11, 15, 16].

Запасні частини машин зберігаються в сухих складських приміщеннях на стелажах або в тарі заводу-виробника. Деталі та складальні одиниці гідрообладнання, а також гумотехнічні вироби зберігаються на стелажах у приміщеннях з відносною вологістю повітря до 65 % при температурі від +5 °С до +30 °С.

У разі зберігання машин понад гарантійний термін споживач зобов’язаний провести переконсервацію, а за необхідності — відновлення захисних покриттів.

Зберігання колісознімача здійснюється у зібраному стані під навісом або в неопалюваному приміщенні. Попередньо з машини знімаються елементи, чутливі до впливу навколишнього середовища (гумові прокладки тощо), які зберігаються окремо.

Зберігання машин являє собою комплекс організаційних і технологічних заходів, спрямованих на захист устаткування в неробочий період від корозії, деформацій, інших руйнівних впливів, а також від розукомплектування [11, 15, 16].

Правила зберігання регламентуються ГОСТ 7751-85. На його основі завод-виробник розробляє вимоги до технічного та технологічного обслуговування конкретної моделі машини під час зберігання. Технологічне обслуговування виконується при підготовці до зберігання та при введенні в експлуатацію після зберігання, а технічне — у процесі зберігання.

Підготовка машин до зберігання. Технологічний процес підготовки включає:

- проведення чергового технічного обслуговування (очищення, миття, заміна мастил і змащування підшипникових вузлів);
- демонтаж складальних одиниць і деталей, що зберігаються окремо;
- закриття технологічних отворів після демонтажу;
- герметизацію корпусів, баків і блоків для запобігання проникненню вологи та пилу;
- відновлення лакофарбового покриття;
- правильне розміщення машини на місці зберігання;
- нанесення захисних консерваційних покриттів на поверхні деталей [11, 15, 16].

Демонтажу підлягають елементи, найбільш схильні до корозії та старіння: гумові та текстильні елементи, шланги гідросистем, сталеві троси, інструмент та приладдя. Зняті деталі очищають, обдувають стисненим повітрям і покривають захисним мастилом.

Шланги гідросистем очищають від робочої рідини, просушують, припудрюють тальком і закривають заглушками. Троси очищають, змащують і згортають у бухти або намотують на барабани. На всі зняті елементи прикріплюють бирки із зазначенням інвентарного номера машини та передають на склад.

Металеві деталі з незначними пошкодженнями покриття очищають від іржі, знежирюють та підфарбовують [11, 15, 16].

Для запобігання деформаціям довгомірних деталей при зберіганні на ґрунтових майданчиках застосовують бетонні або металеві опори з підп’ятниками.

Зовнішні поверхні машин перед консервацією очищають, знежирюють (наприклад, ацетоном) і висушують. Для захисту застосовують мікровоскові композиції (ЗВВ-13, ППВ-74, ІВВС), мастила ПВК, К-17, НГ-203 тощо. Нанесення здійснюють розпиленням, щіткою або зануренням у підігріте мастило (80–90 °С). Допускається використання солідолу, літолу-24, а також рідких консерваційних мастил типу ЖКБ, ЖКБ-1.

Технічне обслуговування машин під час зберігання включає періодичний контроль стану, а також відновлення захисних покриттів за потреби.

При знятті зі зберігання виконують:

- демонтаж із підставок;
- очищення та розконсервацію;
- зняття герметизуючих елементів;
- монтаж демонтованих вузлів;
- перевірку працездатності та регулювання;
- повторне консерваційне оброблення допоміжних засобів зберігання [11, 15, 16].

Постановка машини на зберігання та її введення в експлуатацію оформлюються приймально-здавальним актом, у якому фіксується технічний стан і комплектність обладнання.

ВИСНОВКИ

Метою бакалаврської роботи є аналіз конструктивного рішення універсального фрезерного породоруйнуючого робочого органу вибіркової дії, який може встановлюватися на рукояті екскаватора замість стандартного ковша.

Пропонований фрезерний породоруйнуючий робочий орган вибіркової дії встановлюється замсть ковша на стрілі гідравлічного екскаватора і живиться з його гідравлічної мережі

Робочий орган складається з кронштейна, приєднаного до рукояті екскаватора, і фрезерного барабана, вал якого прикріплений до кронштейна. Кронштейн є зварною конструкцією з однієї П-образної і двох Г-подібних симетрично розташованих гнутих пластинів, а також двох косинок. Г-подібні пластини призначені для кріплення опори барабана, П-образна - для з'єднання робочого органу з рукояттю екскаватора, косинки - для збільшення міцності і жорсткості кронштейна.

У якості породоруйнуючих елементів виступають знимні твердосплавні циліндричні зубці, що розташовані по цілиндричній поверхні копрпусу 3 по гвинтовій спіралі. Корпус з тведосплавними породоруйнуючими елементами обертається за допомогою гідравлічного двигуна, що сполучений з корпусом через двоступінчастий планетарний редуктор. Пнанетарний редуктор відрізняється відносно малими габаритами і високим передавальним відношенням.

Гідродвигун розташовано у нерухомому корпусі, що приєднано до кронштейну, який у свою чергу кріпиться до стріли, а корпус з тведосплавними породоруйнуючими елементами обертається навколо нього. У якості гідродвигуна використовується аксиально-поршневий гідродвигун.