

Вступ

Сучасне гірничо-збагачувальне підприємство — це високопродуктивне підприємство, яке здійснює кілька технологічних процесів одночасно. Підвищення ефективності його роботи та зниження собівартості кінцевого продукту (концентрату або котунів) можливе завдяки вдосконаленню технологічного обладнання, яке здатне виконувати кілька функцій одночасно та покращенню надійності за рахунок своєчасного технічного обслуговування та ремонту [2,3].

Ремонт гірничих машин — це не просто технічна потреба, а стратегічна складова стабільної, безпечної та економічно ефективної роботи всього гірничого підприємства.

В Україні частка котунів у загальному обсязі окускованої сировини складає в середньому 30%. Залізорудні котуни привертають високий інтерес у країнах з розвиненою металургією, оскільки вони є одним з основних типів сировини для доменного виробництва [6].

Обладнання для виготовлення котунів є порівняно новим і швидко розвивається методом подрібнення рудних матеріалів. Процес огрудкування передбачає отримання котунів з вологих концентратів у спеціальних агрегатах, з подальшим сушінням і зміцнювальним випаленням у печах [6].

Котуни – це рудний матеріал, виготовлений з дрібної руди або тонко подрібнених концентратів у вигляді сферичних гранул діаметром від 2-3 мм до 30 мм (найпоширеніший розмір – 10-15 мм). Вони здебільшого використовуються у доменному виробництві [6,7].

Покращення надійності та довговічності техніки є важливим завданням для всіх галузей економіки, зокрема й для гірничодобувної, де умови експлуатації характеризуються високими навантаженнями та складністю через велику кількість абразивних матеріалів, що незважаючи на використані захисні заходи, потрапляють у механізми та вузли тертя і спричиняють інтенсивне зношування [6,8,10].

В подальшому зношування спричиняє порушення герметичності з'єднань та втрату точності розташування деталей і їх переміщень. Як наслідок, можуть виникати заклинювання, удари, вібрації, що веде до поломок. Однак, навіть коли машина або інша техніка виходить з ладу, це не завжди означає, що всі деталі і з'єднання втратили свої функціональні якості, оскільки деталі виготовляються з матеріалів, які мають різні фізико-механічні властивості і зношуються з різною інтенсивністю[10,11,12].

Гірничі машини та обладнання, до складу яких також відноситься плаский грохот типу ГП-4, працюють у важких умовах — високе навантаження, волога, пил, абразивний знос. Без своєчасного ремонту техніка виходить з ладу, що призводить до простоїв та втрат виробництва [2,5].

Несправна техніка — пряма загроза життю та здоров'ю працівників. Вчасний ремонт і техобслуговування зменшують ризик аварій, поломок і нештатних ситуацій у шахтах та кар'єрах.

Поточний ремонт і профілактика набагато дешевші, ніж заміна обладнання. Регулярне обслуговування продовжує термін служби машин і знижує загальні витрати підприємства.

Несправне обладнання часто працює з підвищеним рівнем викидів, шуму або втрат мастила, споживання енергії. Ремонт допомагає знизити шкідливий вплив на довкілля та відповідати екологічним нормам.

Безвідмовна робота техніки є ключовою умовою для дотримання графіків видобутку, переробки та постачання сировини.

1 Обґрунтування вибору типу машини

1.1 Коротка характеристика технологічного процесу

Фабрика з виробництва залізорудних котунів складається з таких основних відділів: підготовки шихти, грудкування та обпалювання. Транспортне сполучення між обладнанням цих відділів здійснюється за допомогою стрічкових конвеєрів. Основним компонентом для виготовлення котунів є вологий концентрат, тонко подрібнений. Перевезення такого матеріалу залізничним транспортом викликає значні труднощі, особливо під час зимового періоду, через проблеми з розвантаженням [2,3,4,8].

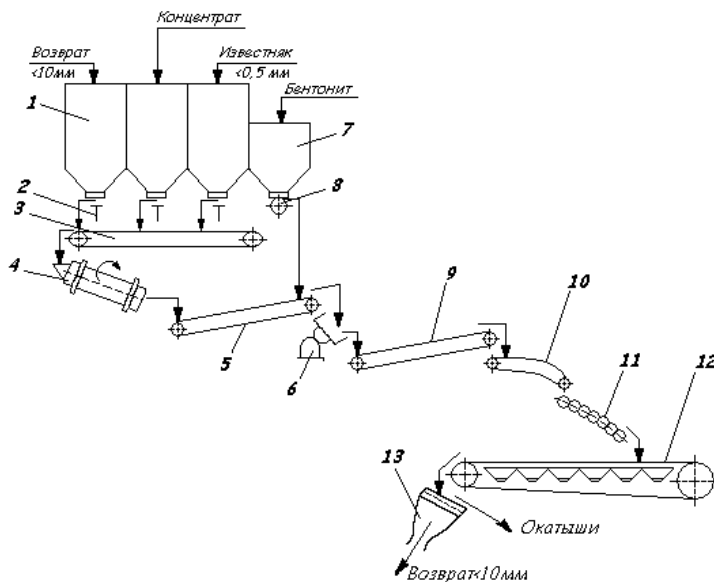


Рис.1.1. Принципова схема виробництва котунів: 1 – бункери, 2 – грохоти, 3 – конвеєр, 4 – барабан змішувача, 5 – конвеєр, 6 – чашевий окомкователь, 7 – бункер, 8 – грохот, 9 – конвеєр, 10 – укладальник, 11 – грохот, 12 – машина змінюючого-відновлюючого випалення, 13 – грохот

Холодні котуни відзначаються високою міцністю, що дозволяє ефективно транспортувати їх на великі відстані до доменних цехів. Основна схема технологічного процесу представлена на рис. 1.1. Концентрат, вапняк і повернення надходять у бункери 1, звідки через грохоти 2 вони подаються на конвеєр 3, який транспортує шихтові матеріали до барабана змішувача 4.

Після змішування шихта через конвеєр 5 направляється до гранулятора 6. Перед окомкователем до шихти додається бентоніт з бункера 7, який подається через грохот 8. В окомкователі утворюються котуни, що сприяється подачею води через розпилювальну форсунку в гранулятор. З окомкователя виходять сирі котуни, які транспортуються конвеєром 9 до укладальника 10. За допомогою укладальника котуни направляються до грохота 11, що завантажує їх на машину 12 для зміцнювального або змічучо-відновлюючого випалення. Після охолодження готові котуни перед зберіганням проходять розсівання на грохоті 13 [2,4,6].

Гранулятори. Для грудкування шихти застосовують барабанні або чашеві гранулятори. Барабанний гранулятор принципово схожий з окомкователем агломераційної шихти. Однак, на відміну від барабанного, робочий орган чашевого гранулятора нахилений до горизонту під кутом $45-55^\circ$, має плоске дно і обертається навколо своєї осі. На рис. 1.2 показані схеми процесів утворення котунів у барабанному (а) та чашевому (б) грануляторах.

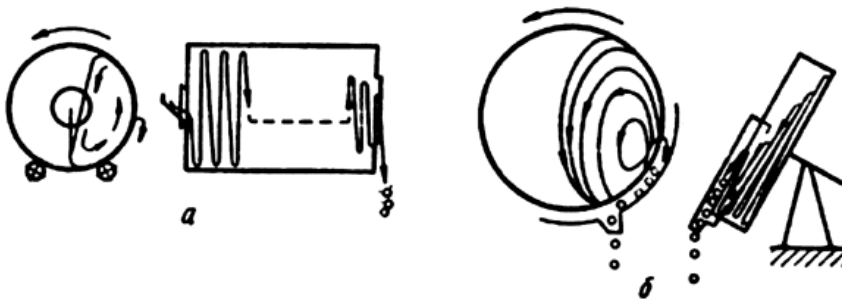


Рис. 1.2. Схеми процесів утворення котунів у барабанному (а) та чашевому (б) грануляторах.

У барабан (або чашу), що обертається, безперервно подається шихта, яка в присутності розпиленої води проходить процес окомковування, перетворюючись на круглі форми – котуни. Під час руху в барабані (або чаші) котуни збільшуються в діаметрі, виходять через розвантажувальний отвір барабана (пересипаючись через борт чаші) в розвантажувальний лоток і з нього потрапляють на стрічковий конвеєр.

На рис. 1.3 зображені механізми обертання та нахилу чаші чашевого гранулятора, який складається з чаші, приводу, опори, рами та механізмів обертання, нахилу й очищення.

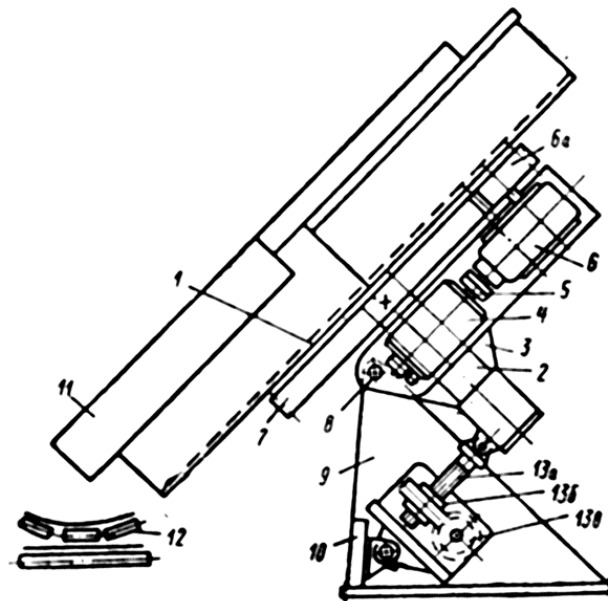


Рис. 1.3. Механізми обертання і нахилу чаші чашевого гранулятора: 1 – чаша; 2 – вісь, що обертається; 3 – опора; 4 – електродвигун постійного струму; 5 – муфта; 6 – конічно-циліндровий редуктор; 6а – шестерня; 7 – зубчатий вінець; 8 – валки; 9 – дві стійки; 10 – поперечна балка; 11 – лоток; 12 – конвеєр; 13 а – тяга-гвинт; 13 б – тяга гвинтова пара; 13 в – черв'ячна передача.

Чаша 1 зварної конструкції виготовлена для зручності транспортування з двох половин, з'єднаних між собою болтами. Опора 3 являє собою жорстку зварну раму, в якій на підшипниках кочення змонтована обертова вісь 2, до верхнього конічного хвостовика якої нерухомо кріпиться чаша 1. Осьові зусилля сприймаються упорними підшипниками, розташованими в нижній частині рами.

Привід обертання чаші, що встановлена на опорі 3, складається з електродвигуна 4 постійного струму, муфти 5, конічно-циліндрового редуктора 6 та тахогенератора, які з'єднані з валом електродвигуна через кінематичну зубчасту передачу. На вихідному валу редуктора розташована шестерня 6а, що перебуває в зачепленні з зубчатим вінцем 7, який

закріплений на чаші і забезпечує її обертання при включенні електродвигуна. Опора 3 з валками 8 шарнірно закріплена на рамі, що складається з двох стояків 9, які жорстко з'єднані поперечною балкою 10.

Механізм нахилу чаші включає тягу-гвинт 13 а, що з'єднує балку 10 з частиною опори 3, до яких шарнірно прикріплена тяга гвинтової пари 13 б, а також черв'ячну передачу 13 в. При обертанні черв'яка вручну гвинт, зв'язаний гайкою з черв'ячним колесом, здійснює поступальний рух, змінюючи кут нахилу чаші.

Внутрішню поверхню борту і днища чаші очищають від налиплого матеріалу механізмом очищення, що складається з бічного та шести регульованих радіальних ножів. Зволоження шихти, що надходить в чашу, здійснюється форсунками з індивідуальними трубопроводами, виконаними у вигляді гнучких шлангів з вентилями для регулювання витрати води.

З чаші готові котуни вивантажуються на конвеєр 12 за допомогою лотка 11, який прикріплений до каркаса. Потужність двигуна обертання чаші становить 95 кВт, швидкість обертання чаші – 6-9 об/хв, а продуктивність гранулятора – 30-40 т/год.

Обпалення котунів здійснюється на конвеєрних обпалювальних машинах, в агрегатах решітки – трубчастих печах або в шахтних печах, які набули промислового застосування лише в останні роки. Конвеєрна обпалювальна машина за своєю конструкцією подібна до агломераційної, але має нижчий вакуум під решітками через високу газопроникність шару котунів, а також розділену по довжині на технологічні зони стрічку. Це дозволяє замість екстаустерів використовувати високотемпературні вентилятори. Враховуючи вищий нагрів колосникових решіток візків, машина розділена на дві частини по висоті: підколосникові балки та колосники [4,6,8].

На рис. 1.4 зображена технологічна схема конвеєрної обпалювальної машини, яка оснащена верхніми укриттями-камерами для кожної з технологічних зон: зон сушки і нагріву, першої та другої зон випалення і зони охолодження. Випалення котунів здійснюється за допомогою

продуктів горіння газу, що спалюється через газові пальники, встановлені в укриттях-камерах випалювальних зон. Газу, що відходять з другої зони випалення, потрапляють в зону сушки, а з зони охолодження – в зону нагріву.

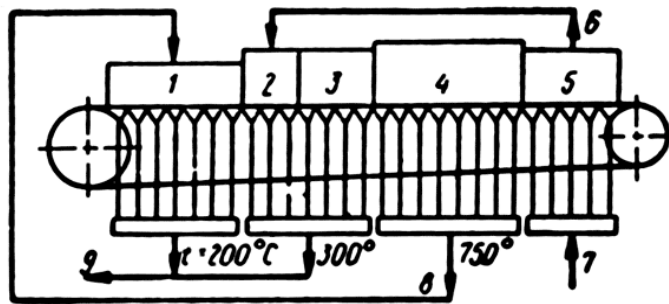


Рис. 1.4. Технологічна схема процесу випалення котунів на конвеєрній обпалювальній машині: 1 – зона сушки; 2 – зона нагріву; 3 – перша зона випалення; 4 – друга зона випалення; 5 – зона охолодження; 6 – газу, що відходять, в зону нагріву; 7 – підсос холодного повітря з атмосфери; 8 – газу, що відходять, в зону сушки; 9 – газу, що відходять, в димар.

Для безперервної подачі сирих котунів на обпалювальну машину використовуються роликові грохоти. Грохот є конвеєром з гладкими роликами, що обертаються в одному напрямку. Широко застосовуються також грохоти-укладальники, що коливаються, які дозволяють рівномірно розподіляти сирі котуни по ширині роликів грохотів або колосникових решіток обпалювальних машин. Грохот-укладальник є похилим конвеєром, що коливається в горизонтальній площині і оснащений нескінченною гумотканинною стрічкою.

Технічні характеристики конвеєрних обпалювальних машин конструкції УЗТМ наведені в таблиці 1 [5,7].

Таблиця 1

Параметр	Модель	
	OK6-108	OK1-306
Активна робоча площа, м ²	108	306
Ширина робочої поверхні, м	2	3
Швидкість руху обпалювальних візків, м/хв	0,5 – 3,0	0,63 – 3,78
Найбільша товщина шаруючи кутунів на колосникових решітках, мм	250	300
Електродвигун приводу візків: потужність, кВт	20	32x2
швидкість обертання, об/хв	580	730
Електродвигун приводу розвантажувальної частини: потужність, кВт	7	20
швидкість обертання, об/хв	670	570
Продуктивність, т/год	90 - 110	260

1.2 Умови експлуатації машини

Процес розділення (розсівання) роздробленої кам'яної суміші або суміші природних зерен на необхідні сорти (фракції, класи) по величині називається грохоченням або сортуванням. Сортування матеріалів може бути попереднім, проміжним або остаточним, залежно від призначення [6,7,9].

Існують різні способи сортування: механічний, гідравлічний, повітряний і магнітний. Останні три способи використовуються для отримання дрібних фракцій (менше 1 мм). У будівництві найбільше поширення мають механічний і гідравлічний способи сортування [6,7,9].

Попереднє сортування застосовується, коли в гірській масі, що надходить на дроблення, міститься багато дрібних частинок або великих шматків породи, які необхідно видалити до дроблення. Проміжне сортування проводиться для відділення крупніших частинок, що направляються на вторинне дроблення, а остаточне сортування — для отримання готового продукту, сортування по заданих фракціях.

Грохочення нерудних матеріалів можна здійснювати сухим або мокрим способом. Сухий спосіб застосовують для розділення суміші на крупні і середні фракції, хоча він менш ефективний при розділенні дрібнозернистих

сумішей (менше 1—2 мм). Мокрий спосіб ефективний для розділення вологого або забрудненого піску, оскільки він підвищує продуктивність грохочення в 1,5—2 рази [4,6,7,9].

При механічному сортуванні суміш матеріалів переміщається по просіваючій поверхні грохота, що складається з кількох секцій з різними розмірами отворів (осередків). Матеріал, що не проходить через осередки секції, відноситься до верхнього класу, а матеріал, що проходить, — до нижнього класу. Нижній клас позначають знаком мінус, верхній — знаком плюс.

Для забезпечення постійного гранулометричного складу заповнювачів (щебінь, гравій, пісок), які використовуються для приготування бетонної суміші, їх розділяють на фракції з подальшим дозуванням і змішуванням на бетонному заводі.

Показник, що характеризує ступінь точності відділення матеріалу нижнього класу від верхнього, є ефективність грохочення — це відношення ваги матеріалу, що пройшов через осередки грохота і належить до нижнього класу, до ваги того ж класу, що міститься в початковому продукті.

1.3 Аналіз устаткування та обґрунтування вибору обладнання придатного для вихідних умов

Конструкція грохоту є вільною динамічною системою, оскільки вона ізольована від навколишніх мас амортизуючими пружинами. Зусилля, що виникають у вібраторі, передаються лише на маси системи, тому ці сили є внутрішніми. Центр інерції системи залишається незмінним, а динамічні навантаження на опорні конструкції не передаються [2,4].

Переміщення матеріалу по лотку грохота відбувається завдяки різниці в силі тертя між матеріалом і лотком грохота під час прямого і зворотного ходу. Під час прямого ходу лотка сила тертя більша, ніж при зворотному, тому матеріал продовжує рухатися вперед за інерцією і розвантажується в кінці лотка.

Регулювання продуктивності електровібраційних грохотів здійснюється через зміну кута нахилу лотка до горизонту і коригування амплітуди коливань лотка. Останнє досягається зміною величини постійного струму збудження.

Продуктивність грохота значною мірою залежить від фізико-механічних властивостей матеріалу, що транспортується. Тому для кожного виду матеріалу необхідно проводити регулювання роботи грохота для досягнення необхідної продуктивності. У випадках, коли матеріал змінюється часто (наприклад, різні сорти руди), підрегулювання роботи грохота стає складнішим. Для полегшення регулювання продуктивності віброгрохотів використовують плитові шибери, що встановлюються в коробці грохота.

Масивний шибер підвішується шарнірно на осі до завантажувальної тічки грохота. Кут нахилу шибера встановлюється вручну за допомогою лебідки, і це визначає продуктивність грохота [2,3,4].

Таким вимогам відповідають плоскі качаючі грохоти типу ГП-4.

2.Опис грохота

2.1. Призначення й технічна характеристика

Грохот — це пристрій для рівномірної і регульованої подачі насипних та штучних вантажів з бункерів, завантажувальних лотків, магазинів та інших завантажувальних пристроїв до транспортуючих і переробляючих машин (верстатів, млинів, інших грохотів і т. д.) [2,3,7,9]. Грохоти поділяються на дві групи.

Грохоти першої групи за принципом пристрою аналогічні деяким типам конвеєрів, але відрізняються від них коротшою довжиною та підвищеною потужністю двигуна приводу. До цієї групи відносяться стрічкові, пластинчасті, гвинтові, коливальні та вібраційні грохоти.

До другої групи відносяться грохоти, які не мають прототипів серед конвеєрів. Найбільш простим є барабанний грохот, який використовується для подачі добре сипких, зернистих і дрібно-кускових вантажів. Барабани таких грохотів можуть мати гладку внутрішню поверхню для зернистих вантажів або ребристу для крупнокускових матеріалів.

Продуктивність всіх ланцюгових грохотів регулюється шляхом зміни швидкості їх робочого органу і геометричним розміром випускної щілини бункера.

Технічна характеристика плоского качаючого грохоту типу ГП-4[5,7].

Продуктивність, м ³ /год	100
Розмір сита, мм	1500×4300
Розмір отворів, мм	5×5
Номінальна потужність електродвигуна, кВт	20,5
Тип двигуна	МА 144-2/6
Габаритні розміри, мм	
ширина	3000
довжина	7000
висота	2500
Маса, кг	7576

2.2. Опис конструкції грохота і принципу його дії

Плоский коливальний грохот є кінематичне визначеним механізмом, який складається з нерухомої рами і підвішеного на ній або розташованого на стойках короба з просівною поверхнею. Цей короб здійснює примусові коливання завдяки жорсткому кінематичному зв'язку між ним і рухомим механізмом (ексцентриком). Рух гуркоту, що коливається, аналогічний руху при просіванні ручним ситом [2,5,7].

Величина ходу та траєкторії руху точок короба визначаються конструктивними параметрами і є постійними. Вони не залежать від швидкості обертання ексцентрика або навантаження на машину.

Конструкція плоского коливального грохоту зображена на рис. 2.1, конструкція коливального механізму — на рис. 2.2, а конструкція короба з ситом — на рис. 2.3.

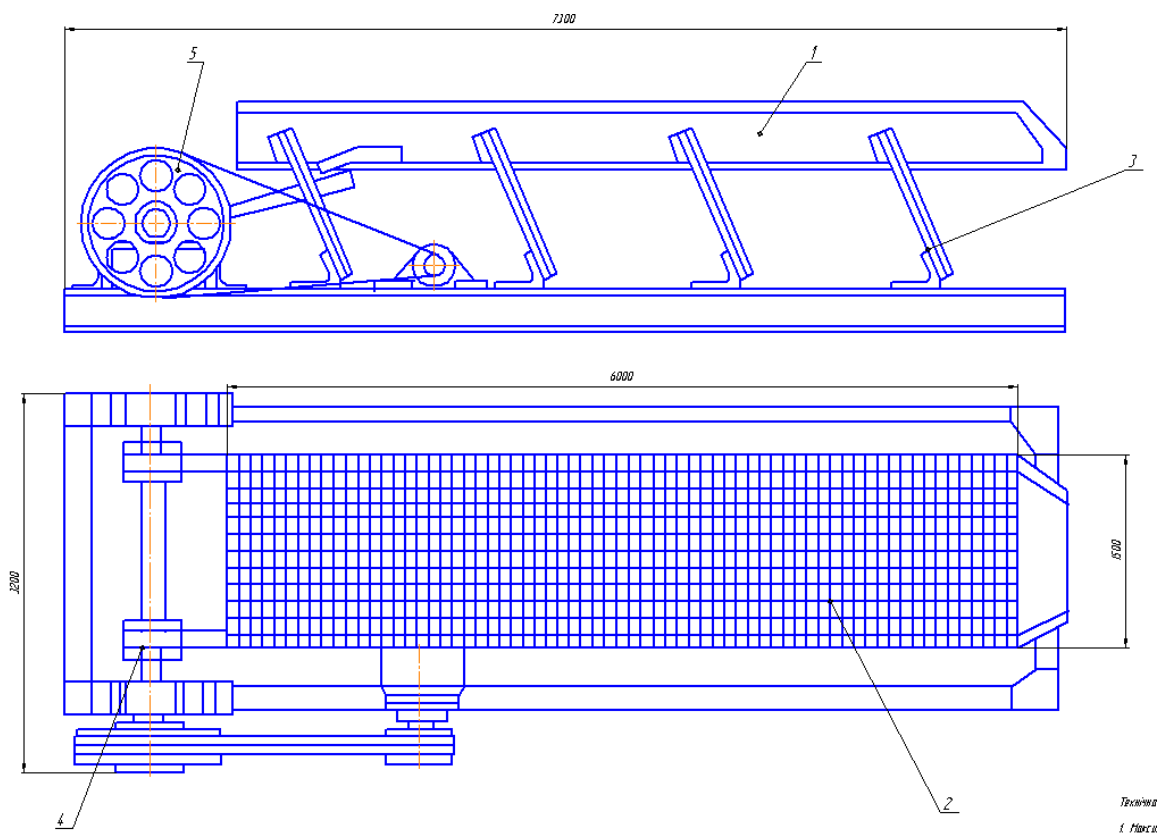


Рис. 2.1 Конструкція грохота: 1 – короб, 2 – сито, 3 – пружні елементи, 4 – механізм коливання, 5- шків, 6 – електродвигун, 7 – ремінь.

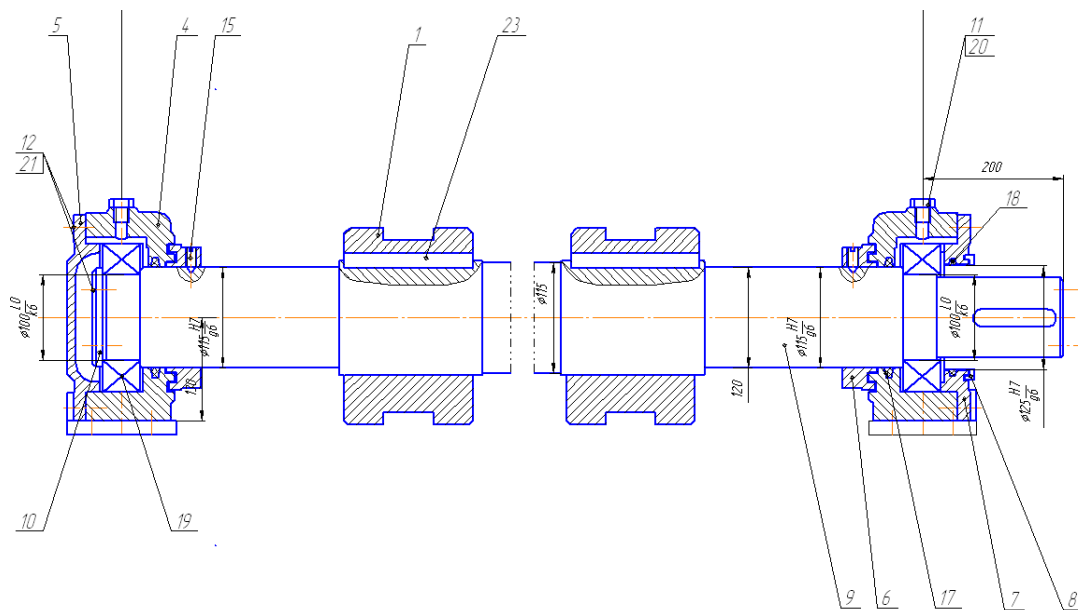


Рис. 2.2 Механізм коливання (див.Додаток)

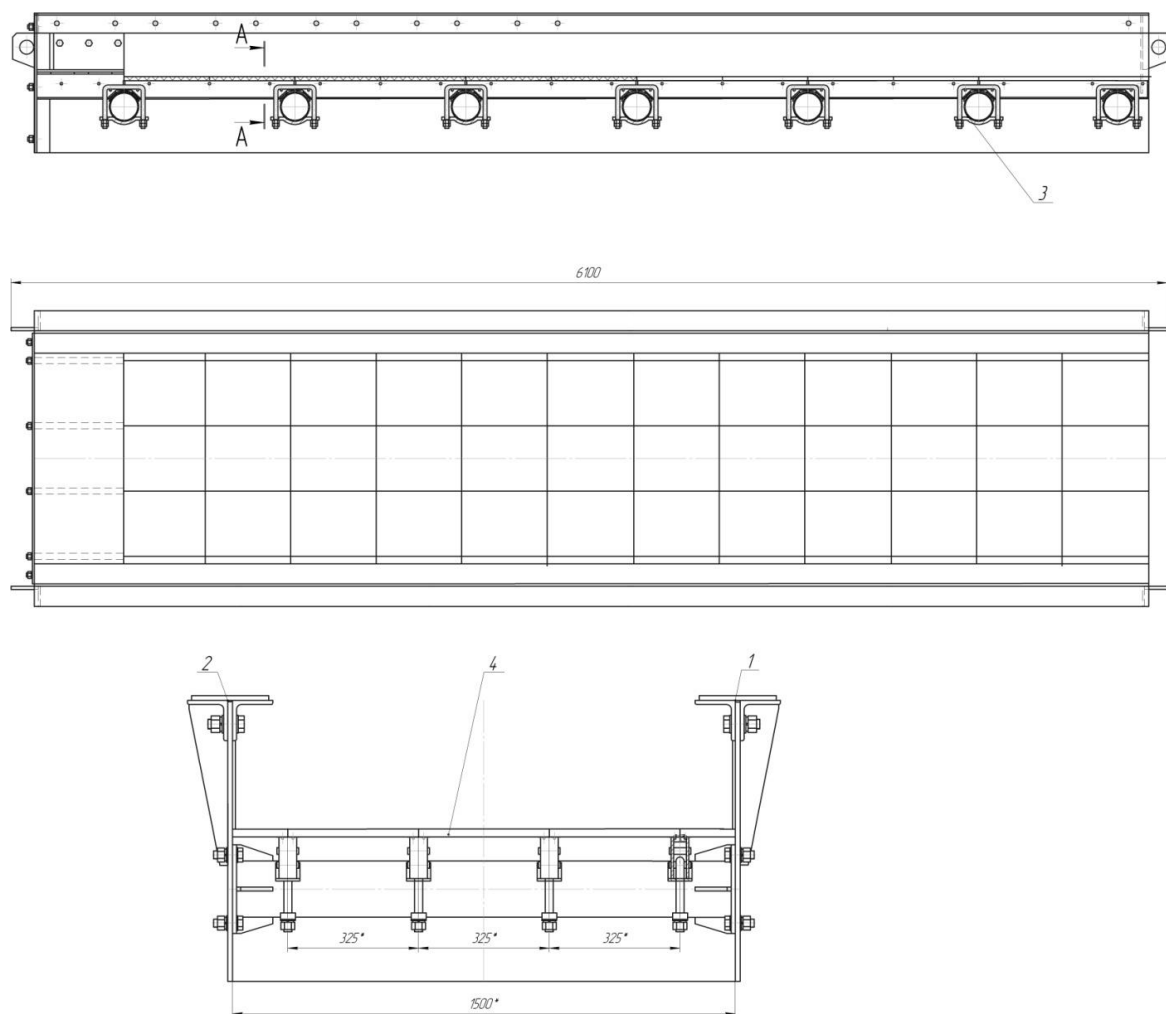


Рис.2.3 Конструкція короба: 1- боковина, 2 – боковина, 3 – кріплення сітки, 4 – сітка.

Принцип роботи плоских коливальних грохотів полягає в тому, що вони мають один або два короби подовженої прямокутної форми, в яких закріплені сита. Короби встановлюються на опорах або підвішуються до рами грохота або підтримуючої конструкції і здійснюють зворотно-поступальні рухи (коливання) [2,5,7].

У результаті коливального руху або поєднання коливань з нахилом грохота матеріал, що завантажений в головну частину короба, рухається по сити в бік розвантажувального кінця. Під час цього процесу матеріал розшаровується, і дрібний клас просіюється через отвори сита. В залежності від характеру коливань плоскі грохоти поділяються на грохоти з прямолінійними, круговими або складними коливаннями.

Для прикладу, розглянемо умови руху частки матеріалу по сити грохота з похилим корбом і ексцентриковим приводним механізмом (рис. 2.4). У такому випадку середня лінія шатуна є горизонтальною, що визначає характер руху матеріалу по сити [2,4,5].

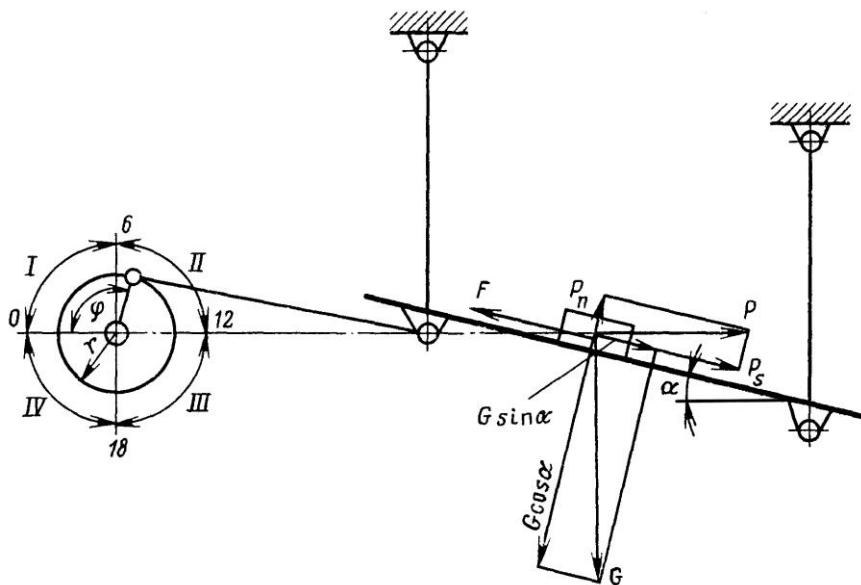


Рис. 2.4. Схема руху частки матеріалу по сити грохота з похилим корбом

Оскільки величина r (радіус ексцентрика) є малою порівняно з довжиною шатуна l , можна вважати, що відношення r/l є дуже малим і його можна наближено прирівняти до нуля. Це дозволяє спростити розрахунки,

вважаючи, що проекції швидкості та прискорення, передавані шатуном, будуть майже однаковими для короба грохота.

Шатун, що передає горизонтальний рух по дотичній до кола кінців підвісок короба, забезпечує рівномірний рух цих кінців. Тому проекції швидкості і прискорення на вісь xx для самого короба будуть аналогічними до проекцій на вісь руху шатуна.

Що стосується руху матеріалу по сити грохота, то при розташуванні кривошипа в I та IV квадрантах (коли шатун рухається вгору), матеріал може рухатися вгору по сити через те, що прискорення направлене вправо, а сила інерції — вліво. В цей час рух матеріалу по сити грохота буде йти вгору. У II та III квадрантах, коли кривошип має протилежне положення, можливий рух матеріалу вниз по сити або його підкидання, оскільки прискорення направлене вліво, а сила інерції — вправо. Це забезпечує ефективне просіювання та переміщення матеріалу по сити грохота [2,4,5,7].

Умови руху матеріалу вгору в I та IV квадрантах такі:

$$P_s \geq f(G \cos \alpha + P_n) + G \sin \alpha, \quad (2.1)$$

де P_s – складова сили інерції, паралельна площині сита;

f – коефіцієнт тертя матеріалу по сити;

P_n – складова сили інерції, нормальна до площини сита;

$G = mg$ – вага частки матеріалу;

α – кут нахилу короба грохота;

$$P_s = P \cos \alpha = \frac{G}{g} \omega^2 r \cos \varphi \cos \alpha;$$

$$P_n = P \sin \alpha = \frac{G}{g} \omega^2 r \cos \varphi \sin \alpha,$$

де P – сила інерції, що дорівнює доданку маси частки матеріалу на прискорення.

Підставивши значення P_s і P_n у вираз (2.1), отримаємо

$$\omega^2 r \geq \frac{g(f \cos \alpha + \sin \alpha)}{\cos \varphi (\cos \alpha - f \sin \alpha)}. \quad (2.2)$$

Прискорення кривошипа справді досягає максимального значення в мертвій точці О, тобто коли кут $\varphi = 0$, тоді косинус кута φ в цій точці дорівнює одиниці $\cos \varphi = 1$.

Якщо в рівнянні (2.2) замінити коефіцієнт тертя f тангенсом кута тертя ψ , а також використати вираз (2.1), ми можемо знайти мінімальну частоту обертання приводного валу n_1 , при якій в мертвій точці О почнеться рух матеріалу вгору по робочій поверхні.

Таким чином, рівняння для мінімальної частоти обертання приводного валу n_1 можна отримати, виходячи з виразів для складової сили інерції, а також враховуючи конкретні значення параметрів конструкції грохота.

$$n_1 = \sqrt{\frac{tg(\psi + \alpha)}{r}}. \quad (2.3)$$

Щоб знайти частоту обертання валу n_2 , при якій починається рух матеріалу вниз по сити грохота в мертвій точці 12, ми можемо скористатися аналогічним підходом, який використовували для знаходження частоти n_1 . Частота обертання n_2 , при якій починається рух матеріалу вниз по сити в мертвій точці О, може бути обчислена за допомогою виразу для прискорення та сили тертя, де в даному випадку $tg\psi$ — коефіцієнт тертя між матеріалом і ситом.

$$n_2 = 30 \sqrt{\frac{tg(\psi - \alpha)}{r}}, \text{ об/хв.} \quad (2.4)$$

У II і III квадрантах можливе підкидання матеріалу, тобто відрив його від сита, за умови, якщо сила інерції перевищить суму сили тяжіння і сили тертя, що утримують матеріал на ситі. Це можна визначити за допомогою рівняння для сили інерції і сили тертя. В результаті мінімальна частота обертання валу буде залежати від величини сили тяжіння, коефіцієнта тертя та параметрів механізму.

$$P_n > G \cos \alpha. \quad (2.5)$$

Для P_n максимум буде в мертвій точці 12 при $\varphi = 180^\circ$ і $\cos \varphi = -1$.

Підставивши в рівняння (2.5) значення P_n і кутовій швидкості з виразу (2.1), отримаємо для мертвої точки 12

$$\frac{G}{g} \omega^2 r \sin \alpha > G \cos \alpha ,$$

звідси, частота обертання приводного вала, при якій можливе підкидання матеріалу в мертвій точці 12,

$$n_3 = \frac{30}{\sqrt{r \operatorname{tg} \alpha}} . \quad (2.6)$$

Таким чином, характер руху матеріалу на грохоті, що коливається, визначається частотою обертання вала ексцентрика та ексцентриситетом. Плоскі коливальні грохоти працюють зазвичай в режимі з підкиданням матеріалу.

При обертах, що викликають підкидання матеріалу, має бути рух матеріалу вгору по сити при положенні кривошипа в I та IV квадрантах.

Недоліком коливальних грохотів розглянутих схем є їх невідновженість. При коливаннях коробка грохота, що має велику масу, виникають сили інерції, які передаються через елементи приводу на опорні конструкції.

Отже, характер переміщення матеріалу на коливному грохоті визначається швидкістю обертання валу ексцентрика та ексцентриситетом. Плоскі коливальні грохоти зазвичай працюють у режимі, що передбачає підкидання матеріалу.

При обертах, що спричиняють підкидання матеріалу, рух має бути направлений вгору по сити, коли кривошип знаходиться в I та IV квадрантах.

Одним з недоліків коливальних грохотів таких конструкцій є їх невідновженість. Під час коливань коробка грохота, що має значну масу, виникають інерційні сили, які передаються через елементи приводу на опорні конструкції пристрою [2,3,4,5].

Масова продуктивність коливальних грохотів залежить від їх здатності транспортувати вихідний матеріал:

$$Q = 3600 B h V k \delta, \text{ т/Г}$$

де B – ширина грохота, м;

h – висота шару матеріалу на ситі грохота, м;

V – швидкість подачі матеріалу по ситі, м/с;

k – коефіцієнт розпушування;

δ – щільність матеріалу, т/м³.

Розрахунок стосується лише ширини короба грохота. Довжина короба, яка має суттєвий вплив на ефективність грохочення, визначається на основі практичних даних. У процесі розрахунку враховуються умови грохочення та розмір отворів сита через висоту шару матеріалу, яка залежить від розміру отворів і крупності вихідного матеріалу.

Швидкість руху матеріалу по ситі на швидкохідних коливальних грохотах коливається в межах 0,1–0,2 м/с, і залежить від частоти обертання приводного вала та ексцентриситету приводного механізму. Товщина шару матеріалу на ситі при зневодненні дрібного вугілля та шламів становить 0,04–0,06 м.

3 Організація ремонту машини

3.1 Розробка технологічної схеми ремонту.

Підготовка до капітального ремонту гірничого устаткування є важливим етапом, який забезпечує належну організацію і ефективність виконання ремонтних робіт та складається з кількох ключових етапів цього процесу [11,12]:

- **Складання попередньої відомості дефектів:** цей етап базується на результатах останнього огляду машини та раніше зібраних даних. Це дозволяє скласти список дефектів та встановити пріоритети для ремонту, виявити найбільш зношені частини і вузли машини.
- **Підготовка технічної документації:** підготовка всієї необхідної документації для ремонту є важливою частиною. Це включає:
 - Робочі креслення машини.
 - Технічні умови на ремонт.
 - Альбом карт бракувань (для деталізації пошкоджених частин).
 - Документація на запасні частини, інструменти та матеріали.
- **Розробка проекту виробництва ремонтних робіт:** це включає планування всього ремонту, вибір методів механізації та засобів для виконання робіт. Визначаються:
 - Способи ведення ремонтних робіт.
 - Засоби механізації ремонтного процесу.
 - Необхідність інструментів і пристосувань.
 - Кількість робочої сили та її розподіл.
- **Проектування технологічного процесу ремонту:** розробка технології ремонту включає:
 - Визначення технологічної послідовності операцій.
 - Складання схем збирання та розбирання машини, з деталізацією вживаних механізмів.
 - Специфікацію деталей для складання технологічних карт.
 - Нормування робіт.

- Розробку технічних завдань на створення спеціального обладнання та іншого оснащення.
 - Оцінку методів контролю якості.
- Отримання технічної документації: якщо робочі креслення та інші документи надані заводом-виробником, їх використовують без змін. Якщо ж такі документи відсутні або недостатні, то для деталей, що підлягають виготовленню чи відновленню, розробляються ескізи з натури.
- Модернізація машини: якщо передбачається модернізація обладнання, готуються окремі креслення для модернізованих частин машини. Це також включає організацію виготовлення нових деталей, враховуючи всі технічні вимоги для модернізації.
- Організація закупівель: на підготовчому етапі також включається складання заявок на необхідні запасні частини, інструменти та матеріали, а також організація їх закупівлі та доставки на ремонтне підприємство.

У підсумку важливо зазначити, що успішне виконання капітального ремонту гірничого устаткування залежить від ретельної підготовки, організації роботи, доступності потрібної документації та обладнання. Кожен етап підготовки має важливе значення для забезпечення швидкості і якості виконання робіт, а також для підтримки безпеки та ефективності в процесі ремонту.

Опис технологічного процесу грохота, приведений в таблиці 3.1[1].

Таблиця 3.1.

Технологічний процес ремонту грохоту

п/п	Операція	Устаткування та інструмент
1	Очищення грохоту від бруду і мастила	Мобільна мийна установка
2	Розбирання грохоту	Ключі, молотки.
3	Очищення грохоту від старої фарби	Ванна із спец розчином
4	Миття і сушка деталей	Ванна для миття або мийна машина
5	Контроль і сортування	Інструмент для перевірки геометричних розмірів, прилади для ультразвукового, рентгенівського і іншого контролю
6	Ремонт деталей грохоту	Устаткування для зварювання,

		наплавлення, металізації, гальванічні ванни та ін.
7	Складання і регуляція грохоту	Ключі, преси, молотки, скоби, індикатори і тому подібне
8	Змазування грохоту	
9	Випробування грохоту	Електроприлади, прилади для визначення температури, тиску і ін.
10	Фарбування грохоту	Краскопульт, сушильна піч
11	Сушка грохоту	Сушильна камера

3.2 Розбирання грохоту.

У процесі капітального ремонту гірничих машин важливу роль відіграє етап розбирання, який становить 10-15% загального обсягу робіт і забезпечує ремонтне підприємство близько 70% деталей для повторного використання.

Розбирання — це процес поділу виробу на окремі частини, що включає, за необхідності, демонтажні роботи [11,12].

Перед початком розбирання проводиться зовнішнє миття та попередній огляд машини, під час якого орієнтовно визначається її технічний стан, що фіксується у акті приймання.

Розбирання здійснюється в спеціальних цехах або на відведених ділянках ремонтних приміщень, які обладнані вантажопідйомними засобами, стелажми та необхідним інструментом і пристосуваннями. У процесі розбирання машина розкладається на агрегати, вузли, а потім — на деталі.

Агрегат — це сукупність кількох вузлів і деталей, які виконують конкретну функцію в машині (наприклад, привід робочого органу складається з двигуна і редуктора). Вузлом називають частину машини, що складається з кількох з'єднаних деталей (наприклад, редуктор приводу).

Розбирання машини проводять відповідно до технологічних карт і графіків, де зазначено порядок операцій, методи роботи, необхідне устаткування, пристосування та інструменти, норми часу і технічні умови для розбирання. Розбирання може виконуватись за послідовним або комбінованим методом. У разі послідовного методу кожен вузол розбирається по черзі, тоді як комбінований метод передбачає одночасне розбирання кількох вузлів, що

дозволяє зменшити час ремонту. Розбирання зазвичай починається з агрегатів або вузлів, які можуть заважати зняттю інших елементів, або з тих, що з технічних чи безпекових причин потрібно зняти першими.

Незважаючи на широке використання методу знеособлення, не всі деталі підлягають цьому процесу. Наприклад, не слід розукомплектовувати деталі, що взаємно збалансовані (як маховик і колінчастий вал) або мають фіксоване положення (наприклад, кришки підшипників або корпуси). Базовий елемент машини, як-от рама, а також зубчаті колеса, що з'єднуються, якщо вони визнані придатними до подальшої роботи без ремонту, також не підлягають знеособленню. Такі деталі зберігаються в тому ж комплекті, в якому вони працювали до розбирання, і їх положення фіксується накернуванням або фарбою для правильного відновлення під час збирання.

У більшості гірничих машин використовуються різьбові з'єднання, розбирання яких здійснюється за допомогою ручних (наприклад, ріжкових, торцевих і спеціальних ключів) або механізованих інструментів (гайковертів, що можуть бути електричними, пневматичними або гідравлічними). Для демонтажу нерухомих з'єднань, утворених натягом, або для зняття шарикопідшипників, муфт, зубчатих коліс, пресування втулок використовуються знімачі, преси та пристосування для рівномірного розподілу зусиль при розпресовуванні.

Процес розбирання вимагає не лише роз'єднання елементів, але й їх підйому та транспортування, для чого застосовують підйомно-транспортне устаткування (мостові та козлові крани, лебідки, талі, підйомники тощо). Укладання та транспортування знятих деталей здійснюється обережно, щоб уникнути пошкоджень їх поверхонь, з особливою обережністю при роботі з підшипниками кочення, тонкостінними деталями з обробленими поверхнями та вузлами гідравлічних приводів.

Правила техніки безпеки при монтажі або демонтажі пристрою чи машини [11,12]:

- Використовувати затверджену інструкцію для виконання монтажних робіт, у якій мають бути зазначені технологічна схема монтажу, тип та технічні характеристики використовуваних вантажопідйомних пристроїв.
- Всі працівники, залучені до монтажу та демонтажу, повинні пройти спеціальний інструктаж з техніки безпеки.
- При отриманні машини з заводу необхідно перевірити комплектність постачання.
- Переконатися, що на заводі-виробнику було проведено контрольне збирання та попередню обкатку обладнання.
- Усі вантажопідйомні пристрої (траверси, крюки, коромисла, захоплення, стропи тощо) повинні бути міцними, перевіреними відповідно до державних норм та виготовленими з матеріалів, які мають сертифікати якості.

При підвішуванні вантажу на крюк вантажопідйомного механізму, змонтованого вузла, необхідно забезпечити надійну строповку та перевірити стійкість піднятого вантажу. Стropи повинні бути без скручувань і вузлів, а всі гострі ребра деталей, які охоплюються канатами, повинні бути закриті дерев'яними або металевими прокладками для забезпечення плавного переходу. Категорично забороняється скидати окремі вузли на землю під час демонтажу, незалежно від заходів для збереження устаткування та забезпечення безпеки робочих.

При монтажі дозволяється затягувати болти діаметром до 30 мм за допомогою ключів стандартної довжини. Для болтів з більшим діаметром обов'язково використовуються надставки для гайкових ключів. Якщо під час монтажу виконуються зварювальні роботи, то потрібно дотримуватися відповідних технічних умов та правил, затверджених органами державного надзору.

Майданчик, де проводяться монтажні роботи, повинен бути очищений від непотрібних предметів і підготовлений для монтажу. Підйомні операції,

пов'язані з монтажем, можуть здійснюватися тільки за допомогою справного обладнання, яке проходить щоденний контроль. Заборонено використовувати різноманітні важелі, підставки та інше нестандартне устаткування.

Для горизонтального транспортування важких і громіздких вузлів необхідно використовувати відповідні транспортні засоби з достатньою вантажопідйомністю.

Особливу увагу слід приділяти надійному закріпленню вузлів, які транспортуються на відстань.

Для безпечного технічного обслуговування важливо підтримувати чистоту машини та використовувати спеціальні пристрої, які забезпечують безпечний і зручний доступ до обслуговуваних частин машини.

У ремонтних майстернях висота приміщень, площа, освітленість, розміри проходів, санітарно-технічні пристрої, фундаменти, вантажопідйомні засоби та інші подібні елементи повинні відповідати вимогам технічної безпеки. Безпека роботи при технічному обслуговуванні значною мірою залежить від технічного стану робочого інструменту, який оцінюється спеціально призначеною особою, а також від умінь робочих правильно користуватися ним. Тому до роботи з механізованим інструментом допускаються лише ті працівники, які пройшли спеціальне навчання.

Забороняється використовувати механізований інструмент під час знаходження на приставних сходах. Слюсарний інструмент повинен бути надійно закріплений у рукоятках, а його робочі поверхні — без пошкоджень. Використовувати слід тільки стандартні гайкові ключі, які точно відповідають розмірам гайок. Забороняється бити молотком по ключу чи нарощувати його за допомогою труб або іншого ключа.

При роботі з інструментами для рубки металів робітники зобов'язані носити захисні окуляри та екрани для запобігання травмам. Спецодяг робочих має бути чистим, міцним, добре висушеним та щільно облягати фігуру. Обов'язково на голові повинна бути каска відповідного розміру — працювати без каски заборонено. Крім того, кожен робітник має мати індивідуальну

переносну лампу, а до початку ремонтних робіт необхідно забезпечити належне освітлення робочого місця та підготувати всі необхідні інструменти й пристосування.

3.3 Миття машин.

Після розбирання машини проводиться миття деталей, забруднених відкладеннями, продуктами корозії та іншими забруднювачами. Для цього використовуються водні розчини каустичної та кальцинованої соди, а також різні синтетичні миючі засоби. Миючі розчини на основі каустичної соди призначені для очищення та знежирення сталевих і чавунних деталей. Такі розчини зазвичай містять 50–80 г/л каустичної соди і 8–10 г/л господарського мила, а миття здійснюється при температурі 80–90°C. Після миття деталі промиваються водою, нагрітою до 50–60°C. Розчини на основі каустичної соди ефективно очищають поверхні від жирових і твердих забруднень, але вони токсичні та можуть викликати корозію металів. Тому їх не можна використовувати для очищення алюмінієвих деталей, оскільки каустична сода руйнує алюміній [11,12].

Для миття деталей з алюмінієвих сплавів застосовують водні розчини кальцинованої соди (10–15 г/л), тринатрифосфата (25–30 г/л) та рідкого скла (10–15 г/л), при температурі 80–90°C. Синтетичні миючі засоби (СМС) мають вищу миючу здатність порівняно з розчинами каустичної соди, не викликають корозії металу, не токсичні та можуть використовуватись для миття як чорних, так і алюмінієвих сплавів. Окрім того, їх використання не потребує обполіскування деталей після знежирення.

Останнім часом популярні синтетичні миючі засоби, такі як МЛ-51, МС-5, МС-6, МС-8 та Лабомід-101. При використанні цих засобів деталі очищають методом струменевого очищення або занурення в розчин.

Струменеве очищення деталей — це один із найбільш ефективних і часто використовуваних способів очищення в ремонтному виробництві. Він полягає в тому, що на забруднену поверхню, окрім фізико-хімічної дії миючої рідини, впливає енергія удару струменів цієї рідини. Очищення

здійснюється в миючих машинах періодичної та безперервної дії. Машини періодичної дії зазвичай є однокамерними, а машини безперервної дії — одно-, дво- та трьохкамерними. У великих підприємствах зазвичай використовують двокамерні миючі машини безперервної дії.

У таких машинах одна камера призначена для миття розчином, а інша — для промивання гарячою водою. Мийний розчин і гаряча вода подаються через насосний колектор із насадками. Розчин підігрівається змішувиком. Деталі, що очищаються, переміщуються в машині за допомогою пластинчастого конвеєра зі швидкістю 0,2–1,3 м/хв, що достатньо для ефективного видалення забруднень.

Також існує метод очищення зануренням, де деталі укладаються у ванни різних конструкцій, наповнені миючим розчином, і витримуються в них певний час. Простіше за все очищення здійснюється у виварних ваннах — це баки, оснащені пристроями для підігріву миючого розчину та витяжною вентиляцією. Час знаходження деталей у виварювальній ванні може становити 6—20 годин залежно від ступеня забруднення. Після виварювання деталі обов'язково миють у гарячій воді.

Для забезпечення безпеки при митті деталей слід дотримуватися таких заходів: миття повинно проводитися в спеціально облаштованих мийних відділеннях з твердою підлогою та ухилом для стоку миючих розчинів; мийні ванни повинні бути обладнані витяжними зондами, а приміщення — примусовою витяжною вентиляцією. Оскільки миючі розчини токсичні, персонал, що працює з ними, повинен бути одягнений у гумові чоботи, рукавички, фартухи та захисні окуляри, а шкіра рук повинна бути захищена спеціальними пастами.

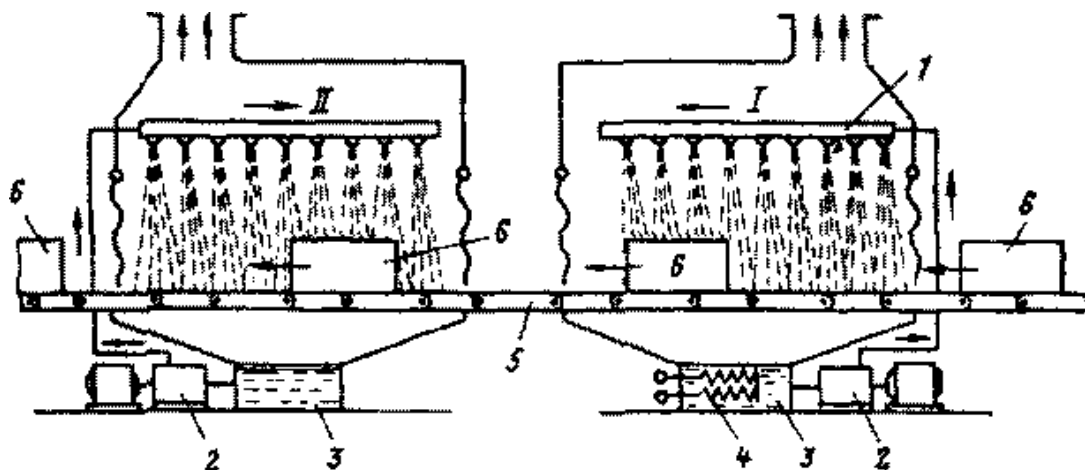


Рис. 4.1. Схема двокамерної мийної машина

Основні процеси миття складальних елементів грохоту, описані в таблиці 3.2 [1,11,12]

Таблиця 3.2 Технологічний процес миття деталей вузла

п/п	Операції, переходи і технічні умови	Устаткування, пристрої і інструменти
	Навісити окремі елементи установки на конвеєр, і включити мийну машина	Таль електрична ТЗ 00, стропи.
2	Промити їх в мийній машина при робочій температурі розчину	Мийна машина ОМ-4267 або інша
3	Перевірити якість миття грохоту після проходження його через мийну машину	
Технічні умови		
	На поверхні вузла забруднення не допускаються; якщо вони є - направити на повторне миття	
4	Обдути вузол стислим повітрям до повного видалення вологи	Пістолет 199-ГАРО або ін.
5	Контроль ВТК. Перевірити якість миття вузла і направити його до ділянки розбирання	
Миття деталей		
6	Розкласти деталі в сітчасті кошики, піраміди і начепити на підвісний конвеєр мийної машина, великі деталі	Сітчасті кошики, піраміди, ловців, стропи, мийна машина ОМ-4267, електрична таль ТЗ 05
7	Промити деталі в мийній машині при робочій температурі розчину	Мийна машина ОМ-4267
8	Зняти деталі з конвеєра і обдути стислим повітрям до повного видалення вологи	Таль електрична ТЗ 00, стропи
Миття кріпильних виробів		
9	Завантажити кріпильні вироби у ванну,	Сітчасті кошики, установка

	включити установку і промити їх впродовж 10 -15 хв	для миття ОМ-6068, таль електрична Те06, стропи
10	Вивантажити кріпильні вироби і обдути стислим повітрям до повного виділення вологи	Пістолет 199-1АРО
11	Контроль БТК. Перевірити якість миття і направити вироби на ділянку дефектації	
Миття підшипників кочення		
12	Завантажити підшипники на лотки, включити установку і подати мийну рідину. Термін миття - один оборот столу	Механізована установка. Таль електрична ТЗ 05, стропи
13	Вивантажити підшипники, обдути стислим повітрям до повного висихання	Таль електрична, стропи, кошики сітчасті, пістолет 199-ГАРО
14	Контроль БТК. Перевірити якість миття і направити вироби на ділянку дефектації	Таль електрична, стропи, кошики сітчасті, пістолет 199-ГАРО

3.4 Дефектація деталей грохоту.

Після миття деталі машини проходять дефектацію та сортування, метою яких є оцінка технічного стану і визначення придатності деталей до подальшого використання. Для цього використовуються технічні вимоги, складені для кожної деталі у вигляді карт [11,12].

У процесі дефектації деталі поділяються на три групи:

- Придатні — деталі, розміри яких відповідають допускам і стандартам. Вони надсилаються на збирання або склад готових деталей.
- Деталі, що підлягають ремонту — спрацювання або пошкодження яких можуть бути усунені. Після визначення маршруту ремонту вони направляються на відповідні ділянки відновлення або на склад деталей, що чекають ремонт.
- Непридатні — деталі, які неможливо відновити або ремонт яких є економічно недоцільним. Такі деталі надсилаються на склад для утилізації.

Щоб уникнути змішування деталей різних груп придатності, їх маркують фарбою:

- Придатні — зазвичай зеленим або жовтим кольором.

- Що підлягають ремонту — білим або синім.
- Непридатні — червоним.

Для відповідальних деталей проводиться контроль на наявність прихованих дефектів, таких як тріщини, раковини, шлакові включення та інші. Контроль розмірів і геометрії робочих поверхонь здійснюється за допомогою універсального вимірювального інструменту (штангельциркулів, мікрометрів, індикаторних нутромірів) і спеціальних калібрів, форм, шаблонів або контрольних пристосувань. Погнутість деталей перевіряється на контрольній плиті за допомогою щупів, в центрах токарного верстата або на призмах за допомогою індикаторів годинного типу.

Для виявлення прихованих дефектів застосовуються різні методи контролю, серед яких кольоровий, люмінесцентний, магнітний і ультразвуковий. Кольоровий метод є найбільш доступним для ремонтних підприємств. При цьому методі на деталі, попередньо знежиреній бензином, наносять розчин, що складається з 65% гасу, 30% трансформаторного масла та 5% скипидару, а також фарбник (наприклад, оранж або судан). Цей розчин проникає в дрібні тріщини, які мають вихід на поверхню деталі. Через 5-10 хвилин розчин змивають, а на поверхню деталі наносять білу глину або фарбу, яка вбирає залишки розчину в тріщинах. В процесі висихання на білій поверхні з'являється малюнок, який вказує на місце розташування дефекту.

Розглянемо детальніше методи виявлення дефектів, що використовуються в ремонті і дефектації деталей машин:

Кольоровий метод: Цей метод використовують для виявлення поверхневих тріщин шириною від 20 до 30 мкм на деталях з магнітних і немагнітних металів, сплавів та неметалічних матеріалів. Для виявлення дефектів на поверхні деталі застосовують спеціальний розчин, який складається з гасу, трансформаторного масла, скипидару і фарбника. Розчин проникає в тріщини і після його змивання на поверхні деталі з'являється малюнок, що вказує на місце дефекту.

Люмінесцентний метод: Цей метод ґрунтується на властивості деяких матеріалів світитися під ультрафіолетовим випромінюванням. Деталь спочатку занурюють у спеціальну ванну з флюоресцируючою рідиною (суміш гасу, бензину, трансформаторного масла і флюоресцируючого фарбника). Після цього деталь промивають, просушують і покривають селікагелем, який витягує флюоресцируючу рідину з тріщини. Під ультрафіолетовим світлом з'являється яскраве світло на межах дефекту, що дозволяє чітко виявити тріщини шириною більше 10 мкм. Цей метод використовують для деталей з кольорових металів і неметалічних матеріалів.

Магнітний метод: Цей метод використовується для виявлення дефектів у феромагнітних матеріалах, таких як сталь і чавун. Спочатку деталь намагнічують, і магнітні силові лінії проходять через матеріал. Якщо на шляху силових ліній є дефект (тріщина, раковина), то магнітні лінії огинають це місце, утворюючи розсіювальне поле, а на краях дефекту з'являються магнітні полюси. Після намагнічення деталь поміщають у спеціальну суспензію, що складається з гасу, трансформаторного масла та магнітного порошку. Порошок притягується до країв дефектів, чітко визначаючи їх межі. Цей метод застосовують для виявлення тріщин до 1-5 мкм у деталях з феромагнітних матеріалів.

Ультразвуковий метод: Ультразвуковий метод є дуже ефективним для виявлення внутрішніх дефектів в металевих та інших матеріалах та ґрунтується на здатності ультразвукових хвиль проходити через металеві вироби і відбиватися від межі розділу двох середовищ, в тому числі від дефектів. Існують два основних підходи до ультразвукової дефектоскопії:

Метод просвічування: У цьому методі використовується принцип, при якому ультразвукові хвилі, що проходять через деталь, можуть бути заблоковані дефектами. Випромінювач ультразвукових коливань розташовується з одного боку деталі, а приймач — з іншого. Якщо деталь не має дефектів, ультразвукові хвилі досягнуть приймача, і відповідно індикатор на реєструючому приладі відреагує на це відхиленням стрілки.

Якщо ж в деталі є дефект, ультразвукові хвилі відбиті від дефекту не потрапляють до приймача, і пристрій не фіксує відхилення, що сигналізує про наявність дефекту. Цей метод зручний для контролю деталей невеликої товщини та з двостороннім доступом до контрольованих поверхонь.

Імпульсний метод: У цьому методі ультразвуковий випромінювач одночасно виконує функції і передавача, і приймача ультразвукових хвиль. Випромінювач передає ультразвукові хвилі, які проходять через деталь і відбиваються від протилежної стінки, повертаючись назад до приймача. Якщо дефектів в деталі немає, приймач фіксує відбиті хвилі, і на екрані приладу (електронно-променевої трубки) можна побачити два сплески: один зліва — імпульс, що випромінюється, і один справа — відбитий від протилежної стінки. Якщо в деталі є дефект, частина ультразвукових хвиль буде відбиватися від нього, і на екрані з'явиться додатковий сплеск, що відповідає цьому дефекту. Це дозволяє визначити його точне місце і глибину. Глибина прозвучування металу при використанні серійних дефектоскопів може досягати 3 м.

Переваги ультразвукової дефектоскопії:

- Висока чутливість до різних внутрішніх дефектів, таких як тріщини, пори, раковини або шлакові включення.
- Можливість контролю товстих і важкодоступних для огляду деталей.
- Визначення точного розміщення дефектів і їх розміру.

Ультразвукова дефектоскопія є важливим інструментом для технічного обслуговування та ремонту машин, особливо для виявлення прихованих дефектів, які можуть не бути видимими під час звичайного огляду. Це дозволяє значно підвищити безпеку та ефективність роботи.

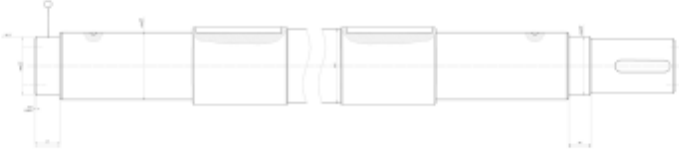
Опис технологічного процесу дефектації деталей грохоту наведено в таблиці 3.3 [1,11,12].

Таблиця 3.3 Технологічний процес дефектації деталей машин

№	Операції, переходи і технічні умови	Устаткування, пристрої і інструмент
1	Покласти вал на стіл для дефектації	Таль електрична, стропи, стіл
2	Зовнішнім оглядом виявити такі дефекти: видимі тріщини, відколи, скручування, зноси поверхонь, зриви різьб.	Лупа, крейда, банка з гасом ганчірки
3	Підготувати вал для визначення прихованих дефектів. Обшліфувати наждачним папіром риски і подряпини	Наждачний папір, ганчір'я
4	Встановити вал на стіл дефектоскопа, нанести на контрольовані поверхні феромагнітний порошок. При огляді виявити дефекти, а потім розмагнітити деталь	Магнітний дефектоскоп М-217
5	Виправити центрові отвори. Вставити вал в центрові отвори і визначити розмір вигину	Центри, індикатори, шаблони
6	Перевірити розміри шийок валу	Мікрометр, штангенциркуль
7	На принципах контролю маркірувати деталь відповідно до групи спрацювання	банка з фарбою
8	Заповнити відомість дефектів	
9	Доставити придатні деталі до цеху комплектації, деталі які підлягають ремонту на ділянку ремонту, браковані деталі на склад металобрухту	Таль електрична, стропи, ящикова тара

Складання дефектної карти валу грохота ГП-4 наведено в таблиці 3.4 [1].

Таблиця 3.4

КНУ, кафедра гірничих машин і обладнання			Дефектна карта			
			Найменування: ГП-4			
			Номер вузла: КНУ.РБ.133.25.83с.05.05.СК			
			Найменування деталі: вал			
			Номер деталі: 5			
			Кількість на вузол: 1			
			Матеріал деталі: Сталь 45			
			Термообробка посадкових місць			
			Твердість: НВ 450			
Номер позиції на ескізі	Найменування дефекту	Спосіб встановлення дефекту та вимірювальний інструмент	Розміри, мм			Спосіб ремонту
			Номінальний	Без ремонту	Для ремонту	
1	2	3	4	5	6	7
1	Спрацювання по діаметру 100 мм	Замір Штангенциркуль	$100 \begin{pmatrix} +0,025 \\ +0,003 \end{pmatrix}$	99,16	0,843	Наплавка під шаром флюсу

3.5 Комплектування деталей грохоту

Комплектування деталей — це підготовчий етап перед складанням вузлів, агрегатів і машин [11,12].

У основному виробництві цей процес здійснюється відповідно до номенклатури деталей, що входять до конкретної складальної одиниці. При цьому враховується однорідність груп у разі селективного складання, а також підбір деталей за масою.

У ремонтному виробництві комплектування має певні особливості: тут складальні одиниці можуть формуватися як з нових деталей, виготовлених за стандартними розмірно-точнісними характеристиками відповідно до креслень, так і з деталей ремонтних розмірів або частково зношених, але таких, що відповідають допустимим параметрам ремонту.

Отже, у ремонтному виробництві повна взаємозамінність зберігається лише при складанні з деталей із нормальними параметрами (нових або відновлених). Частина спряжень із таких деталей може складатися селективно, тобто з частковою взаємозамінністю (як-от поршень — гільза або поршень — палець). Для деталей ремонтних розмірів взаємозамінність дійсна лише в межах певної ремонтної категорії. Частково зношені деталі в більшості випадків не зберігають взаємозамінності у спряженнях.

Тому у процесі складання машин застосовуються методи як повної, так і неповної взаємозамінності: селективне складання, використання регулювальних пристроїв (наприклад, при регулюванні клапанів, конічних роликотидшипників, шестерень) та підгінні операції (зокрема, розвірчування втулок). Підгінні операції є трудомісткими, тому їх слід зводити до мінімуму, особливо на спеціалізованих підприємствах.

Залежно від наявності у виробі складових частин розрізняють не специфіковані вироби, які не мають складових частин, і специфіковані вироби, в які входять дві і більш складові частини. До не специфікованих виробів відносять деталі, до специфікованих — складальні одиниці, комплекси, комплекти.

Крім того, розрізняють купувальні вироби, вироби, що отримують по кооперації, комплектуючі вироби. Купувальні вироби не виготовляються на даному підприємстві, їх підприємство отримує готовими. До виробів, що отримуються в порядку кооперації, відносять складові частини виробу, що розробляються, іншим підприємством по конструкторській документації, що входить в комплект документів виробу, який розробляється. До купувальних виробів, як правило, відносять деталі загальнопромислового застосування: підшипники кочення, тягові ланцюги, уніфіковане кріплення і так далі

Комплектуючі вироби — вироби підприємства-постачальника, вживані як складові частини виробу, що випускається іншим підприємством-виготівником продукції.

При розробці конструкції і організації виробництва та ремонту гірничих машин необхідно прагнути до того, щоб в загальній номенклатурі виробів на рівні деталей, складальних одиниць переважали типові вироби.

Послідовність операцій комплектування необхідно провести на складальній ділянці перед початком збирання приведено в таблиці 3.5 [1].

Таблиця 3.5 Технологічний процес комплектування складання

п/п	Операції, переходи і технічні умови	Устаткування, пристрої і інструмент
Підготовка		
1	Оглянути деталі, які поступили до комплектації відділення. Технічні умови: До комплектації відділення необхідно щоб приходили тільки ті деталі, які мають білий і синій колір маркірування, деталі і складові частини, які пройшли ремонт і мають клеймо БТК ремонтного заводу	Візуальний контроль
2	Провести прогін різьблення і зачистку	Гайкорізи ручні, плашки, шабери, напилки.
3	Внести деталі, які поступили в журнал обліку руху деталей і складових частин	Журнал
4	Розкласти деталі на стелажі і в корзини. Технічні умови: Деталі укладати згідно з номерами, вказаними у відділеннях стелажів; великі деталі розміщувати в нижніх відділеннях стелажів	
Комплектування		
5	Відібрати деталі за номенклатурою і кількістю відповідно до комплектації відомістю для кожної складальної одиниці, покласти їх в комплектувальні корзини. Технічні умови: Відібрані деталі повинні мати в з'єднанні зазор або натяг згідно таблиць з'єднань	Корзини комплектації
6	Відправити підібрані комплекти до ділянки складання	Візок комплектації
7	Відзначити в журналі обліку руху деталей і складених частин про відправлені комплекти	

3.6 Збирання грохоту

Збиранням називають комплекс робіт, що виконуються для отримання готової машини з окремих деталей. При цьому спочатку проводиться з'єднання деталей в підвузли, потім — підвузлів у вузли, з яких збирають машину. Об'єм складальних робіт вельми значний і складає 20—40% загальної трудомісткості ремонту машини. Якість збирання істотно впливає на працездатність відремонтованої машини, її надійність і довговічність [11,12].

Основні чинники, що впливають на якість складання :

- **Якісне очищення деталей:** ретельне миття, очищення та обдування стисненим повітрям усіх елементів, які подаються до складання.
- **Відповідність параметрів:** геометричні характеристики, маса, шорсткість поверхонь і балансування деталей і вузлів повинні відповідати вимогам нормативно-технічної документації.
- **Цілісність комплекту спряжених деталей:** усі пари деталей мають бути збережені згідно з документацією. У разі заміни однієї з деталей необхідно здійснити її підбір та припасування.
- **Якість комплектування:** важливе значення має точність виконання комплектувальних операцій, а також використання спеціалізованого обладнання, інструментів і пристроїв, що гарантують задану якість з'єднань.
- **Дотримання технологічних вимог:** під час складання необхідно точно слідувати встановленим технологічним режимам, інструкціям і нормативним вимогам.
- **Використання рекомендованих матеріалів:** застосування під час складання рекомендованих ущільнювальних і стопорних елементів та інших матеріалів, що відповідають вимогам процесу.

Усі етапи складання виконуються згідно з технологічними картами та процесами. Застосовувані інструменти та обладнання, як правило, такі самі, як і ті, що використовуються під час розбирання.

Вибір організаційної форми збирання визначається заданою програмою ремонтного виробництва, особливостями конструкції і трудомісткістю збираних машин.

При одиничному і дрібносерійному виробництвах всі операції збирання виконує, як правило, одна бригада висококваліфікованих робочих на одному робочому місці. Таке збирання відрізняється збільшеною тривалістю і застосовується в невеликих ремонтних майстернях.

При серійному виробництві складальні одиниці і агрегати збираються різними спеціалізованими бригадами паралельно, після чого поступають на загальну збірку. Використання спеціалізованих бригад різко скорочує час збирання і знижує собівартість складальних робіт.

Для визначення послідовності збирання машини розробляють технологічні схеми складки, які складають окремо для загального збирання машини і для збирання кожного з її вузлів (підвузлів).

Різьбові з'єднання складають приблизно 25 - 30% загальної кількості з'єднань деталей машини. При збиранні різьбових з'єднань повинні бути виконані наступні вимоги: забезпечення співісності осей болтів, шпильок, гвинтів і різьбових отворів і необхідної щільності посадки в різьбленні; відсутність перекосів торця гайки або головки болта щодо поверхні деталі, що сполучається, оскільки перекіс є основною причиною обриву гвинтів і шпильок; дотримання черговості і постійності зусиль затягування групи болтів або гайок.

Для збирання болтових з'єднань слід застосовувати ключі відповідного типу і розміру. Обертаючий момент, на затягування різьбового з'єднання зазвичай указується в технічній документації на збирання.

У практиці застосовують три основні типи шпонкових з'єднань: з призматичними (стандартними), сегментними та клиноподібними шпонками.

При складанні з'єднань з призматичними та сегментними шпонками важливо забезпечити точне припасування торців шпонки до відповідних поверхонь пазів, а також контролювати зазор з зовнішнього боку шпонки.

Оскільки саме через торцеві поверхні передається обертовий момент, вони мають щільно прилягати до торців пазів спряжених деталей.

У з'єднаннях з клиноподібними шпонками шпонка повинна входити у пази спряжених деталей по висоті, а між бічними гранями обов'язково залишають невеликий зазор.

Для складання нерухомих шліцьових з'єднань, що мають посадку з натягом, охоплюючи деталь попередньо нагрівають, після чого її запресовують на вал до упору. Якщо ж передбачається рухома посадка, деталь повинна вільно переміщуватись по валу без заїдань.

Складання з'єднань з конічними поверхнями починають з ретельного підбору охоплюючої деталі відповідно до конуса вала. Якість спряження перевіряють за допомогою "фарбування", оцінюють легкість кочення, а також правильність посадки за глибиною. Важливо залишити зазор між торцевими поверхнями спряжених деталей для можливості затягування з'єднання та подальшого регулювання чи підтягування.

З'єднання з натягом отримують: нагрівом деталі, що охоплює; охолодженням охоплюваної деталі; запресуванням.

Посадки з попереднім нагрівом деталі, що охоплює, застосовують зазвичай при з'єднанні деталей великих розмірів (бандажі, вінці, кільця). При цьому за рахунок нагріву деталі з отвором її розмір збільшується, і посадка здійснюється без зусиль, вільно.

Нагрівання проводять в гарячій воді або гарячому маслі газовими пальниками, в електричних печах і сурмах. Температура нагріву не повинна перевищувати 450—500°C, оскільки подальший нагрів може привести до зміни фізико-механических властивостей матеріалу деталі.

Коли деталь має великі габарити і нагрівати її недоцільно, охолоджують охоплювану деталь. Як правило, це невеликі тонкостінні деталі (втулки, вали). Для охолодження застосовують рідке повітря, кисень або азот, що забезпечують різницю температур 190-195°C, а також тверду вуглекислоту - сухий лід, що має різницю температур 75-80 °C.

З'єднання деталей запресуванням проводять різними пресами, молотками і кувалдами. Насадження ударом застосовують для посадок з невеликим натягом, а преси - при значному натягу.

Наприклад, установку підшипників кочення на вал або в корпус здійснюють таким чином. Підшипник ретельно промивають в гасі або в 6 % розчині масла в бензині, потім просушують і змащують зануренням в технічний вазелін, нагрітий до температури 55—60 °С. Підготовлені таким чином підшипники встановлюють на вал або в корпус за допомогою гідравлічних і механічних пресів, а в окремих випадках - шляхом завдання ударів по спеціальному облямюванню.

Осьові зусилля, потрібні для установки підшипників кочення, повинні прикладатися тільки до того кільця, яке при даній операції сполучається з базовою деталлю. Якщо підшипник одночасно вмонтовується на вал і в корпус, то зусилля передається на торці обох кілець.

Для полегшення напресовки підшипника на вал доцільно підшипник нагрівати протягом 10 - 15хв в машинному маслі, що має температуру 80 - 100°С. При запресовке підшипника в корпусі останній заздалегідь нагрівають струменем гарячого повітря або занурюють в гаряче масло (при невеликих розмірах корпусу). Можна також охолоджувати підшипник до температури 75°С в термостаті з сухим льодом.

Після збирання вузла з підшипниками кочення перевіряють легкість обертання валу або корпусу. Правильно встановлені підшипники забезпечують рівномірне обертання валу, без заїдань і з незначним шумом.

Процес збирання зубчатих передач включає наступні операції: установка коліс на валах; установка валів з колесами в корпусі; перевірка і регулювання зубчатого зачеплення.

Установку коліс проводять за допомогою преса або уручну молотком за допомогою спеціального м'якого облямювання. Останній спосіб застосовується для зубчатих коліс малого розміру, термічно не оброблених, вмонтованих з невеликим натягом.

При монтажі циліндрових зубчатих передач необхідно витримати певні бічний і радіальний зазори між зубами, необхідні для забезпечення нормального мастила, компенсації погрешностей виготовлення і температурної деформації коліс.

Якщо зазор в зачепленні не відповідає вимогам технічних умов або ж зубчаті колеса обертаються не плавно, заклинюючись при різних положеннях, то вузол розбирають, колеса притирають або підбирають нову пару і знову проводять збирання.

Технологічна карта збирання наведена в таблиці 3.6 [1].

Таблиця 3.6.

Номер операції	Технологічна карта збирання	Найменування механізм коливань				
		Цех	Ділянка	Місце складання	Кіл-ть вузлів	Номер вузла
					1	
	Зміст операції	Деталі, які беруть участь у збірці		Засоби виробництва		
		Номер деталі	Кількість деталей	Найменування		Кількість операцій
1	2	3	4	5		6
1	Вставити	4	1	Вал		1
2	Вставити	3	2	Шпонка		2
3	Запресувати	2	2	Ексцентрик		2
4	Надіти	11	2	Кришка ущільнювальна		2
6	Надіти	12	2	Манжета		2
7	Вставити	1	1	Опорна рама		2
8	Вкрутити	10	2	Стопорний гвинт		2
9	Запресувати	7	2	Підшипник		2
10	Надіти	8	1	Кришка глуха		1
11	Вкрутити	6	2	Болт		2
12	Надіти	8	1	Манжета		1
13	Надіти	13	1	Кришка наскрізна		1
14	Надіти	2	1	Кришка лабіринт		1
15	Надіти	9	1	Кришка сальніка		1

3.7 Методики випробування вузла після збирання

Обкатування і випробування об'єктів ремонту після складання — завершальні і особливо відповідальні операції ремонту. Обкатування досягають взаємного припрацювання тертьових поверхонь деталей для підготовки їх до роботи з нормальним робочим навантаженням [11,12].

Причини, що зумовлюють необхідність обкатування вузлів, агрегатів і машин, це мікронерівності поверхонь тертя. Поверхні деталей, що утворюють спряження, мають мікроскопічні нерівності, через що фактична площа контакту набагато менша за розрахункову. Це спричиняє підвищені питомі тиски. У процесі роботи завдяки поступовому згладжуванню цих нерівностей площа контакту зростає, тиск зменшується, що сприяє зниженню інтенсивності зношування. Похибки форми та розміщення деталей: Деталі, які надходять на складання, можуть мати незначні деформації форми в межах допустимих відхилень. Під час складання, внаслідок сумарного ефекту цих похибок, виникають неточності у взаємному розташуванні елементів, що впливає на правильність їх роботи в спряженнях.

Похибки форми та порушення взаємного розташування деталей можуть посилюватися під час складання, зокрема через затягування кріпильних елементів, що створює додаткові деформації.

У процесі ремонту машин зростає навантаження на спряження, оскільки при складанні використовують як нові, так і відновлені чи вживані, але ще придатні деталі. Це ускладнює роботу механізмів, особливо на початковому етапі.

Через шорсткість, хвилястість, геометричні похибки та неточне розміщення спряжених поверхонь, початковий період експлуатації супроводжується підвищеним тертям, зростанням температури, можливістю схоплювання та інтенсивним зношуванням. У деяких випадках це може призводити до руйнування глибших шарів поверхні деталей і навіть до аварій.

Щоб мінімізувати знімання металу в перші, найбільш критичні моменти роботи спряжень, потрібно забезпечити спеціальні умови експлуатації — це дозволяє швидко і безпечно досягти припрацювання деталей.

Припрацювання — це процес, під час якого відбувається адаптація геометрії поверхонь тертя та зміна фізико-механічних властивостей їхніх шарів. Зазвичай воно проходить у два етапи:

1. Обкатування на ремонтному підприємстві.
2. Обкатування в умовах реальної експлуатації з частковим навантаженням.

Тривалість та режими обкатування регламентуються відповідною нормативно-технічною документацією. Умови експлуатаційного обкатування встановлюються згідно з інструкцією з експлуатації конкретної машини.

Випробування — це контрольний етап, спрямований на оцінку якості виконаного ремонту. Його проводять після того, як тертьові поверхні достатньо припрацюються, і лише на режимах, що не спричинять перевантаження. Під час випробувань виявляють недоліки складання, а також здійснюють додаткове регулювання окремих вузлів і механізмів.

Випробування грохота після ремонту є обов'язковим етапом, який дозволяє переконатися, що обладнання працює справно, безпечно і відповідає технічним характеристикам.

Процес випробування містить наступні етапи:

1. Підготовчий етап:

- Огляд і перевірка:

Перевіряють якість виконаного ремонту, стан кріплень, зварювальних швів, наявність мастила, натяг ременів, правильність збирання вузлів.

- Документальне оформлення:

Складається акт про завершення ремонту, перевіряються технічні документи (паспорти, схеми, регламенти).

2. Випробування без навантаження:

- Холостий пуск:

Запускають грохот на холостому ходу, тобто без подачі матеріалу.

- Спостереження:

Контролюють:

- рівномірність обертання вала(ів),
- відсутність сторонніх шумів і вібрацій,
- роботу підшипників, електродвигуна, редукторів,
- кріплення сіток, балансування,
- плавність запуску та зупинки.

- Тривалість:

Зазвичай 15–30 хвилин безперервної роботи.

3. Випробування з навантаженням:

- Подача матеріалу на завантаження:

Грохот запускається з робочим навантаженням (звичайно це типовий матеріал, який він буде сортувати).

- Контроль параметрів:

Перевіряється:

- якість просіювання,
- швидкість транспортування матеріалу,
- рівномірність розподілу по сити,
- збереження працездатності протягом заданого часу (1–2 годин зазвичай).

- Вимірювання:

Можуть застосовуватись віброаналізатори, тахометри, термометри для контролю температури підшипників та ін.

4. Оцінка результатів:

- Якщо виявлені дефекти — грохот зупиняють, усувають проблеми, після чого проводять повторні випробування.

- Якщо все в нормі — складається акт випробування, і грохот передається в експлуатацію.

5. Документація:

- Акт випробування (з підписами відповідальних осіб),
- Відмітки в журналі ремонту й технічного обслуговування,
- Протоколи вимірювань (якщо проводились).

4 Технологічний процес ремонту вала грохоту

4.1 Аналіз зношування деталей вузла

Під час експлуатації тертьові поверхні деталей машин зазнають значних змін [10]. Відбуваються зміни геометричних параметрів, розмірів, структури, фізико-механічних властивостей та напруженого стану приповерхневих шарів. Ці зміни можуть розвиватися поступово або мати раптовий, стрибкоподібний характер, охоплюючи мікро-, макро- та субмікроскопічні області. Хід змін визначається переважно типом руху (характером тертя), умовами навантаження, властивостями середовища, типом змащування, вмістом кисню та матеріалом деталей [10,11,12].

Такі перетворення можуть бути як позитивними — стабілізуючи зовнішнє тертя та зменшуючи зношування, так і негативними — спричиняючи інтенсивне руйнування поверхні.

Зношування — це процес, під час якого матеріал з поверхні твердого тіла поступово руйнується і відокремлюється або зазнає залишкової деформації внаслідок тертя. Це проявляється у зміні розмірів або форми деталей.

Знос — це наслідок зношування, що фіксується безпосереднім вимірюванням розмірів або за непрямими ознаками. Залежно від критерію, розрізняють лінійний знос (зменшення розміру по нормалі до поверхні тертя), об'ємний (зменшення об'єму) і ваговий (втрата маси).

Крім змін форми та розмірів, у поверхневих шарах деталей відбувається повна зміна структури. Найбільші структурні перетворення і зміна властивостей фіксуються на початковому етапі роботи вузлів тертя. У фазі стабілізованого зношування ці процеси значно уповільнюються й локалізуються у дуже тонких приповерхневих шарах.

Пошкоджуваність — це процес інтенсивних і нерівномірних змін геометрії поверхонь тертя, а також структури та властивостей приповерхневих шарів. Пошкодження, у свою чергу, є наслідком цього процесу і проявляється у зміні макрогеометрії, фізико-механічних характеристик і напруженого стану поверхневих шарів.

Зношування і пошкоджувальність відрізняються як за зовнішніми проявами, так і за механізмами внутрішнього розвитку. Їх чітке розмежування стає можливим при вивченні характеру руйнувань деталей у різних типах машин. Залежно від умов тертя, складу середовища та властивостей матеріалів, можуть переважати ті чи інші провідні процеси. Поряд із ними можуть діяти супутні явища, які мають менш істотний вплив на руйнування поверхонь.

З позицій надійності експлуатації, всі процеси трансформації поверхонь поділяють на дві основні групи: допустимі та патологічні (недопустимі). До допустимих належать явища, що сприяють зниженню пластичних деформацій, активують тонкі поверхневі шари металу, стимулюють їх миттєву реакцію з агресивними складниками середовища (газами чи рідинами) і сприяють формуванню вторинних структур на поверхні. Ці структури рівномірно розподіляються, періодично руйнуються й відновлюються. У таких умовах процес тертя та зношування набуває властивостей саморегуляції [10,11,12].

В наслідок природного спрацювання під час роботи, агресивних зовнішніх факторів (пил, волога і т.п.) та великих динамічних навантажень в яких працює грохот в значній мірі виникає зношування тертьових тіл складових частин та деталей, що відбувається як результат механічної дії під час тертя. Однією з основних деталей грохоту є вал з ексцентртками який схильний до абразивного зносу в місцях посадки під встановлення підшипників.

Абразивним матеріалом вважають мінерал природного чи штучного походження, зерна якого мають високу твердість і здатні здійснювати різання. Абразивне зношування та пошкодження — це процеси руйнування поверхонь машинних деталей, спричинені їх взаємодією з твердими частинками (абразивним середовищем) за умови наявності відносного переміщення між ними.

У ролі абразивних частинок можуть виступати:

- тверді зерна, жорстко зафіксовані й дотикаються до поверхні деталі тангенціально або під малим кутом;
- не закріплені частинки, що контактують з деталями, наприклад, унасипних матеріалах при їх транспортуванні або абразивні включення в ґрунті під час роботи сільськогосподарської техніки;
- вільні частинки, які знаходяться у зазорах між спряженими деталями;
- абразивні частинки, що потрапляють до зони контакту разом із рідиною чи газовим потоком.

На інтенсивність абразивного зношування впливає цілий ряд чинників: властивості абразивних частинок, хімічна агресивність середовища, характеристики зношуваних поверхонь, наявність ударних навантажень, температурні впливи та інші умови. Основною особливістю абразивного зношування є механічна природа руйнування.

Абразивні частинки можуть відрізнятися формою та орієнтацією відносно поверхні контакту. Їх здатність проникати в поверхню залежить не лише від відносної твердості, а й від геометрії самих частинок. Наприклад, зерна з опуклими або гострими краями здатні втискуватися навіть у твердіші матеріали без видимого руйнування, що пояснює можливість зношування металу частинками, які мають нижчу твердість.

Крім того, окисні плівки, які утворюються на металах, іноді мають вищу твердість, ніж сам метал, що також впливає на процес зношування. Тип і механізм зношування визначаються характером взаємодії абразивних частинок із приповерхневим шаром матеріалу.

Абразивне зношування — це один із найпоширеніших видів зношування в гірничій техніці, а також в інших галузях, де здійснюється тертя між поверхнями різних матеріалів. Це зношування виникає внаслідок взаємодії між матеріалом, що піддається зносу, і абразивними частками, які або закріплені, або є вільними, потрапляючи в зону контакту разом з мастилом [10].

Умови при яких виникає абразивне зношування:

- Закріплені тверді частки — коли на поверхні одного з тертьових тіл присутні тверді частки або зерна, які не рухаються, а діють на поверхню іншого тіла, подібно до дії шліфувальних каменів або інструментів.
- Вільні частки — абразивне зношування може відбуватись, коли в процесі тертя між поверхнями, що взаємодіють, потрапляють вільні частки, такі як оксидні плівки, пил або частки зносу матеріалу. Вони також можуть бути частинами інших матеріалів, які потрапляють у зону контакту через технічні процеси, наприклад, транспортування.
- Незакріплені частки в абразивному середовищі — це абразивні частки, що перебувають в ґрунті або інших насипних вантажах, таких як гірські породи, які діють як абразиви під час транспортування матеріалів (наприклад, в екскаваторах або іншій гірничій техніці).

Механізм абразивного зношування:

Процес абразивного зношування полягає в мікрорізанні та багаторазовому пластичному деформуванні поверхні матеріалу. Це руйнування відбувається на рівні мікроструктури, коли частинки абразиву зношують поверхню, викликаючи на ній дрібні тріщини і деформації. Згодом, ці мікротріщини можуть зливатися і спричиняти більші пошкодження, що призводять до втоми і руйнування поверхневого шару.

Вплив на матеріали:

- Твердість матеріалу: Матеріали з високою твердістю (як, наприклад, титанові сплави) зазвичай мають кращу стійкість до абразивного зношування. Вони зможуть довше витримувати взаємодію з абразивними частками.
- Твердість і розмір зерен абразиву: Зерна абразиву, які мають велику твердість і дрібний розмір, здатні ефективніше пошкоджувати матеріал, з яким вони вступають в контакт. Тому розмір і твердість

абразивного середовища є важливими факторами в процесі зношування.

- Питомі навантаження і шлях тертя: Чим вищим є питомі навантаження і довший шлях тертя, тим більший лінійний знос. Однак, як зазначено, ця залежність справедлива лише за умов закріпленого абразиву, тобто коли частки абразиву знаходяться в стабільному положенні і активно взаємодіють з матеріалом.

Вплив абразивного зношування на деталь пристрою є важливою складовою для вибору матеріалів і конструкцій в різних технологічних процесах, а також для забезпечення довговічності і ефективності обладнання, яке працює в складних умовах.

Спосіб ремонту слід вибирати з урахуванням його техніко - економічних показників, можливості доцільності застосування.

4.2 Опис базового технологічного процесу відновлення деталей вузла

Для деталей типу – вал одним з прогресивних і поширених методів ремонту зношеної поверхні є застосування технології наплавлення під шаром флюсу схема наплавлювальної головки плавки під шаром флюсу зображена на рисунку 4.1 [11,12]

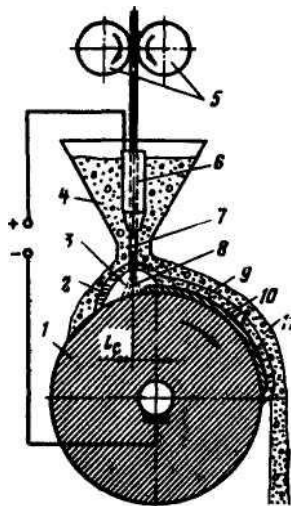


Рис. 4.1 Схема наплавлювальної головки плавки під шаром флюсу: 1 - деталь, що наплавляється; 2 - оболонка з розплавленого флюсу; 3 - газовий простір; 4 - бункер; 5 - ролики подачі дроту; 6 - направляючий мундштук; 7 -

електродний дріт; 8 - електрична дуга; 9 - шлакова кірка; 10 - шар наплавленого металу; 11 – флюс.

Наплавлення під шаром флюсу — це процес зварювання, при якому застосовують флюс для захисту зварювальної ванни та дугового проміжку від шкідливого впливу навколишнього повітря. Це дозволяє забезпечити високоякісне зварювання металів, особливо при роботі з матеріалами, які чутливі до окиснення, як, наприклад, сталі.

До електрода (сталевий дріт або стрічка) і деталі подається напруга від джерела струму, внаслідок чого між ними виникає електрична дуга. За допомогою роликового механізму дріт безперервно подається в зону дуги, а з бункера надходить гранульований флюс шаром 30-50 мм. Електрична дуга частково плавить флюс і горить в середині газового міхура, обмеженого еластичною оболонкою. Ця оболонка захищає розплавлений метал від негативного впливу кисню та азоту повітря, зменшує розбризкування металу й покращує якість формування наплавленого шва.

Під час наплавлення деталей обертається, а направляюча головка переміщається вздовж її осі, що дозволяє проводити наплавлення по спіральній траєкторії. Для запобігання стіканню металу при наплавленні циліндричних деталей електрод зміщують від осі обертання на розраховану величину убік, протилежну напрямку обертання.

При наплавленні під шаром флюсу можна використовувати зварювальні, наплавлювальні й порошкові дроти, а також сталеві та порошкові стрічки. Для наплавлення деталей із сталей марки 20 і 25 зазвичай використовують зварювальні дроти Св-08, Св-08А і наплавлювальний дріт Нп-30, а для сталей марки 35 і 45 — дроти Нп-40 і Нп-5. Для сталей марки 30Х, 35Х і 40Х використовують електродний дріт Нп-30ХГСА, Нп-3Х13, Нп-2Х24 та інші.

За відсутності легованого дроту відновлення деталей із сталі марки 45, які загартовані струмами високої частоти, здійснюється за допомогою наплавлення сталевим дротом СТ 45. Після цього деталі піддаються загартуванню та відпуску. Твердість металу, наплавленого сталевим дротом

марки 45, з початковою твердістю HB 180, може бути підвищена до HB 400–450.

Для наплавлення використовують різні типи флюсів, це плавлені та неплавлені (керамічні), зокрема безмарганцеві, середньомарганцеві (що містять до 14–22 % MnO) та високомарганцеві флюси (що містять понад 30 % MnO). Найбільш часто застосовуються високомарганцеві флюси, які мають низьку схильність до утворення пустот і гарячих тріщин у металі наплавленого шва. Серед флюсів, що використовуються для технології наплавлення під шаром, найбільш популярними є АН-30, АН-348-А і ОСЦ-45. Флюс АН-30 використовують для високолегованого наплавленого металу за умови застосування легованого дроту з вмістом не менше 0,5 % Si. Наприклад, хімічний склад флюсу ОСЦ-45 такий (%): MnO 38,0–43,0; SiO₂ 43,0–45,0; CaFe₂ 6,0–8,0; CaO 5,5; Al₂O₃ 2,5; FeO 1,5; S 0,15; P 0,08.

Установка для автоматичного наплавлення під шаром флюсу (рис.4.2) включає джерело струму, наплавлювальну головку, а також механізм для переміщення головки і деталі, що підлягає наплавленню. Наплавлення здійснюється на постійному струмі зворотної полярності. Як джерела струму використовуються зварювальні генератори та випрямлячі, які також застосовуються при ручному зварюванні.

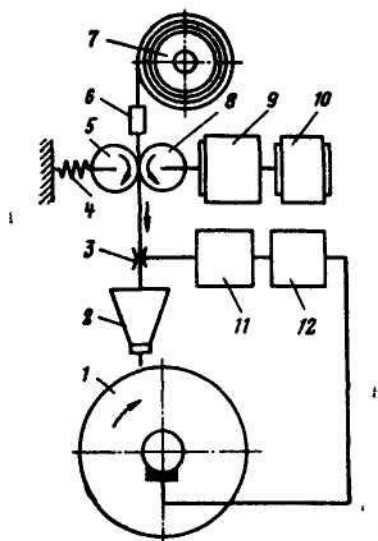


Рис. 4.2 Схема установки для автоматичного наплавлення під шаром флюсу

Наплавлювальна головка служить для подачі електродного дроту та флюсу в зону наплавлення. Наплавлювальний дріт, що знаходиться в касеті 7, подається через притискні ролики 5 до поверхні деталі, що обробляється. Подаючий ролик 8 приводиться в обертання електродвигуном 10 через редуктор 9, що дозволяє регулювати швидкість подачі дроту. Ролик 5 притискається до ролика 8 за допомогою пружини 4. Для очищення дроту перед подаючим механізмом часто встановлюється очищувач 6 — циліндр, заповнений повстю, змоченою в гасі. Після роликів дріт проходить через мундштук 3, до якого підведено один дріт джерела струму 12 через апаратний ящик 11. Другий дріт приєднано до деталі 1. У апаратному ящику знаходиться пускорегулювальна апаратура. На наплавлювальній головці закріплений бункер 2 для подачі флюсу.

Для переміщення наплавлювальної головки і деталі зазвичай використовуються токарні верстати, оснащені редуктором для зниження швидкості обертання шпінделя до 0,5–20 об/хв. Наплавлювальна головка встановлюється на супорті верстата, а деталь фіксується в патроні верстата.

При ремонті деталей гірничих машин часто використовуються автоматичні установки для наплавлення, такі як АБС, А-874н, А-384мк, А-580м, ПАУ-1 та інші.

Режим наплавлення під шаром флюсу значною мірою впливає на продуктивність процесу і якість наплавленого металу. Основними параметрами режиму наплавлення є: діаметр електродного дроту, сила струму, напруга дуги, швидкість подачі дроту, швидкість наплавлення, крок наплавлення, виліт і зсув електроду.

При наплавленні під шаром флюсу процеси запалювання дуги, подачі електрода до дуги в процесі його плавлення, підтримування її довжини та переміщення вздовж оброблюваної деталі можуть бути повністю або частково механізовані або автоматизовані. В залежності від рівня механізації, наплавлення під шаром флюсу поділяється на автоматичне та напівавтоматичне.

Щоб уникнути зниження початкової міцності деталей при наплавленні, необхідно мінімізувати глибину проплавлення основного металу, що досягається зниженням сили струму. Хоча це може зменшити продуктивність процесу, цей захід є важливим для збереження міцності деталей, особливо тих, що працюють при змінних навантаженнях. Для таких деталей доцільно використовувати легований наплавлюючий дріт, що дозволяє покращити властивості наплавленого металу.

Зменшити глибину проплавлення без значного зниження продуктивності можна за допомогою наплавлення на багатоелектродних автоматичних або напівавтоматичних пристроях. Це дозволяє підвищити загальний струм і, відповідно, збільшити продуктивність процесу. Однак на практиці в ремонтному виробництві застосування кількох електродів для наплавлення поки що використовується рідко.

Якість наплавлювальних робіт значною мірою залежить не тільки від вибору відповідної марки електродного дроту та флюсу, але й від режимів та техніки наплавлення. Зміна режимів наплавлення дає змогу регулювати глибину проварювання, що в свою чергу дозволяє змінювати пропорцію основного та електродного металу в складі шва і, таким чином, коригувати його хімічний склад. Наплавлення на великих швидкостях дає меншу глибину проварювання основного металу, що призводить до збільшення легування шва компонентами основного металу. Натомість, при наплавленні на малих швидкостях глибина проварювання більша, а метал буде менше легованим за рахунок основного матеріалу.

Автоматичне наплавлення під шаром флюсу здійснюється на постійному струмі зі зворотною полярністю, зазвичай на переобладнаних токарних верстатах, де встановлено подаючий механізм напівавтоматів ПШ-5, ПШ-54.

У ремонті гірничих машин автоматичне наплавлення під шаром флюсу широко використовується для відновлення великих деталей (діаметром понад 60 мм), таких як різноманітні вали, шківів, ходові колеса машин, вагонетки, барабани лебідок, тощо.

Основними перевагами цього методу є: висока продуктивність завдяки застосуванню струму великої щільності; висока якість наплавленого металу завдяки ефективному захисту дуги від впливу навколишнього середовища і стабільності процесу завдяки його автоматизації; можливість нанесення товстих шарів наплавленого металу; значне зменшення втрат електродного металу та енергії через випромінювання тепла і світла; можливість отримання металу з високими фізико-механічними властивостями завдяки легуванню; полегшення умов праці зварювальника.

Проте цей метод має й деякі недоліки: підвищене нагрівання деталей може призвести до зміни структури і механічних властивостей основного металу; ускладнене наплавлення циліндричних деталей діаметром менше 60 мм, оскільки розплавлений метал і флюс не встигають затвердіти і можуть стікати з оброблюваних поверхонь; застосування дорогих флюсів і порошкових дротів збільшує вартість відновлення деталей; виникають складнощі при наплавленні внутрішніх циліндричних поверхонь діаметром меншим за 120–150 мм.

4.3 Визначення міжопераційних розмірів відновлюваних деталей вузла

В ремонтному виробництві для розрахунку міжопераційних припусків доцільно використовувати аналітичний метод. Такий підхід дозволяє більш точно визначити необхідний припуск, що забезпечує економію матеріалу, знижує витрати та покращує ефективність процесу ремонту. Аналітичний метод базується на врахуванні конкретних умов, таких як форма та розміри деталі, тип і стан пошкодження, а також вимоги до точності та якості відновлення [1,11,12].

Цей метод дозволяє врахувати всі фактори, що впливають на вибір припуску, і таким чином оптимізувати витрати матеріалу та зменшити час на подальше оброблення, зберігаючи при цьому необхідну міцність і функціональність деталі.

Числове значення припуску визначають:

- Різницею між розміром заготовки та розміром деталі по робочому кресленню — це стандартний підхід, де припуск розраховується як різниця між початковим і кінцевим розмірами.
- Припуск задається на сторону — зазвичай припуск розподіляється рівномірно по обох сторонах деталі, що забезпечує рівномірне зняття матеріалу при обробці.
- Величину припуску встановлюють залежно від способу отримання заготовок — припуск може варіюватися в залежності від того, чи була заготовка виготовлена методом прокату, литтям, штампуванням тощо. Наприклад, для литих заготовок припуски можуть бути більшими, ніж для заготовок, отриманих методом прокату, через більші можливі відхилення в розмірах та якості поверхні.

Призначений припуск може бути визнаний оптимальним, якщо він забезпечує:

- Видалення всіх відхилень геометричних параметрів — це включає необхідність усунення дефектів поверхні, таких як відхилення розміру, форми, розташування поверхні, технологічних баз, а також хвилястості та шорсткості.
- Отримання заданих геометричних параметрів без слідів «чорноти» — тобто, без слідів попередньої обробки (наприклад, від штампування чи лиття), що може вплинути на точність кінцевого виробу.
- Мінімально необхідний шар матеріалу, що знімається — припуск має бути достатнім, щоб забезпечити точність, але не надмірним, щоб не втратити зайвий матеріал і не підвищувати витрати на обробку.

Числові значення загального припуску та його розподіл між проходами операцій визначаються за нормативними таблицями залежно від таких факторів, як методи отримання заготовок, геометрична форма та розміри деталей.

Також можливий розрахунковий метод призначення припуску, що дозволяє більш точно визначити величину припуску з урахуванням специфіки виробничого процесу та вимог до кінцевих розмірів і властивостей деталі.

Наближений розрахунок припусків, граничних розмірів відносно технологічних переходів і товщин нарощеного шару виконуються в такій послідовності [1,11,12].

Вихідні дані:

- 1) найменування деталі – вал;
- 2) вид з'єднання – посадка із натягом;
- 3) розмір деталі $100_{+0,03}$;
- 4) метод відновлення – наплавлення під флюсом

1. Визначаємо розміри спрацьованих деталей: для зовнішнього діаметру вала

а) для з'єднання з натягом діаметр зовнішнього валу

$$d_3 = d_n + \beta_p \delta_{н.в.} = 100 + 0,1 \cdot 0,03 = 100,003 \text{ мм};$$

де d_n - номінальний діаметр валу;

β_p - допуск на ремонт, $\beta_p = 0,1$.

2. Визначаємо допуски і розміри деталей після механічної обробки перед відновленням

$$2z' = 2 (R_{z3} + T_3) = 2 \cdot (0,02 + 0,4) = 0,84 \text{ мм};$$

$$d_{п.п.о.} = d_n - 2z' = 100,003 - 0,84 = 99,16 \text{ мм},$$

де z' - допуск на механічну обробку;

R_{z3} - шорсткість спрацьованих поверхонь $R_{z3} = 20 \div 40 \text{ мкм}$;

T_3 - дефектний шар спрацьованої поверхні $T_3 = 0,1 - 0,8 \text{ мм}$;

$d_{п.п.о.}$ - діаметр валу після механічної обробки.

3. Визначаємо допуски на чистову механічну обробку деталі і її розміри після чорновій обробки

$$2z^{II} = 2 (R_{zч.о.} + T_{ч.о.}) = 2 \cdot (0,2 + 0,3) = 1;$$

$$d_{ч.о.} = d_n + 2z^{II} = 100 + 1 = 101 \text{ мм}.$$

де $R_{zч.о.}$ - шорсткість поверхні після чорнової обробки деталі;

$T_{\text{ч.о}}$ - дефектний шар після чорнової обробки деталі;

$d_{\text{ч.о}}$ - діаметр деталі після чорнової обробки;

4. Визначаємо допуски на чорнову механічну обробку відновленої деталі і її розміри після відновлення

$$2Z'' = 2(R_{\text{зв}} + T_{\text{в}}) = 2 \cdot (0,5 + 0,2) = 1,4 \text{ мм},$$

$$d_{\text{в}} = d_{\text{ч.о}} + 2Z'' = 101 + 1,4 = 102,4 \text{ мм},$$

де $R_{\text{зв}}$ - шорсткість поверхні деталі $R_{\text{зв}} = 500 \text{ мкм}$;

$T_{\text{в}}$ - дефектний шар деталі;

$d_{\text{в}}$ - діаметр деталі після наплавлення.

5. Визначаємо товщину нарощуваного шару при деталі для зовнішнього діаметру втулки

$$h = (d_{\text{в}} - d_{\text{н.п.о}}) / 2 = (102,4 - 99,16) / 2 = 1,62 \text{ мм}.$$

4.4 Визначення параметрів режиму наплавлення.

Вибір режиму наплавлення залежить від розміру деталі, її зношення та діаметра електродного дроту. Матеріал електродного дроту та склад флюсу підбираються залежно від матеріалу деталі та її поверхневої твердості, що пов'язано з умовами її експлуатації [11,12].

Величина зношення визначає необхідну товщину наплавленого металу, при цьому варто враховувати припуск на механічне оброблення. Автоматичне наплавлення є найбільш доцільним для деталей з великими діаметрами. Для наплавлення менших деталей (до 50 мм) електрод зазвичай встановлюється зі зміщенням в бік, протилежний обертанню, щоб запобігти стіканню розплавленого металу і шлаку. Для деталей з діаметром 35–650 мм і діаметром електродного дроту 1,2–3,0 мм зміщення може бути в межах 3–25 мм, і це значення визначають експериментально.

Щоб уникнути зниження початкової міцності деталі під час наплавлення, потрібно мінімізувати глибину проплавлення основного металу, знижуючи при цьому силу струму. Це може призвести до зниження продуктивності процесу, але це необхідно для збереження міцності деталей, особливо для відповідальних частин, які працюють при знакозмінних навантаженнях. Для

таких деталей рекомендується застосовувати легований наплавлювальний дріт.

Для зменшення глибини проплавлення без зниження продуктивності можна використовувати багатоелектродні автоматичні або напівавтоматичні установки. Вони дозволяють збільшити загальну величину струму та підвищити продуктивність процесу. Однак, у ремонтному виробництві наплавлення деталей декількома електродами ще не знайшло широкого застосування.

Для циліндричних деталей діаметр електричного дроту підбирається залежно від діаметру цих деталей за наступними орієнтовними даними по таблиці 4.1[11,12]:

Таблиця 4.1

Діаметр деталі, мм	50 - 60	60 - 80	80 - 100	100 - 200	200 - 500
Діаметр електродного дроту, мм	1,2	1,2...1,6	1,6...2,0	2,0...2,5	2,5...3,0

Попередньо перед початком наплавлення деталей слід підготувати до процесу та виконати наступні операції:

- Очищення поверхні

- Механічне очищення: зачистка абразивним кругом, щіткою або піскоструминне очищення.
- Знежирення: обробка розчинником (ацетон, уайт-спірит) для видалення мастил.
- Видалення іржі, окалини, фарби (якщо є).

- Механічна обробка (обточування)

- Обточити поверхню під наплавлення на токарному верстаті.
- Зняти 1–2 мм поверхневого шару, видалити зношений метал.
- Забезпечити шорсткість Rz 40–60 мкм.

Довжина оброблюваної зони повинна перевищувати зону наплавлення на 10–15 мм з кожного боку.

- Попередній підігрів (обов'язковий для сталей типу 45)
 - Температура попереднього підігріву: Сталь 45 — 150–200 °С (підігрів знижує ймовірність тріщин та забезпечує рівномірне проплавлення).
 - Контроль — термореєдоло або контактнои (безконтактнои) термометром.

Після всіх попередніх етапів вал Ø100 мм готовий до наплавлення під шаром флюсу:

- Обрана дротова електродна проволока (Св-08Г2С)
- Вибраний флюс (АН-348А, або АН-26).

Режими наплавлення (струм, напруга, подача дроту) розраховуються за вихідними даними.

Найвищу якість наплавлення отримують на постійному струмі при зворотній полярності. Сила струму впливає на продуктивність наплавлення і глибину проплавлення основного металу деталі. З її збільшенням ці параметри також зростають. Сила струму вибирається залежно від діаметру електродного дроту. Приблизно сила струму I може бути визначена по формулі [1,11,12]:

$$I = 100d_{np} + 10d_{np}^2 = 100 \cdot 2 + 10 \cdot 2^2 = 240 \text{ A};$$

де d_{np} - діаметр електродного дроту, мм.

Напруга дуги при наплавленні приймається 25...30В, що сприяє хорошому формуванню валиків, що наплавляються.

Швидкість подачі електродного дроту вибирається з таким розрахунком, щоб процес горіння дуги був безперервним. Вона залежить від сили струму, напруги, діаметру дроту і може бути визначена по формулі. м/год

$$V_{np} = \frac{4\alpha_n I}{\pi d_{np}^2 \gamma} = \frac{4 \cdot 11 \cdot 312,5}{3,14 \cdot 2,5^2 \cdot 7,85} = 68,55 \text{ м / год};$$

де α_n , - коефіцієнт наплавлення, (г/А·год); приймаємо для наплавлення під шаром флюсу $\alpha_n = 11-18$ (г/А·год);

γ - щільність металу напавленого валика, г/см³; для сталі 7,85 г/см.

При різних режимах наплавлення швидкість подачі дроту зазвичай змінюється від 75 до 200 м/год.

На підставі певних значень за даними таблиці 4.1 вибирається апарат для наплавлення і джерело струму. А580 джерело зварювального струму ПСО-500 [11,12]

Швидкість переміщення дуги щодо деталі V_H швидкість наплавлення визначається по формулі м/год [1]

$$V_H = \frac{\pi d_{np}^2 V_{np} k}{4haS};$$

де k - коефіцієнт переходу металу електродного дроту в наплавлений метал, $k = 0,85 \dots 0,9$;

h - товщина шару, що наплавляється, мм,

a - коефіцієнт, що враховує відхилення фактичної площі перетину напавленого шару від площі прямокутника S висотою h , для орієнтовних розрахунків можна приймати $h = 1,0$ крок наплавлення, мм.

В реальних умовах ремонтного цеху швидкість наплавлення зазвичай складає 10-20 м/год.

Крок наплавлення приймають з розрахунку перекриття валиків на 1/3 їх ширини залежно від діаметру електродного дроту розмір кроку може бути прийнятий $S = (2-3) d_{np} = 2,5 \cdot 1,2 = 2,4$ мм. Більше значення межі приймається для деталей більшого діаметру [1].

$$V_H = \frac{3,14 \cdot 2,5^2 \cdot 68,55 \cdot 0,85}{4 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 2,4} = 47,65 \text{ м / хв};$$

Частота обертання деталі при напавленні визначається по формулі, мин^{-1}

$$n = \frac{V_H}{60\pi D} = \frac{47,65}{60 \cdot 3,14 \cdot 0,995} = 0,25 \text{ об / хв};$$

де D - діаметр деталі, що наплавляється, м.

Виліт електродного дроту коливається від 10 до 25мм і залежить від сили струму. Для орієнтовних розрахунків довжину вильоту l_v можна приймати

$$l_v = (10 \div 12) d_{np} = 10 \cdot 2 = 20 \text{ мм};$$

Зміщення електроду сторону, протилежну обертанню деталі, дає можливість збільшити час знаходження розплавленого металу в площинах, близьких до горизонтальних, і тим самим зменшити можливість стогону розплавленого металу і шлаку. Зсув електроду коливається від 2 до 25мм залежно від діаметру деталі і може бути визначено із співвідношення [1]:

$$l_c = (0,05 - 0,07)D = 0,05 \cdot 99,5 = 4,98 \text{мм};$$

Маса наплавленого металу дорівнює, г [1]:

$$G = \pi \cdot D \cdot l_c \cdot h \cdot \gamma = 3,14 \cdot 99,5 \cdot 2 \cdot 7,85 = 4905 \text{г};$$

де l_c - довжина частини деталі, що наплавляється, см; h - товщина шару, що наплавляється, см;

Витрата електродного дроту з урахуванням втрат на чад і розбризкування [1,11]

$$G_{np} = \frac{G}{k} = \frac{4905}{0,85} = 5770 \text{г};$$

Час наплавлення, хв: основне /чисте/

$$T_0 = \frac{60G_{np}}{I\alpha_n} = \frac{60 \cdot 5770}{240 \cdot 11} = 122,44 \text{хв};$$

штучно-калькуляційний час наплавлення

$$T_{шк} = T_0 \kappa_n = 122,44 \cdot 1,1 = 135 \text{хв};$$

де κ_n - коефіцієнт, що враховує підготовчо-завершальні операції при напавленні; $\kappa_n = 1,1 \dots 1,3$.

Висновки

У процесі експлуатації, зберігання або транспортування гірничих машин змінюються їх фізико-механічні та геометричні характеристики. З часом настає момент, коли подальша експлуатація стає неможливою або економічно не доцільною. Тому машини потребують постійного технічного обслуговування та ремонту для підтримання їхнього справного стану [11,12].

Ретельне виконання всіх видів ремонту та технічного обслуговування гірничої техніки з використанням сучасних технологій можливе лише за наявності добре розвиненої системи виробничих та ремонтних підрозділів. Тому важливо залучати новітні-прогресивні технології та створювати і постійно вдосконалювати базу для ремонту і обслуговування техніки на підприємствах [10,11,12].

В кваліфікаційній бакалаврській роботі було розроблено технологію ремонту плаского грохоту типу ГП-4 з відновленням валу із застосуванням наплавлення під шаром флюсу [1].

У першому розділі було обгрунтовано вибір типу машини та надана коротка характеристика технологічного процесу, умови експлуатації машини і проаналізовано устаткування, придатного для вихідних умов експлуатації.

У другому розділі зроблено Опис конструкції грохота його призначення та принцип дії і наведена технічна характеристика.

У третьому розділі були розглянуті питання з організації ремонту машини які складаються з:

- Розробки технологічної схеми ремонту
- Розбирання грохоту
- Миття машин
- Дефектація деталей грохоту
- Комплектування деталей грохоту
- Збирання грохоту

Четвертий розділ містить опис технологічного процесу ремонту деталей вузла грохота до якого увійшли такі питання як: аналіз процесу зношування

деталей вузла з метою визначення найбільш зношуваних деталей; опис базового технологічного процесу відновлення деталей вузла; визначення межопераційних розмірів відновлюваних деталей вузла; визначення параметрів режиму наплавлення.

Запропонований спосіб наплавлення під шаром флюсу має низку переваг: продуктивність у 5–10 разів вища порівняно з ручним наплавленням, широкі можливості одержання потрібних механічних властивостей наплавленого шару, використання керамічного флюсу дозволяє уникнути додаткової термообробки, економна витрата електроенергії і електродного дроту, поліпшені умови праці зварювальника (закрита дуга), но при цьому є і недоліки до яких слід віднести: необхідність відокремлення шлакової кірки, швидке й глибоке прогрівання, яке іноді призводить до зміни фізико-механічних властивостей і деформації деталі, зниження втомної міцності деталей на 20...40 % внаслідок залишкових напружень, складність утримання флюсу на поверхні деталей діаметром менше 50 мм. Однак в останній час для утримання флюсу на поверхні деталі діаметром менш як 70 мм, пропонується використовувати флюсоутримуюче пристосування у вигляді воронки – насадки спеціальної форми, яка розташовується навкруги мундштука автоматичної наплавлювальної головки [11,12].

Але в цілому механізація та автоматизація зварювально - наплавлювальних робіт вирішує дві головні задачі: різке підвищення продуктивності праці і поліпшення якості зварювального шва або наплавленого на деталь шару металу.