

ВСТУП

Використання родовищ корисних копалин залізної руди включає різні аспекти: в науковій області, виробничо-експлуатаційній діяльності та екологічній.

Значне місце в цій комплексній проблемі займають процеси збагачення корисних копалини залізної руди. Великі об'єми корисних копалин необхідно дробити і подрібнювати перед їх збагаченням.

Розвиток гірничодобувної, будівельної та інших галузей промисловості вимагають безперервне зростання обсягів виробництва матеріалів, які необхідно дробити та подрібнювати. Це в свою чергу приводить до постійно зростання витрат електроенергії, водних ресурсів та сталі, що футерується.

Значне збільшення використання енерго- водо- та матеріало- вживання призводить до зростання вжитку кам'яного вугілля і газу, що призводить до збільшення маси золи і газоподібних викидів в атмосферу.

Видобуток корисних копалин, збагачення сировини та виробництво машин і матеріалів, які використовуються для здійснення процесів дроблення та подрібнення, викликають наступні чинники, які призводять до погіршення і без того складної ситуації в провідних економічних районах видобутку залізної руди екологічної обстановки. Все ці чинники вимагають всебічного наукового вивчення та вдосконалення технології процесу дроблення. В свою чергу призводить до:

- створення нових високотехнологічних збагачувальних машин для дроблення корисних копалин залізної руди;
- способів автоматичного контролю за працею найбільш енергоємних деталей та вузлів цих машин.

На сьогодні механічними способами збагачення корисних копалин витрачається на Україні 5...8% всієї електроенергії, яка генерується. Приблизно 80% енерговитрат на збагачувальній фабриці приходить на дроблення та подрібнення.

Тому надважливою задачею є розробка нових видів та вдосконалення конусних дробарок, які мали б мали більш високі експлуатаційно-технічні показники порівняно з існуючими конструкціями.

Для конусних дробарок напрямами вдосконалення є підвищення ступені дроблення та зниження енерговитрат на дроблення сировини залізорудної маси.

Мета бакалаврської роботи – удосконалення існуючої конструкції конусної дробарки ККД-1500/180 з метою підвищення ефективності процесу дроблення

Літієво-силікатна склокераміка для стоматології : пат. 123209 Україна : А61К 6/027, А61К 6/08, А61К 6/02. № u 2017 11766 ; заявл. 01.12.2017 ; опубл. 12.02.2018, Бюл. № 3. 5 с.

1 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МАШИНИ

1.1. Короткий опис та характеристика технологічного процесу

Схема послідовного ланцюга апаратів, яка використовується на дробильній фабриці зображена рис. 1.1 [1].

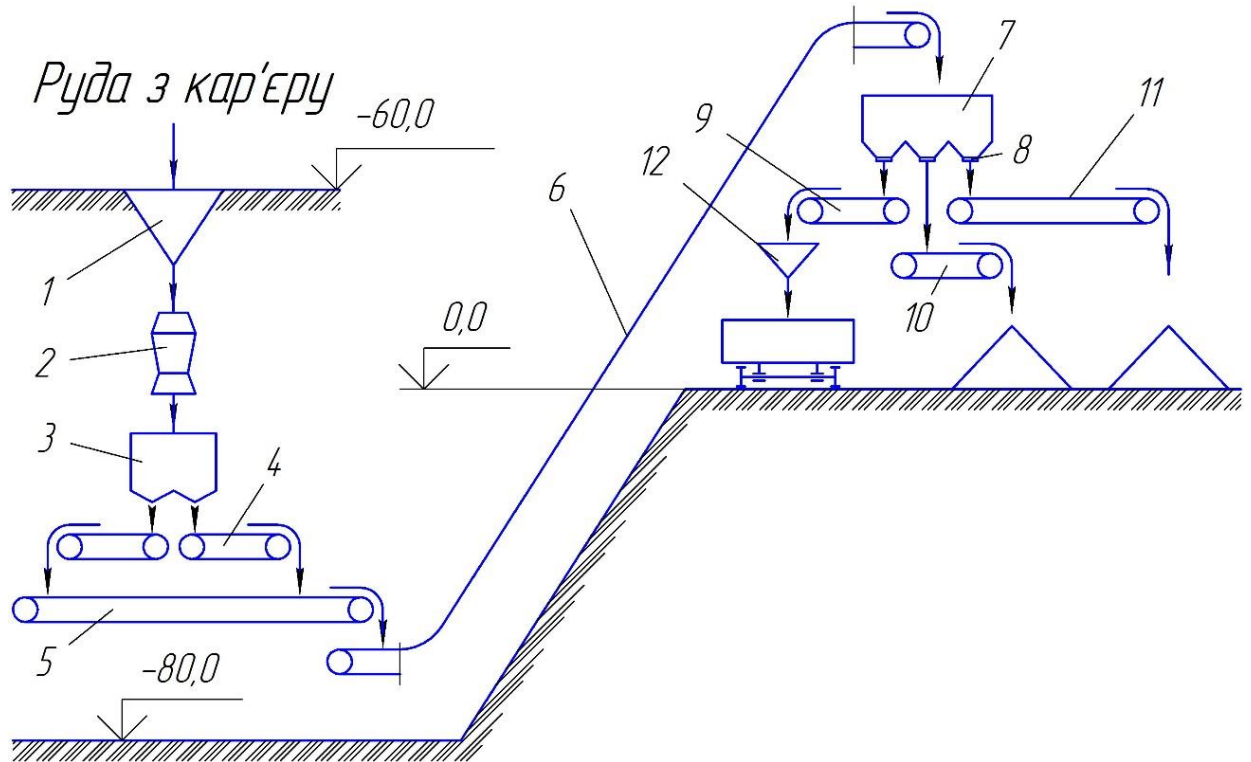


Рис. 1.1 – Схема послідовного ланцюга апаратів на дробильній фабриці: 1 – воронка яка приймає руду після самоскида; 2 – конусна дробарка крупного дроблення ККД-1500/180; 3, 7, 12 – бункера; 4 – живильник ПП2-24-60; 5, 9, 10, 11 – конвеєри стрічкові; 6 – система стрічкових конвеєрів для транспортування на поверхню кар'єра; 8 – затвор.

Характеристика технологічного процесу дроблення

При дробленні гірської породи (залізної руди) рвуться зв'язки між елементами кристалічної структури без зміни агрегатного стану речовини. Міцність сировини залізної руди на декілька порядків менша за теоретично розраховану. Ця різниця виникає між теоретичною і реальною міцністю через те, що в тілі куска залізної руди є внутрішні дефекти кристалічної структури, а саме мікропори і мікро тріщини [1-3].

Також міцність елементів кристалів впливає їх розташування. Під цим впливом зовнішнє зусилля дуже легко переміщаються між собою елементи дефектів і з іншими дефектами, об'єднуються і виходять на поверхню куска залізної руди. Вже сам зсув внутрішньої структури хоч би на один ряд атомів ослаблює кристал залізної руди [1-3].

Завданням операцій дрібнення в ході збагачення корисних копалини є розкриття мінеральних зерен залізної руди. При руйнуванні самих зерен, збільшуються дефекти структури кристалу залізної руди тобто шматка в міжзернових шарах, а при подальшому механічному впливі руйнуються в першу чергу шари на поверхні шматка [1-3].

Залежно від властивостей залізничної породи, що дробиться можна впливати на шматки різними способами [1-3].

Під час дослідження шматків гірських порід існує декілька груп сил зчеплення, а саме:

- перша група сил діє усередині кристалів,
- друга група сил діє між окремими кристалами [1-3].

Обидві групи сил мають однакову фізичну природу але вони розрізняються між собою за значенням [1-3].

Сили, які діють між кристалами у багато разів менше ніж сили які діють в усередині кристала. Це все пов'язано з взаємодіючими частинками при зчепленні кристалів і сили у багато разів більше за рахунок відстаней між частинками усередині кристалів. Крім того, гірські породи, а саме залізні руди складаються з декількох різних за складом мінералів де контакти між зернами мінералів мають свої сили зчеплення. В свою чергу це розглядається, як місця, в яких в першу чергу зароджуються дефекти і мікротріщини [1-3].

Процес дроблення та подрібнення матеріалу твердого тіла від зовнішнього навантаження починається зі зміни на мікроскопічному і субмікроскопічному рівні [1-3].

У шматках залізної руди з різних родовищ ці зміни мають різний характер. В свою чергу у кольорових металах процес дроблення починається

з пластичної деформації, тобто незворотні взаємні зрушення шарів матеріалу. При подальшій тиску на шматок це приводить до появи в ньому мікропор і мікротріщин, які в свою чергу збільшуються в розмірах та рпочинають об'єднуватися в одну або декілька більш великих тріщин, що в свою чергу розділяє шматок на декілько частини [1-3].

У гірських породах залізничної руди вже існує система мікроскопічних тріщин і пір в початковому стані тобто в гірничому масиві. При невеликому зусиллі зовнішніх сил розміри та щільність мікропошкоджень збільшуються і наступає руйнування [1-3].

При циклічному навантаженні зовнішніми силами шматка відбуваються незворотні зміни мікроструктури, які в свою чергу накопичуються із збільшенням числа циклів. Це пояснює явище, як втома матеріалу [1-3].

Після досягнення критичної напруги тріщина розповсюджуватиметься далі мимоволі, оскільки при цьому сумарна енергія системи на дроблення (шматок під напругою та тріщиною) буде зменшуватиметься, а згідно закону термодинаміки процеси у яких буде зменшуватися енергія то ці системи протікають мимоволі. Визначення критичної напруги деформації розраховується, як обернено пропорційна до квадратного кореню з довжини тріщини на модуль пружності матеріалу та питому поверхневу енергію тріщини. Де ця тріщина критичної довжини називається тріщиною Гріффітса [1-3].

Енергія, яку необхідно витратити на дрібнення, у набагато перевищує приріст вільної поверхневої енергії твердого тіла шматка, через зменшення розмірів зерен. Тобто енергетичний к.к.д. дрібнення, який рахований за поверхневою енергією, буде складати близько 0,1% [1-3].

Механічна енергія, що підводиться до поверхонь дробарки, які за футеровані витрачається на наступне:

- по перше на пружну та пластичну деформації: зерен шматка, що дробиться; на робочі поверхні машини, що приводить до зміни структури

матеріалу (порушення і зсув в кристалічній решітці футерування); та механохімічні реакції;

- по друге передача кінетичної енергії на шматки, тертя шматків між собою та поверхню руйнування; спрацювання робочих поверхонь машини;
- по третє безрезультатні зусилля які не впливають на розпад зерен на частинки, а тільки на навантаження шматків;
- наступні на звукові коливання і ін. [1-3].

Всі ці втрати механічної енергії, які ми підведемо до робочих поверхонь дробарки, перетворюються на тепло. Величина загальних витрат визначається дослідями, наприклад приміщенням працюючої дробарки в калориметр [1-3].

Під час дроблення та подрібнення матеріалу процес проходить безперервно та одночасно дії де подається не один шматок, а велика кількість [1-3].

Підчас дроблення в зоні руйнування:

- одна кількість шматків одержує недостатні зусилля та навантаження що їх не руйнує;
- інша кількість шматків має надмірні навантаження і частина енергії витрачається на повне руйнування;
- деяка частина шматків проходить через дробарку, не одержавши навантаження через малий час перебування в ній [1-3].

В умовах масового дроблення та подрібнення зусилля та навантаження різко відрізняються від руйнування одиночного шматка і перенесення цих закономірностей, які були встановлені для одного зерна, на масове руйнування навряд не можливо. Тобто при масовому дробленні та подрібненні повинні виявлятися статистичні закономірності [1-3].

1.2. Умови експлуатації машини

Конусна дробарка працює в дуже важких умовах в умовах сильного запилення. Режим роботи конусної дробарки безперервний 24/7 [1-3].

Вона працює в двох змінному режимі, між змінами не проводяться зупинки на профілактичне обслуговування [1-3].

Температура навколишнього повітря в приміщенні фабрики в літній період року може досягати 45°C і більш, відносна вологість –50%, запилення – 120 мг/м³ [1-3].

У холодний період року відносна вологість повітря досягає 70%, запилення до 56,4 мг/м³ [1-3].

1.3. Аналіз обладнання, що може бути використано у таких умовах.

Сучасні конусні дробарки крупного кускового дроблення (ККД) використовуються для дроблення залізної руди з границею міцності на зусилля стиснення до 300 МПа [2].

Для першої стадії дроблення матеріалу після масового руйнування гірничого масиву обираються дробарки з основних п'яти типорозмірів:

1. ККД-500/75,
2. ККД-900/140,
3. ККД-1200/150,
4. ККД-1500/180,
5. ККД-1500/300. [1-3]

Якщо необхідна друга стадія крупного дроблення найчастіше обирають редуційні дробарки трьох типорозмірів :

1. КРД-500/60,
2. КРД-700/75,
3. КРД-900/100. [1-3]

В свою чергу дробарки КРД найчастіше застосовуються при чотирьох стадійних схемах дроблення. В деяких випадках вони також можуть встановлюються для "під-дроблення" залізної руди, яку отримано з ККД, перед подачею цієї сировини на III стадію. Їх також іменують «дробарками для

редукційного дроблення». Проте КРД також використовують і як самостійні дробарки I стадії дроблення [1-3].

Конусні дробарки ККД та КРД всіх типорозмірів (винятком є ККД-1500/300) виготовляються у двох варіантах, які відрізняються між собою способом зміни розміру ширини вихідної щілини:

1) з механічним підйомом конуса, що дробить. Регулювання щілини виконується за допомогою підтягання верхньої гайки на вертикальному валу з конусом, що дробить, яка в свою чергу сполучається з внутрішньою втулкою вузла підвіски;

2) з гідравлічним регулюванням щілини. Регулювання виконується за допомогою тиска мастила на поршень, що нагнітається в гідравлічний домкрат. Він розташований під нижньою частиною вертикального валу з конусом [1-3].

Числа в маркуванні конусних дробарок крупного дроблення визначають:

- перше число ширину приймального отвору:
- друге число ширину вихідної щілини в розкритому положенні [1-3].

В бакалаврській роботі обираємо та розглядаємо дробарку ККД-1500/180.

2 ОПИС БАЗОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ КОНУСНОЇ ДРОБАРКИ ККД 1500-180

2.1. Призначення та область застосування конусної дробарки ККД 1500-180

Конусна дробарка ККД 1500-180 призначена для крупного дроблення рудних і нерудних кам'яних матеріалів великої твердості. Дробарка конусна мають просту конструкцію, надійність та зручність в процесі експлуатації [1-3].

2.2. Технічна характеристика конусної дробарки ККД-1500-180

Технічна характеристика конусної дробарки крупного дроблення ККД-1500/180 [1-3]:

Ширина щілини, що приймає, мм	1500
Найбільший розмір шматків для живлення, мм	1200
Ширина щілини для розвантажування мм	180
Збільшення розвантажувальної щілини, що допускається, мм	+40
Частота гойдання конуса, що дробить, об/хв	90
Продуктивність при ширині щілини на залізній руді з опором до 300 МПа, м ³ /год	1450
Потужність головного приводу, кВт	не більше 320
Частота обертання електродвигуна, об/хв	590
Напруга, В	3000/5000
Підйом конуса від робочого положення, що дробить, допускається на, мм	200
Маса дробарки без електричного та змащувального обладнання, т	393
Маса окремих вузлів, т:	
– нижня частина станини в зборі	66

– середня частина станини в зборі	140
– броня середньої астини станини	25,3
– траверси в зборі	73,8
– конус, що дробить, в зборі	79,8
– вал конуса, що дробить	34,6
– броня конуса, що дробить	11,764
– ковпак	6,3
– ексцентрик в зборі	11,1
– зубчате велике колесо	3,86
– приводний вал в зборі	22,6
– шків приводний з валом, муфтою і фундаментною плитою	9,7

2.3.Опис конструкції та принципу дії конусної дробарки ККД-1500-180

Загальна конструкція конусної дробарки крупного дроблення ККД-1500/180 зображена на рис. 2.1 [1-3].

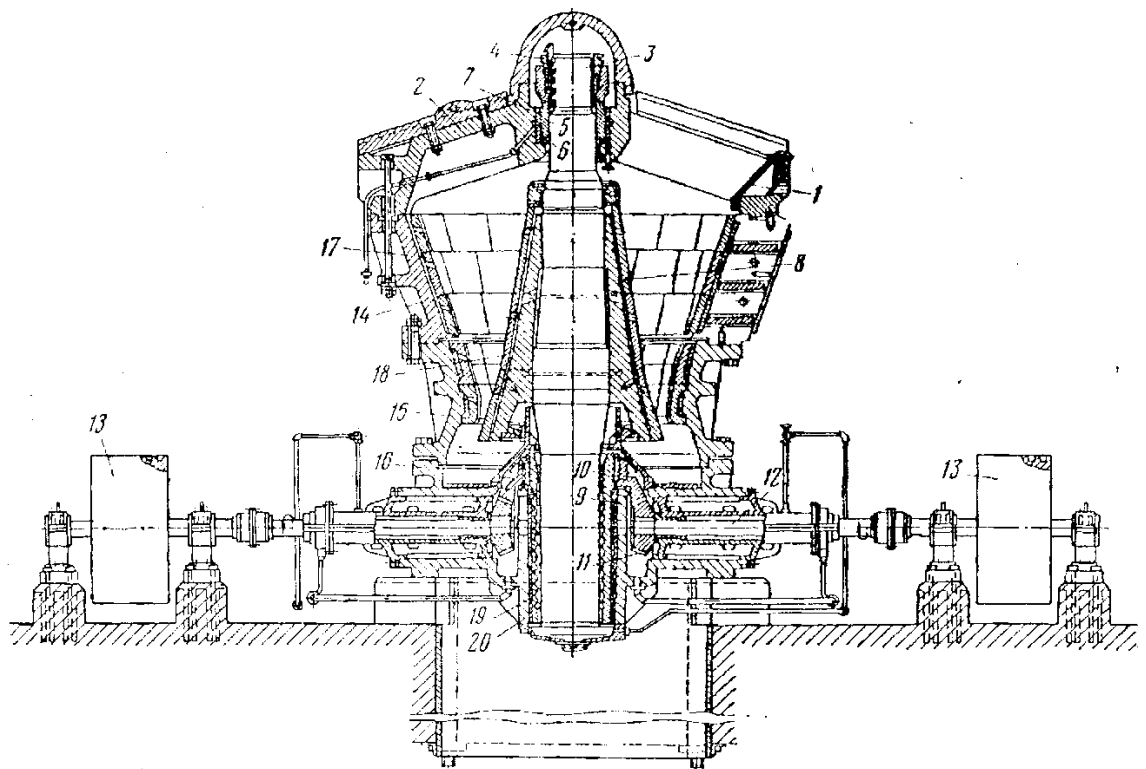


Рис. 2.1 - Загальна конструкція конусної дробарки крупного дроблення ККД-1500/180: 1, 14, 15 – пояс (кільця), 2 – траверса, 3 – вал головний, 4 –

гайка, 5 – втулка, 6 – кільце нерухоме, 7 – обойма нерухома, 8 – конус, що дробить, 9 – стакан ексцентриковий, 10 – шестерня конічна, 11 – шестерня мала, 12 – вал горизонтальний, 13 – шків, 16 – станина, 17, 18 – футерування конуса, 19 – втулка нерухома, 20 – патрубок.

Зовнішній корпус конусної дробарки складається з декількох сполучених між собою поясів (кілець) 1, 14 і 15. Приймальна воронка (верхній пояс) 1 відлита разом з траверсою (хрестовиною) 2, де в центральній частині розташований ковпак, який закриває підвісний підшипник головного вертикального валу 3. Геометрична вісь головного вертикального валу відхилена від вертикалі на малий кут ε і в свою чергу при роботі описує конічну поверхню. Верхній кінець вертикального валу 3 через загвинчену на нього гайку 4 сполучений з втулкою 5, яка в свою чергу перекочується по кільцю 6, що не рухається. Зовнішня поверхня втулки 5, яка має конічну форму, через це вона завжди буде притиснута по одній з своїх боків до нерухомої обойми 7, яка в свою чергу буде запресована в траверсу 2. В результаті чого підшипник ковзання, який забезпечує дві опорні реакції:

- сила тяжіння вертикального валу та вертикальна складова зусилля, що дробить передаються через торець конічної втулки 5 далі на кільце 6 і від нього на нерухому траверсу 2;

- горизонтальне зусилля, що діє на вертикальний вал з боку шару матеріалу, що дробиться врівноважується горизонтальною реакцією обойми 7, до якої затиснута конічна втулка 5 [1-3].

На головний вертикальний вал 3 з натягом посаджений на конус, що дробить, 8. Нижній кінець вертикального валу вставлений в ексцентриковий стакан 9, до нього в свою чергу на шпонці закріплена шестерня конічна 10, що також знаходиться в зачепленні з шестернею малою 11. Остання в свою чергу розташована на горизонтальному валу 12, який приводиться в обертання від електродвигуном за допомогою шківа 13 та клинопасової передачі [1-3].

В ексцентриковому стакані 9, внутрішня та зовнішня поверхня залита бабітом, де обертається усередині нерухомої сталюї втулки 19, де також запресована внутрішньо в центральний вхід, патрубок 20. Патрубок 20 відливають разом із нижньою станиною 16 [1-3].

Геометрична вертикальна вісь порожнини стакану 9 співпадає з вертикальною віссю головного вертикального валу 3, де при обертанні стакану вертикальний вал і конус, що дробить 8, виконують кругові коливання ("гіраційні рухи"), та мають нерухому точку, яка розташована в центрі верхнього підвісу (процесійний рух, як у конічного маятника) [1-3].

Відстань між футеруваннями поясів 17 та конуса, що дробить 18 то зменшується то збільшується [1-3].

В місці найменшого зближення конусів матеріал сировини дробиться, а де вони максимально розсуваються роздроблений матеріал розвантажується в розвантажувальну щілину. Для того щоб регулювати розмір вихідної щілини через зношення футерування, служить гайка 4. При підтягуванні гайки, підіймають вертикальний робочий вал разом з конусом, що дробить, тому щілина буде зменшуватися [1-3].

Для змащення ексцентрикового механізму та зубчатої конусної передачі використовують примусову циркуляцію рідкого масла, що подається насосом під тиском на всіх поверхні, які труться. Також для змащення деталей підвісного вузла 5, 6 і 7 використовують згущене мастило, яке подається під тиском окремо [1-3].

3 РОЗРОБКА УДОСКОНАЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ КОНУСНОЇ ДРОБАРКИ ККД-1500-180

3.1 Перелік та аналіз основних недоліків конструкції конусної дробарки ККД-1500-180

Аналізуючи роботу конусної дробарки на дробильної фабрики та використаного обладнання виявлені наступні недоліки.

1. Конусна дробарка крупного дроблення для першого ступеня ККД-1500/180 має низьку ступінь дроблення, яка в свою чергу пов'язана з малою інтенсивністю процесу дроблення сировини з залізної руди. Це в свою чергу збільшує кількість стадій дроблення сировини та підвищує затрати на дроблення гірської маси.

2. При обертанні вертикального вала з насадженим на ньому конуса, що дробить з частотою обертання до $n = 90 \text{ об/хв}$. Під час обертання зусилля для дроблення зростають поступово, що знижує інтенсивність руйнування розпушеної гірської породи. Якщо збільшити частоту обертання конусу, що дробить це призводить до великих навантажень та зусиль на привод та конструкцію нерухомої частини конусної дробарки.

3.2 Пропозиція щодо удосконалення конструкції конусної дробарки ККД-1500-180

Метою удосконалення конусної дробарки ККД-1500/180 є підвищення ступінь дроблення. Для збільшення інтенсивності процесу дроблення сировини необхідно створювати додаткові пульсуючі зусилля на шматки залізної руди, що дробиться.

Пропоноване удосконалення дозволить збільшити ступінь дроблення та зменшити витрати на дроблення рудних матеріалів.

Вирішення поставленої мети :

1. Провести літературно-патентний пошук конструкцій конусних дробарок в яких розглядалися питання з підвищення інтенсивності дроблення гірничої маси [4-11].

2. Обґрунтувати вибір обраного технічного рішення конструкції конусної дробарки.

3. Розробити заходи щодо технічного обслуговування удосконаленої конусної дробарки.

4. Розробити креслення удосконаленого вузла конусної дробарки.

3.3 Опис удосконаленої конструкції конусної дробарки ККД-1500-180

Результаті проведеного аналізу патентно-літературного огляду можливо обрати технічне рішення, яке усуває виявлені недоліки конструкції конусної дробарки крупного дроблення [4-11].

За основу удосконалення конструкції конусної дробарки приймаємо авторське свідоцтво № 1563747 [8].

Розглянемо більш докладніше принцип роботи удосконаленої дробарки (рис. 3.1).

Стрілками на рис. 3.1 показані:

- напрям обертання додаткового вантажу дебалансного приводного вібратору, який розташований у внутрішньому конусу;
- додаткового дебалансного вантажу корпусу станіни;
- напрям обертання валу привода електродвигуна;
- напрям векторів сил, що виникають при роботі конусної дробарки.

Дробарка працює наступним чином [8].

Момент від електродвигуна, що крутить, від приводного елемента 19 через конічну зубчасту шестерню 20, та конічний зубчатий вінець 14 і додатковий циліндричний зубчатий вінець 18, передається одночасно додатковому вантажу 7 та вібратора 6, а також додатковому вантажу 17 в корпусі 1 [8].

При обертанні конічної шестерні 20, її нижні та верхні конічні зуби рухаються в протилежному напрямі щодо один одного, а отже, вінці 14 і 18, які сполученим з вантажами 7 і 17, мають зустрічне обертання [8].

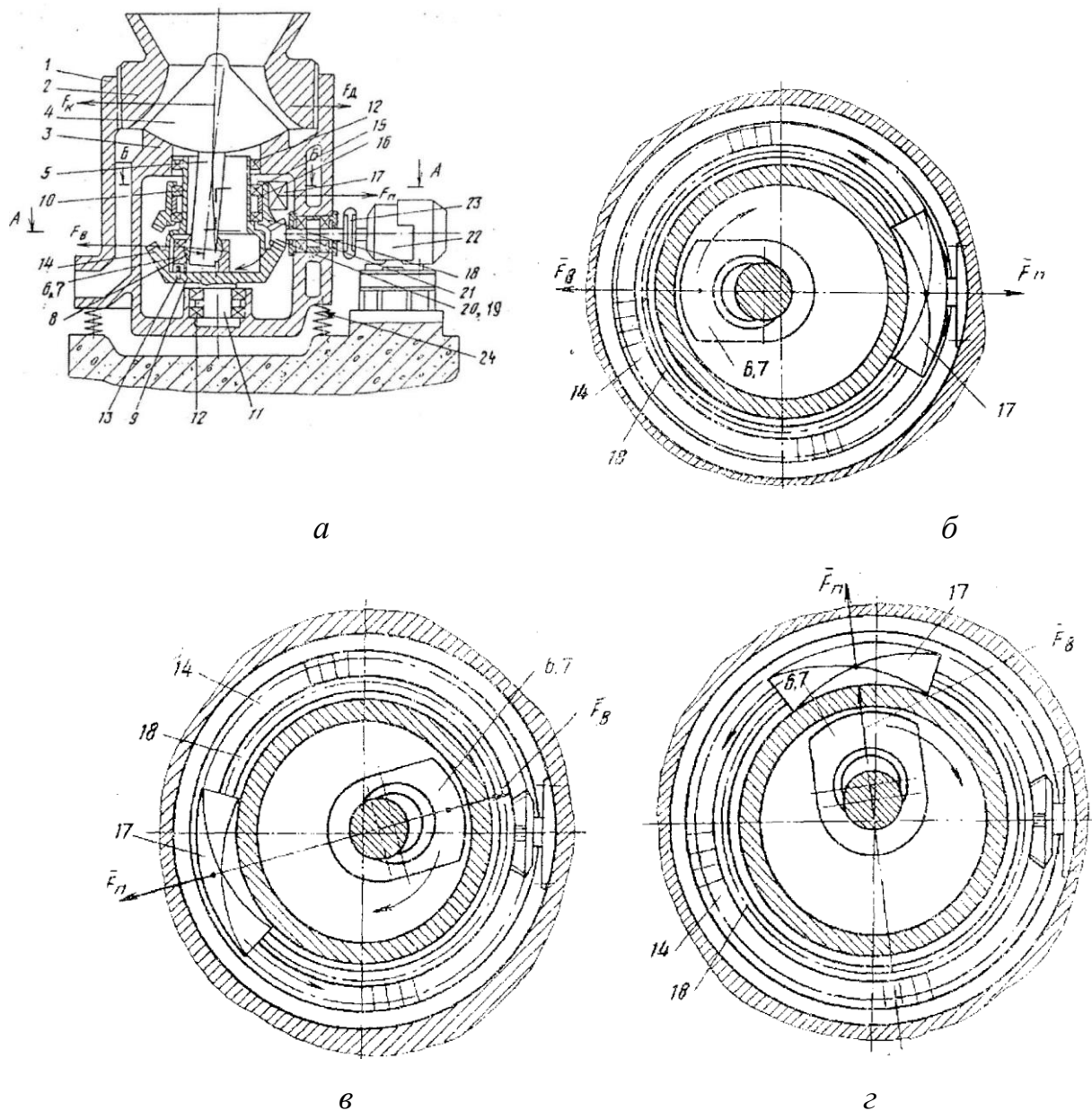


Рис. 3.1 - Схема до принципу роботи удосконаленої конусної дробарки: *а* – конструкція інерційної конусної дробарки, подовжній переріз; *б* – переріз Б –Б (на початку періоду пульсації); *в* – переріз Б –Б (середня позиція по закінченню половини періоду пульсації); *г* – переріз Б –Б (кінцева позиція по закінченню одного періоду пульсації) [8].

Обертання вібратора 6 з додатковим вантажем 7 призводить до виникнення відцентрової сили \vec{F}_e , яка заставляє внутрішній конус, що дробить

4 відхилятися від вертикальної осі конусної дробарки та здійснювати рух на сферичній опорі 3 у вигляді гіраційні коливанні. Ці рухи також приводить до виникнення відцентрової сили \bar{F}_k , яка прикладена до центру тяжіння внутрішнього конусу, що дробить 4, яка також направлена в ту ж саму сторону, що і сила \bar{F}_e вібратора [8].

Обертання додаткового вантажу на корпусу 1 приводить до виникнення відцентрової сили \bar{F}_n , що змушує корпус 1 відхилятися від центральної вісі свого положення в стані спокою та виконувати коливальні рухи по колу, за рухом вантажа 17. Це в свою чергу приводить до виникнення відцентрової сили \bar{F}_o , яка буде прикладена до центру тяжіння корпусу 1, в напрямку що і сила \bar{F}_n вантажу 17 [8].

Оскільки обертання додаткового вантажу 7 вібратора 6 направлено в протилежний бік обертання додаткового вантажу 17 корпусу 1, остільки сили \bar{F}_k і \bar{F}_o , що розвиваються внутрішнім конусом, що дробить 4 та корпусом 1 (у місці їх контакту), періодично вони складаються, або врівноважують один одного при противо фазі направленості. При противо фазі направленості відцентрових сил, які в свою чергу розвиваються внутрішнім конусом, що дробить 4 і корпусом 1, виникає зусилля дії на шматки сировини максимальне. При виникненні однієї направленості сил \bar{F}_k і \bar{F}_o , – зусилля дії на шматки сировини буде мінімальне. Таким чином, маємо періодичне чергування максимальних величин піків зусиль дії на шматків сировини з мінімальними, тобто пульсація пікових зусиль [8].

При цьому виникнення максимального за величиною пікового зусилля в конусної дробарці забезпечується тільки за рахунок зустрічного обертання вантажів 7 і 17 і це не залежить від співвідношення кількості конічних зубів та діаметрів зубчатих вінців 18 і 14. Крім того, маємо зустрічне обертання вантажів 7 і 17, яке обумовлено рівністю періодів пульсації пікових зусиль (в середньому) та дорівнює половині періоду коливання вантажу 7 або 17 [8].

Оскільки кутова швидкість вінця 18 буде більше кутової швидкості вінця 17, то маємо період пульсації пікових зусиль за часом менше половини

періоду коливання вантажу 7, а в цьому випадку частота пульсації пікових зусиль буде більш в два рази більше ніж частоти коливання вантажу 7, що в свою чергу приводить до ще більшого зниження амплітуди вимушених коливань та до більшого підвищення стійкості дробарки [8].

Кутова швидкість додаткового зубчатого вінця 18 з вантажем 17 приводить до того, що кут повороту його (після закінчення періоду пульсації) буде більше кута повороту зубчатого вінця 14 з додатковим вантажем 6. Звідкіля область локальної дії максимального (пікового) або мінімального зусилля (за період пульсації) зміщується у бік зубчатого вінця 18. Ці пульсації нестационарні і рівномірно переміщуються по периметру робочої поверхні зовнішнього конуса, що дробить 2. Це перешкоджає утворенню застійних зон, сприяючи інтенсифікації процесу дроблення [8].

Тривалість дії максимального зусилля складає 0,0005...0,001с, який вираховується через середній час повороту вібратора з вантажем 7 (або вплив додаткового вантажу 17) в ході проти фазного направлення на $3...4^\circ$ [8].

Конструкція конусної інерційної дробарки показана на рис. 3.2. Конусна дробарка розроблена за секційною схемою. Секції з'єднані між собою болтовим з'єднанням М100. Секція завантаження 1 та дроблення 2 мають футерування для захисту від зношення корпусу дробарки [8].

Сферичним підп'ятником 14 сприймаються зусилля від:

- сили тяжіння головного вертикального валу 7;
- конусу, що дробить 8;
- вертикальна складова зусилля дроблення [8]..

Збурююча сила від декількох дебалансів прикладена до головного вертикального валу і через нього впливає на конус, що дробить [8].

Конструкція нижнього вібратора у вигляді втулки, яка має внизу спеціальний виступ, який входить в паз [8].

При обертанні стакану 10 обертається і вібратор та виникає відцентрова сила, яка зміщує нижню частину вертикального валу від центру до периферії при цьому утворюється конічний рух вертикального валу [8].

Стакан 10 опирається на підшипниковий вузол 11. В свою чергу вузол 11 складається з двох сферичних дворядних роликопідшипників з великою вантажопідйомністю [8].

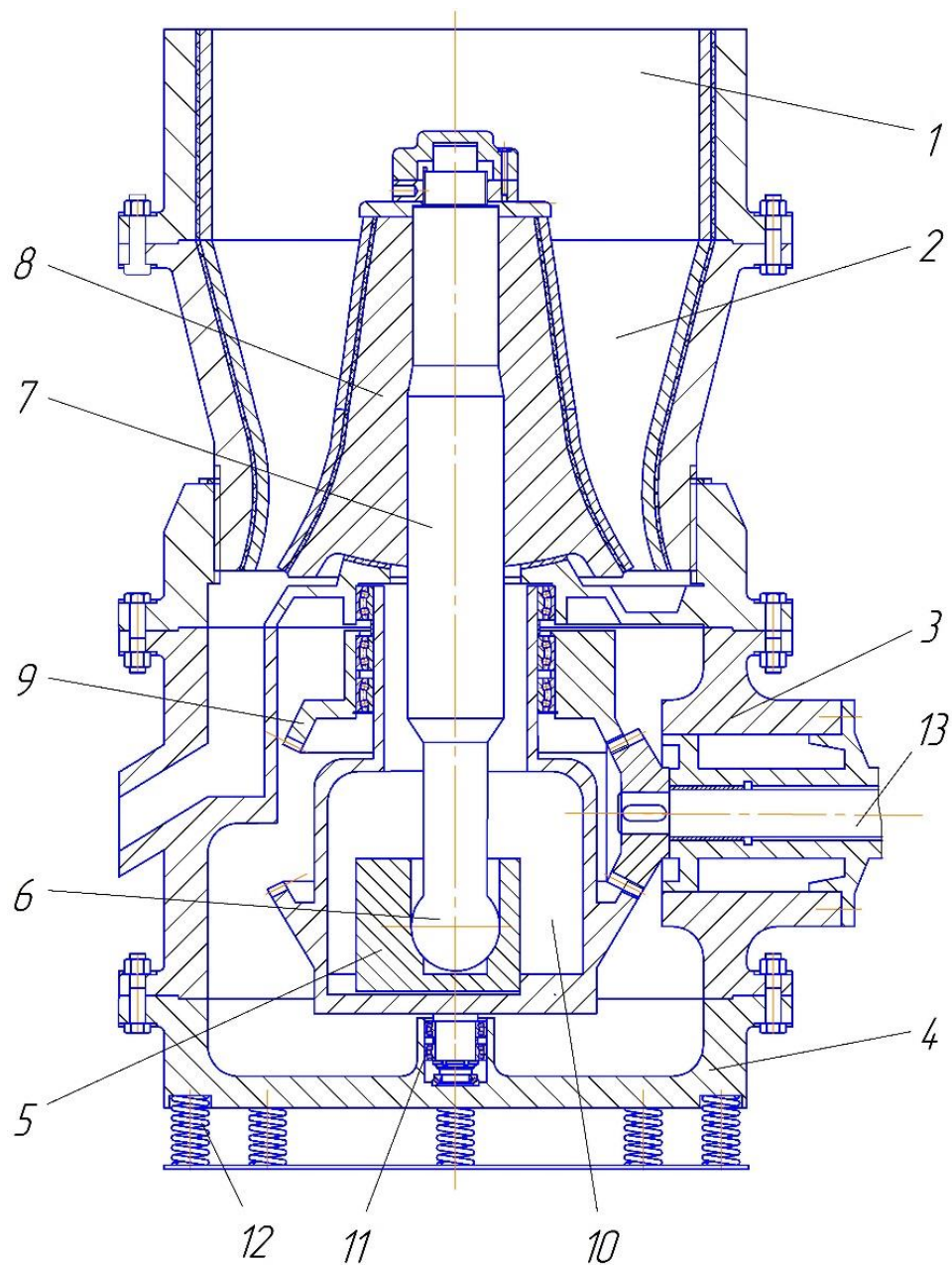


Рис. 3.2 – Загальна конструкція інерційної конусної дробарки: 1– завантажувальна секція; 2 – секція, що дробить; 3 – секція приводу; 4 – станина; 5 – вібратор; 6 – шарнір сферичний підп’ятник; 7 – головний вертикальний вал; 8 – конус, що дробить; 9 – колесо зубчасте конічне; 10 – стакан; 11 – вузол підшипниковий; 12 – пружина; 13 – вал горизонтальний приводний; 14 – підп’ятник сферичний.

Вертикальне навантаження від ваги деталей та вузлів сприймається осьовим роликотішипником. Збурююча сила від додаткового вантажу розташованого дебалансно сприймається двома сферичними дворядними роликотішипниками [8].

Конструкція приводу конусної дробарки показано на рис. 3.3. Для приводу конусної дробарки використовується низько обертовий електродвигун 1. Передача обертового моменту від приводу на горизонтальний вал дробарки здійснюється за допомогою пелюсткової муфти 2, яка в свою чергу компенсує вібраційні коливання дробарки [8].

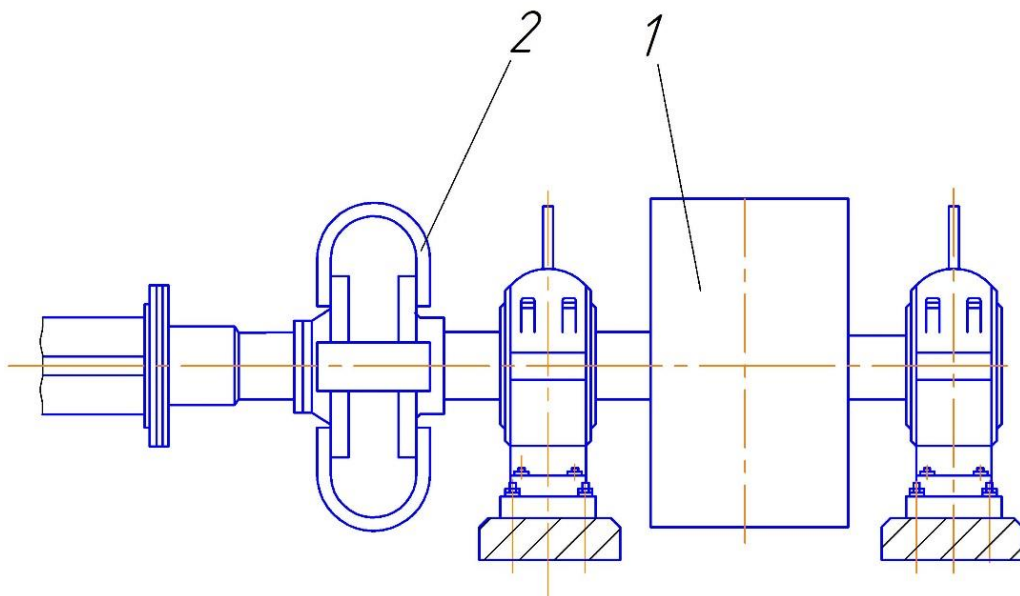


Рис. 3.3 - Привод дробарки: 1 – електродвигун, 2 – пелюсткова муфта.

У удосконаленій конструкції конусної дробарки руйнування шматків матеріалу відбувається додатково під дією пульсуючих сил, які утворюються від вібраторів [8].

При збільшенні частоти пульсацій виконується за рахунок збільшення кутових швидкостей руху дебалансів [8].

Застосування пульсуючих зусиль на шматки матеріалу, що дробиться при одночасному збільшенні їх частоти обертання дозволяє збільшити інтенсивність дроблення без перевантаження деталей конусної дробарки та приводу [8].

Виявлено, що при пульсації збільшується ступінь дроблення та знижується витрата електроенергії [8].

3.4 Визначення режимів роботи та продуктивності удосконаленої конусної дробарки ККД-1500-180

3.4.1 Вихідні дані

Для розрахунку основних конструктивних параметрів конусної дробарки ККД-1500-180 приймаємо вихідні дані з технічної характеристики

3.4.2 Визначення продуктивності [8].

Для визначення теоретичної об'ємної продуктивності конусних дробарок типу ККД [3], м³/год:

$$Q_0 = \frac{6 \cdot 10^{-4} \pi \mu (D_q - B)(b_0 + r) r n_0}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{6 \cdot 10^{-5} \pi 0,25 (2,71 - 1,5)(0,18 + 21) 21 \cdot 80}{\operatorname{tg} 26,5^\circ} = 460, \quad (3.1)$$

де μ – коефіцієнт розпушення гірничої маси, $\mu = 0,25$;

D_q – внутрішній діаметр основи чаші (зовнішнього конуса), $D_q = 2,71 \text{ м}$;

B – ширина приймального отвору, $B = 1,5 \text{ м}$;

b_0 – ширина вихідної щілини, $b_0 = 0,18 \text{ м}$;

r – ексцентриситет, який вимірюється в площині вихідний щілин,

$$r = 8,3B + 8,5 = 8,3 \cdot 1,5 + 8,5 \approx 21;$$

α – кут між утворюючими конусів, $\alpha \approx 26,5^\circ$.

Формула (3.1) не враховує вплив на продуктивність конічної дробарки наступне: фізичних властивостей матеріалу, що буде дробитися; його гранулометричної характеристики; а також тільки з геометричні розміри. Тому розрахунки за цією формулою не дають реальні результати, і відхилення від практичних даних дуже великі [3].

МЕХАНОБРОМ для розрахунку об'ємної продуктивності дробарок типу ККД прийнято наступну емпіричну формулу [3], м³/год:

$$Q_p = K_1 K_{кр} K_f K_\omega D^2 r n_0 b = 0,6 \cdot 1,05 \cdot 1,0 \cdot 2,52^2 \cdot 21 \cdot 80 \cdot 0,18 = \\ = 1210 \text{ м}^3 / \text{год}, \quad (3.2)$$

де K_1 – коефіцієнт ($K_1 \approx 0,6$ для дробарок ККД і $K_1 \approx 0,6$ для дробарок КРД);
 $K_{кр}$, K_f і K_ω – поправочні коефіцієнти на крупність, твердість і вологість.

Наведемо результати дроблення залізної руди на збагачувальній фабриці [3]:

- крупність руди в межах 1200...0 мм;
- середня міцність по шкалі залізної руди М. М. Протод'яконова 18;
- вологість, $\omega \approx 4 \%$;
- насипна щільність матеріалу, $\delta = 2,1 \text{ т/м}^3$.

Тоді маємо поправочний коефіцієнт на міцність $K_f = 0,95$; а поправка на вологість $K_\omega = 1$. [3]

Умовний крупний клас живлення матеріалу у дробарку має розмір [3], мм:

$$D_{кр} = 0,5B = 0,5 \cdot 1500 = 750$$

Згідно характеристики вихідної залізної руди зміст класу +750 мм в живленні $\alpha_{кр} = 20\%$, звідки визначаємо поправку на крупність $K_{кр} = 1,05$. [3]

Ширина приймального отвору дробарки $B = 1500 \text{ мм}$,
розмір вихідної щілини $b = 180 \text{ мм}$ (співпадає з номінальною),
діаметр конусу $D = 2,52 \text{ м}$;
ексцентриситет $r = 0,021 \text{ м}$,
частота обертання $n_0 = 80 \text{ хв}^{-1}$.

Об'ємна продуктивність, розрахована по формулі (3.2), $\text{м}^3/\text{год}$:

$$Q_p = 1130 ,$$

чому відповідає масова продуктивність, т/год :

$$Q = \delta Q_p = 2,1 \cdot 1210 = 2541.$$

3.4.3 Силовий і кінематичний аналіз механізму приводу

На конусних дробарках ККД-1500/180 число зубів конічної шестерні дорівнює $z_1 = 28$ [13].

Число зубів конічного колеса дорівнює $z_2 = 70$.

Передавальне відношення конічної передачі [13]:

$$u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{70}{28} = 2,5.$$

Принцип роботи конусної інерційної дробарки передбачає додаткове колесо z_3 , яке обертаються в інший бік від колеса z_2 і сполучаються з однією шестернею z_1 [13].

Призначимо попередньо число зубів для додаткового конічного колеса $z_3 = 72$.

Виберемо за ДСТУ електродвигун з частотою обертання $n_1 = 500 \text{ об/хв}$ [13].

Тоді маємо кутову швидкість конічного колеса z_2 , [13] c^{-1} :

$$\omega_2 = \frac{\pi n_1 z_1}{30 z_2} = \frac{\pi 500 \cdot 28}{30 \cdot 70} = 20,933.$$

Кутова швидкість конічного колеса z_3 , [13] c^{-1} :

$$\omega_3 = \frac{\pi n_1 z_1}{30 z_3} = \frac{\pi 500 \cdot 28}{30 \cdot 72} = 20,352.$$

Конічні колеса z_2 і z_3 обертаються назустріч один одному. Тому час руху коліс до зустрічі коліс в протифазі розраховується наступним чином, [13] с:

$$t = \frac{2\pi}{\omega_2 + \omega_3} = \frac{2\pi}{20,933 + 20,352} = 0,152.$$

Кут повороту конічного колеса z_2 до зустрічі в протифазі [13]

$$\varphi_2 = \omega_2 t = 20,933 \cdot 0,152 = 3,182.$$

Кут повороту конічного колеса z_3 до зустрічі також в протифазі [13]

$$\varphi_3 = \omega_3 t = 20,353 \cdot 0,152 = 3,094.$$

Різниця кутів повороту конічних коліс z_2 і z_3 [13]

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_3 = 3,182 - 3,094 = 0,088.$$

Частота нанесення ударів, Гц [13]:

$$f = \frac{1}{t} = \frac{1}{0,152} = 6,58.$$

3.4.4 Розрахунок потужності приводу конічної дробарки

Розрахункову потужність електродвигуну $N_{\text{дв}}$ для конусних дробарок ККД можна підрахувати приблизно, а саме пропорційною квадрату діаметра D конуса, що дробить та ексцентриситету r на частоту гойдання n_0 [13]

$$N_{\text{дв}} \approx K_N D^2 r n_0, \quad (3.3)$$

де K_N – коефіцієнт, що залежить від конструкції конусної дробарки.

Формула (3.3) приведена з каталогів фірми "Алліс-Чалмерс". Результати $K_N = 36$ відповідають паспортним даним і норм ДСТУ. Тоді потужність електродвигуна конусної інерційної одноmotorної дробарки ККД маємо, кВт [13]:

$$N_{\text{дв}} \approx 36 D^2 r n_0 = 36 \cdot 2,52^2 \cdot 0,021 \cdot 80 = 384.$$

При обрані електродвигуна вибирають найближчий більший за каталогом. Для одноmotorних конусних дробарок ККД і КРД розрахункові дані наближені до паспортних. Для двомоторних конусних дробарок сумарна потужність двох електродвигунів значно перевищує розрахункову. Це пов'язано з тим що при нормальній роботі використовується лише один електродвигун, а другий включається тільки на час запуску конусної дробарки під завалом. Звідкіля потужність кожного з електродвигунів повинна забезпечувати середню потужність N_0 [13].

Середня потужність, яка споживається конусною дробаркою, на її піковому навантаженні залежить від міцності та крупності залізної руди [13].

Одноmotorна конусна дробарка ККД-1500/180 частотою обертання $n_0 = 80$ об/хв, $D^2 r n_0 = 10,7$ з електродвигуном потужністю $N_{\text{дв}} = 430$ кВт має наступні характеристики використання потужності [13]:

- при дробленні руди середньої міцності по шкалі М.М. Протод'яконова ($f_{\text{ср}} = 7$) споживає потужність 150...180 кВт (в середньому 160 кВт), тобто близько 40 % від потужності $N_{\text{дв}}$, під час запуску споживає до 450 кВт.

- при дробленні міцних магнетитових залізних руд ($f_{\text{ср}} = 18$) споживає близько 300 кВт (75% $N_{\text{дв}}$) при піках запуску до 750...800 кВт.

Виходячи з вище сказаного можна вважати, що середня споживана потужність $N_{\text{де}}$ є функцією, яка залежить від коефіцієнта міцності руди [13].

Потужність електродвигуна конусної інерційної дробарки повинна забезпечувати наступні витрати:

- на тертя в підшипниках вібраторів;
- на тертя в зубчастих конусних передачах;
- власне руйнування рудної маси [13].

При збільшенні навантаження на конусну дробарку вище за розрахункову та проектну, продуктивність дробарки буде зменшуватися через недостатню потужність, але перевантаження електродвигуна за максимальне неможливе [13].

Обираємо електродвигун, що допускає регулювання частоти обертання через те, що немає рекомендацій по оптимальній частоті обертання, а саме електродвигун асинхронний серії АКН-2-16-39-12УХЛ4 з фазним ротором. Який призначений для роботи від мережі змінного струму частотою 50 Гц та напругою 6000 В. Він застосовується для механізмів приводів шахтно-підйомних машин з частими пусками, які вимагають регулювання частоти обертання. Технічна характеристика, приведена в табл. 3.1 [19].

Таблиця 3.1 - Технічна характеристика електродвигуна АКН2-16-39-12УХЛ4

Параметр	Показник параметру
Потужність, кВт	500
Синхронна частота обертання, об/хв	500
Кутова швидкість, с^{-1}	52,3
Момент номінальний, кНм	9,56
Напруга ротору, В	6000
Струм статора, А	65
Струм ротору, В	465
Коефіцієнт допустимого перевантаження	2,3

Момент інерції ротору, кгм ²	780
Маса, кг	5630

3.4.5 Розрахунок та вибір елементів кінематичної схеми

- Розрахунок і вибір муфти

Для даної кінематичної схеми конусної інерційної дробарки є муфта з тороподібним пружним елементом [12]. Пружним елементом в муфті виступає гумо-кордова оболонка. Ці обрані муфти мають високі компенсаційні властивості, зменшують динамічні навантаження, через малі обертальні жорсткості та високій демпфуючі здібності (має місце примусового придушення шкідливих коливань). Муфта також відрізняється підвищеною надійністю та працює при значних взаємних зсувах валів, що сполучаються.

Обрання муфти виконується через розрахунковий момент виходячи з умови [13]

$$[M_{кр}] \geq M_{кр.розр},$$

де $[M_{кр}]$ – допустимий момент на муфті, обирається в залежності від типорозміру муфти по довіднику;

$M_{кр.розр}$ – розрахунковий момент, що крутить муфту, кНм:

$$M_{кр.розр} = M_{кр.об} k = \frac{N}{\omega} k = \frac{500}{52,3} 1,3 = 12,4 ,$$

де N – обрана потужність електродвигуна, $N = 500$ кВт;

k – коефіцієнт, який визначається типом робочої машини, $k = 1,3$;

ω – кутова швидкість електродвигуна, $\omega = 52,3$ с⁻¹.

Технічна характеристика обраної муфти наведена в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 - Технічна характеристика муфти [19]

Параметр	Значення параметру
Тип	З гумовою оболонкою №4
Момент кручення, що допускається, кНм	16
Момент інерції муфти, кгм ²	4,9

Максимальна частота обертання муфти, об/хв	900
Діаметр пружної оболонки, мм	790
Маса, кг	260

Умова вибору муфти виконується, кНм

$$[M_{кр}] = 16 > M_{кр.розр} = 12,4.$$

- Розрахунок маси дебалансів [13]

Конусна інерційна дробарка приводиться електродвигуном потужністю 500 кВт. На серійних конусних дробарках ККД 1500-180 одномоторних встановлюються електродвигуни від 320 до 500 кВт, а при двомоторному приводі два двигуни по 320 кВт [13].

Припустимо, що для дроблення сировини залізної руди необхідна потужність 450 кВт, тоді на подолання моменту тертя в підшипниках вібратора закладемо 50 кВт. На обоймі, що обертається встановлений додатковий вантаж 17. [13]

При обертанні обойми виникає збурююча сила [13]:

$$F_1 = m_1 r_1 \omega_2^2,$$

де m_1 – маса додаткового вантажу, кг;

r_1 – відстань від центру мас вантажу до осі обертання обойми(головної вертикальної осі), м;

ω_2 – кутова швидкість обертання додаткового вантажу, c^{-1} .

Приймаємо потужність, яку необхідно затратити на подолання моменту опору від сили тертя в підшипниках, яких обертається обойма з вантажем та дорівнює, $N_2 = 20$ кВт [13].

Тоді визначаємо максимальну масу додаткового вантажу, кг :

$$m_1 = \frac{2N_2 u_1 \eta}{\omega_1 r_1 d_1 \mu \omega_2^2} = \frac{2 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 2,5 \cdot 0,8}{52,3 \cdot 0,8 \cdot 1,06 \cdot 0,077 \cdot 20,9^2} = 590,$$

Звідкіля збурююча сила від додаткового вантажу складе, [13] МН:

$$P_1 = m_1 r_1 \omega_2^2 = 590 \cdot 0,8 \cdot 20,9^2 = 2061174 \approx 2,06.$$

Прийmemo потужність, яку затрачену на подолання моменту опору від сили тертя в сфері на кінці валу (вантаж вібратора) та дорівнює $N_3 = 30$ кВт.

Тоді максимальна маса дебалансу вібратору складе, [13] кг:

$$m_2 = \frac{2N_3 u_2 \eta}{\omega_1 r_2 d_2 \mu \omega_3^2} = \frac{2 \cdot 30 \cdot 10^3 \cdot 2,53 \cdot 0,8}{52,3 \cdot 0,45 \cdot 0,57 \cdot 0,01 \cdot 20,3^2} = 2197.$$

Збурююча сила від вантажу вібратору [13], МН

$$P_2 = m_2 r_2 \omega_2^2 = 2197 \cdot 0,45 \cdot 20,3^2 = 407412,8 \approx 0,04.$$

Проведений аналіз результатів розрахунку свідчить про те, що можливо змінювати збурюючі сили в широких межах, шляхом зміни маси додаткового вантажу і маси дебалансу.

- обрання і розрахунок підшипників [13].

Враховуючи дуже високе навантаження на підшипники вібратора від головного вертикального валу та конуса, що дробить, обираємо для цього роликотпідшипники дворядні сферичні. Геометричні розміри та технічна характеристика яких наведена в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 - Геометричні розміри підшипника SKF Explorer 248/1060 САМА/W20

Умовне позначення підшипнику	d , мм	D , мм	B , мм	Вантажо- підйомність, МН		Частота обертання, об/хв		Маса, кг
				C	C_0	n_{nom}	n_{max}	
SKF Explorer 248/1060 САМА/W20	1060	1280	165	8,77	15	200	380	435

Розраховуємо довговічність підшипників, год [13]:

$$L_h = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P} \right)^p, \quad (3.4)$$

де C – динамічна вантажопідйомність підшипника, яка складає $C = 8,77 \cdot 10^6$ Н;

p – статичний показник, для роликотпідшипників, $p = 10/3$;

P – еквівалентне розрахункове навантаження на підшипник, Н:

$$P = (XVF_r + YF_a)K_\sigma K_m, \quad (3.5)$$

де X – коефіцієнт радіального навантаження, $X = 1,0$;

V – коефіцієнт обертання, при обертанні внутрішнього кільця щодо напрямку навантаження, $V = 1,0$;

F_r – радіальне навантаження на підшипник, Н:

$$F_r = R_A = R_B = \frac{P_1}{2} \cdot \frac{10^6}{2} = 1,03 \cdot 10^6,$$

K_σ – коефіцієнт безпеки, $K_\sigma = 2,5$;

K_m – температурний коефіцієнт, $K_m = 1,05$.

$$P = 1,3 \cdot 10^6 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,5 \cdot 1,05 = 2,7 \cdot 10^6$$

$$L_h = \frac{10^6}{60 \cdot 200} \left(\frac{8,77 \cdot 10^6}{2,7 \cdot 10^6} \right)^{\frac{10}{3}} = 19550$$

3.4.6 Розрахунки на міцність

- Розрахунок конічної передачі [13]

Початкові дані для розрахунку:

– номінальний момент на швидкохідному валу, $M_1 = 9,56 \text{ кНм}$;

– частота обертання швидкохідного валу, $n_1 = 500 \text{ об/хв}$;

– кутова швидкість обертання швидкохідного валу, $\omega_1 = 52,3 \text{ с}^{-1}$.

– передавальне відношення передачі, $u = 2,5$;

– тип передачі – конічна з круговими зубами;

– номінальне число годин роботи передачі за весь термін служби (10 років, двох зміна робота, 340 днів в році по 9,6 год), год:

$$T = 9,6 \cdot 340 \cdot 10 = 33600$$

Для конічних коліс приймаємо матеріал – сталь 45.

Термообробка:

– шестерня – поліпшення (твердість HB180);

– колеса – поліпшення (твердість HB180).

Допустима контактна напруга в конічних зубах [13]:

$$[\sigma_H]_i = \frac{\sigma_{H \lim bi} K_{HL}}{[S_H]},$$

де $\sigma_{H \lim bi}$ – межа контактної витривалості при базовому числі циклів;

K_{HL} – коефіцієнт довговічності;

$[S_H]$ – коефіцієнт безпеки, для коліс поліпшених $[S_H] = 1,1 \dots 1,2$.

При, [13] МПа:

$$\sigma_{H \lim b1} = 2 \cdot HB + 70;$$

$$\sigma_{H \lim b2} = \sigma_{H \lim b1} = 2 \cdot 180 + 70 = 430 ;$$

$$K_{HL} = 1,0; [S_H] = 1,8;$$

$$[\sigma_H]_1 = 430 \cdot 1,0/1,8 = 239 ;$$

$$[\sigma_H]_2 = 430 \cdot 1,0/1,8 = 239 ;$$

$$\sigma_H = 0,45([\sigma_H]_1 + [\sigma_H]_2);$$

$$[\sigma_H] = 0,45(239 + 239) = 215 .$$

Виконаємо перевірку напруження, [13] МПа :

$$[\sigma_H] \leq 1,23[\sigma_{Hmin}]$$

$$[\sigma_H] \leq 1,23 \cdot 239 = 294 \text{ МПа} > 215.$$

Необхідна умова виконується то приймаємо $[\sigma_H] = 215 \text{ МПа}$.

Визначаємо коефіцієнти [13]:

– коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу навантаження по ширині вінця при консольному розташуванні шестірні, $K_{\mu\beta} = 1,35$;

– коефіцієнт ширини вінця по відношенню до зовнішнього конусному віддалі, $\Psi_{\sigma Re}$

– допоміжний коефіцієнт для коліс з круговими зубами, $K_\delta = 86$.

Необхідний зовнішній ділительний діаметр колеса з умови контактної міцності, [13] мм:

$$\begin{aligned} d_{e2} &= 86_3 \sqrt{\frac{M_1 K_i^2}{[\sigma]_\kappa^2 \Psi_{\sigma Re} (1 - 0,5 \Psi_{\sigma Re})^2 k_{nk}}} = \\ &= 86_3 \sqrt{\frac{9,56 \cdot 10^3 \cdot 10^3 \cdot 1,5 \cdot 2,5^2}{215^2 \cdot 0,285 (1 - 0,5 \cdot 0,285)^2 1,2}} = 1699,3 \text{ мм}, \end{aligned}$$

По ГОСТ 12289 – 76 уточнюємо $d_{e2} = 1750$ мм.

Числа зубів [13]:

– колеса

$$z_2 = C \sqrt[5]{u_e^2} \sqrt[6]{d_{e2}} = 14 \sqrt[5]{2,5^2} \sqrt[6]{1750} = 69,76.$$

де C – коефіцієнт, для коліс з $HV \leq 350$ $C = 14$.

Приймаємо число зубів колеса [13] $z_2 = 70$;

– шестерні

$$z_1 = z_2/u = 70/2,5 = 28.$$

Приймаємо число зубів шестерні [13] $z_1 = 28$.

Уточнюємо передавальне число передачі [13]

$$u_\phi = z_2/z_1 = 70/28 = 2,5.$$

Відхилення

$$\left| \frac{u_\phi - u}{u} \right| 100 = \left| \frac{2,5 - 2,5}{2,5} \right| 100 = 0\%,$$

що не перевищує допустиме значення (4%).

Зовнішній окружний модуль для колеса, [13] мм:

$$m_e = d_{e2}/z_2,$$

$$m_e = 1750/70 = 25.$$

Основні геометричні параметри передачі (по ГОСТ 19325 – 73 и ГОСТ 19624 – 74):

– кути ділительних конусів [13]:

$$\delta_2 = \arctg u,$$

$$\delta_2 = \arctg 2,5 = 68,20^\circ,$$

$$\delta_1 = 90 - \delta_2 = 90 - 68,96 = 21,04^\circ.$$

– зовнішня конусна відстань, [13] мм:

$$R_e = m_e \sqrt{(z_1^2 + z_2^2)/2},$$

$$R_e = 25 \sqrt{(28^2 + 70^2)/2} = 1332,76;$$

– зовнішній ділительний діаметр шестерні, [13] мм

$$d_{e1} = m_e z_1,$$

$$d_{e1} = 25 \cdot 28 = 700.$$

– зовнішні діаметри вершин зубів, [13] мм:

$$d_{ae1} = d_{e1} + 2 m_e \cos \delta_i,$$

$$d_{ae1} = 700 + 2 \cdot 25 \cos 21,04 = 746,67;$$

$$d_{ae2} = 1750 + 2 \cdot 25 \cos 68,20 = 1768,57;$$

– зовнішня висота зубу, [13] мм:

$$h_e = 2,2 m_e,$$

$$h_e = 2,2 \cdot 25 = 55;$$

– зовнішня висота головки зуба, [13] мм:

$$h_{ae} = m_e = 25;$$

– зовнішня висота ніжки зуба, [13] мм:

$$h_{fe} = 1,2 m_e,$$

$$h_{fe} = 1,2 \cdot 25 = 30;$$

– ширина зубчастого вінця, [13] мм:

$$b = 0,285 R_e = \Psi_b e_{Re}$$

$$b = 0,285 \cdot 1332,76 = 379,84.$$

По ГОСТ 6636 – 75 уточнюємо $b = 380$ мм.

Сили, що діють на вали від зубчастих коліс [13]:

– окружна сила на середньому діаметрі, Н:

$$F_{t2} = 2M_1 / 0,857 d_{ae1},$$

$$F_{t2} = 2 \cdot 9,56 \cdot 10^3 / 0,857 \cdot 1750 \cdot 10^{-3} = 12749;$$

– осева сила на шестерні, Н:

$$F_{x2} = F_{t2} \cdot 0,364 \sin \delta_1,$$

$$F_{x2} = 12749 \cdot 0,364 \sin 21,04^\circ = 1666;$$

– радіальна сила на шестерні, Н:

$$F_{r2} = F_{t2} \cdot 0,364 \cos \delta_1,$$

$$F_{r2} = 12749 \cdot 0,364 \cos 21,04^\circ = 4331,3.$$

Окружна швидкість, м/с:

$$v_1 = \frac{\omega_1 d_{e2}}{2000},$$

$$v_1 = \frac{\omega_1 d_{e2}}{2000} = \frac{20,9 \cdot 1750}{2000} = 18,3.$$

Коефіцієнти навантаження K_H и K_F [13].

Згідно з рекомендаціями приймаємо

$$K_{H\alpha} = 1,0; \quad K_{HV} = 1,05; \quad K_{F\beta} = 1,38; \quad K_{FV} = 1,45,$$

$$K_H = K_{H\beta} K_{H\alpha} K_{HV};$$

$$K_F = K_{F\beta} K_{FV};$$

$$K_H = 1,35 \cdot 1,0 \cdot 1,05 = 1,418;$$

$$K_F = 1,38 \cdot 1,45 = 2,001.$$

Перевіримо зуби по контактним напруженням, [13] МПа:

$$\sigma_H = \frac{3350}{R_e - 0,5b} \sqrt{\frac{M_1 K_H \sqrt{(u^2 + 1)^3}}{b u^2}} \leq [\sigma_H]$$

$$\sigma_H = \frac{3350}{1332,76 - 0,5 \cdot 380} \sqrt{\frac{9,56 \cdot 10^3 \cdot 1,418 \cdot \sqrt{(2,5^2 + 1)^3}}{380 \cdot 2,5^2}} = 55,99$$

$$\sigma_H = 55,99 < [\sigma_H] = 215,$$

Умова міцності по контактним напруженням виконується.

Напруга, що допускається при розрахунку зубів на витривалість, [13]

МПа:

$$[\sigma_F] = \sigma_{F0} K_{FC} K_{FL} / [n],$$

де σ_{F0} – межа витривалості зубів по вигин;

$[n]$ – допустимий запас міцності для коліс, виготовлених з поковок і штамповок $[n] = 1,75$;

K_{FC} і K_{FL} – відповідно коефіцієнти, що враховують вплив двостороннього прикладення навантаження і тривалість роботи передачі, $K_{FC} = 1,0$ $K_{FL} = 1,0$.

$$\sigma_{F0} = 1,8HB$$

$$\sigma_{F01} = 1,8 \cdot 180 = 324;$$

$$\sigma_{F02} = 1,8 \cdot 180 = 324;$$

$$[\sigma_F]_1 = 324/1,75 = 185,14;$$

$$[\sigma_F]_2 = 324/1,75 = 185,14;$$

Приймаємо $[\sigma_F]=[\sigma_F]_2 = 185,14\text{МПа}$, як мінімальне з отриманих.

Перевіримо зуби по напруженням вигину, [13] МПа:

$$\sigma_F = F_{t2} R_F V_F / \theta_F b m \leq [\sigma_F],$$

де V_F – коефіцієнт форми зуба, $V_F = 3,61$;

θ_F – дослідний коефіцієнт, що враховує зниження здатності навантаження конічних передач в порівнянні з циліндричними, $\theta_F = 0,85$ [13].

$$\sigma_F = \frac{12749 \cdot 2,001 \cdot 3,61}{0,85 \cdot 380 \cdot 25} = 11,4$$

$$\sigma_F = 11,4 < [\sigma_F] = 185,14\text{МПа}.$$

Таким чином умова міцності на вигин виконується.

Висновок. Проведені розрахунки свідчать про працездатність даної конічної передачі з круговими зубами.

- *Розрахунок стакану* [13]

Розрахункова схема валу приведена на рис. 3,4.

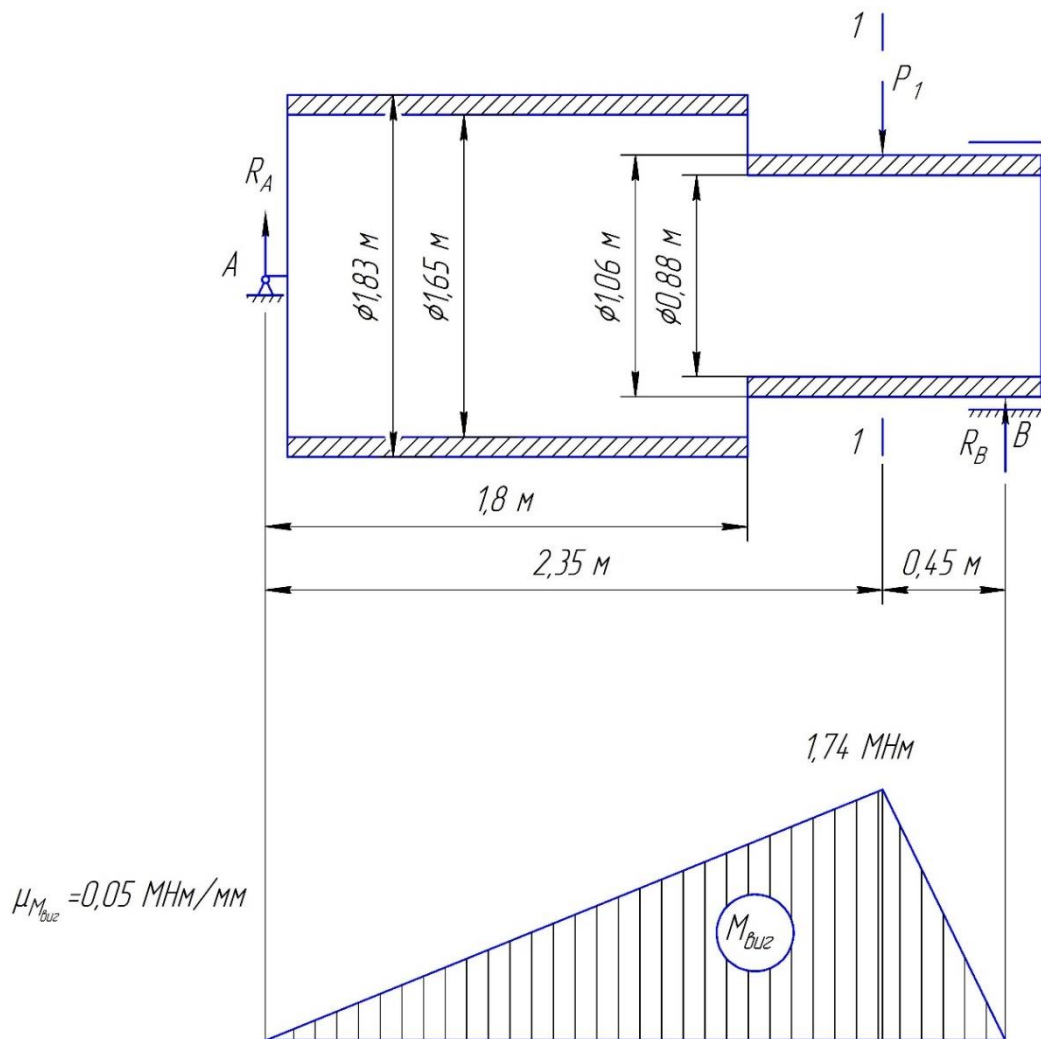


Рис. 3.4 - Розрахункова схема стакану

Розрахуємо реакції опор стакану, [13] МН:

$$\Sigma M_A = 1,8P_1 - 2,8R_B = 0.$$

$$R_A = \frac{1,8P_1}{2,35} = \frac{1,8 \cdot 2,06}{2,8} = 1,32.$$

$$R_A = P_1 - R_B = 2,06 - 1,32 = 0,74.$$

Будуємо епюри моментів, що вигинають, [13] МНм:

$$M_{\text{виг}} = 2,35R_A = 2,35 \cdot 0,74 = 1,74.$$

Визначаємо навантаження, яке виникає в небезпечних перетинах.

Небезпечний перетин 1-1 в якому діє момент, що вигинає $M_{\text{виг}} = 1,74 \text{ МНм}$.

Перевірочний розрахунок стакану виконується після [13]:

1. оформлення конструкції головного вертикального валу, а саме:

- відомі діаметри,
- довжини ділянок валів,
- шорсткість,
- посадки,
- матеріал,
- види зміцнення,
- розміри галтельних переходів,
- пазів шпонок.

2. обрані підшипники.

Перевірочний розрахунок головного вертикального валу є остаточним і основним і виконується на втомну і статичну міцність, а також на сумісну дію вигину і кручення [13].

При розрахунку стакана приймають [13]:

- напруга вигину змінюється по симетричному знакозмінному циклу,
- напруга кручення змінюється по від нульовому циклу.

Приймання від нульового циклу для напруги кручення основане на тому, що більшість валів передають змінні по величині зусилля, але в свою чергу постійні за напрямом моменти, що обертають. [13]

Перевірка головного вертикального валу на статичну міцність проводиться для попередження пластичних деформацій в період запуску та дії пікових зусиль [13].

Стакан виготовляємо з матеріалу сталь 35Л, покращена з наступною характеристикою [13]:

- тимчасовий опір розриву, $\sigma_e = 750 \text{ МПа}$;
- межа текучості, $\sigma_T = 390 \text{ МПа}$;
- межа витривалості при симетричному циклі напруги вигину, $\sigma_{-1} = 323 \text{ МПа}$;
- коефіцієнти чутливості матеріалу при асиметричному циклі напруги при вигині $\psi_\sigma = 0,1$. и.

Розрахуємо стакан на втомну міцність [13].

Коефіцієнт запасу міцності по нормальній напрузі [13]:

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{K_{\sigma D} \sigma_{a2}} = \frac{323}{3,25 \cdot 43,5} = 2,3 > [n_{\sigma}] = 1,8,$$

де $K_{\sigma D}$ – ефективний коефіцієнт концентрації напруги для деталі [13]:

$$K_{\sigma D} = \frac{K_{\sigma} + K_{\sigma}^n - 1}{\varepsilon_{\sigma}} = \frac{1,7 + 1,25 - 1}{0,6} = 3,25;$$

де K_{σ} – ефективний коефіцієнт концентрації напруги для полірованого зразку,

$K_{\sigma} = 1,7$;

K_{σ}^n – коефіцієнт стану поверхні, $K_{\sigma}^n = 1,25$;

ε_{σ} – масштабний коефіцієнт, $\varepsilon_{\sigma} = 0,6$;

σ_a – амплітудна нормальна напруга, для валів нереверсивної передачі приблизно приймається, МПа:

$$\sigma_a = \frac{M_{\text{виг}}}{0,1d^3 \left(1 - \frac{d_{\text{вн}}^4}{d^4}\right)} = \frac{1,74}{0,1 \cdot 1,06^3 \left(1 - \frac{0,88^4}{1,06^4}\right)} = 43,5;$$
$$K_{\sigma D} = \frac{1,7 + 1,25 - 1}{0,6} = 3,25;$$

$[n]$ – значення запасу витривалості, що допускається, при зниженій точності розрахунку і для деталей великого діаметру $[n] = 1,8$.

$$n_{\sigma} = \frac{323}{3,25 \cdot 43,5} = 2,3,$$

Вал задовольняє умовам втомної міцності [13]:

$$n_{\sigma} = 2,3 > [n_{\sigma}] = 1,8$$

3.4.7 Розрахунок гумових амортизаторів

Гумові амортизатори використовуються для пом'якшення ударних навантажень на фундамент [13, 14].

Розрахуємо необхідну площу одного амортизатору за умови навантаження конусної дробарки на один амортизатор, м²:

$$F_a = \frac{m_{др} g k}{\sigma} = \frac{393000 \cdot 10^{-6} \cdot 9,81 \cdot 1,3}{20} = 0,25,$$

де $m_{др}$ – повна маса конусної дробарки, $m_{др} = 393000$ кг;

g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81$ м/с²;

k – коефіцієнт динамічності роботи дробарки, приймаємо $k = 1,3$;

σ – межа міцності армованої гуми для амортизаторів типу 3701 з межею міцності на розтягування $\sigma = 20$ МПа, твердістю по ТМ-2 35...50 [18].

Амортизатори мають наступну геометричну форму, а саме циліндричну і розміщуються в направляючих [13,14].

Регулювати сумарну жорсткість амортизаторів можна наступним чином:

- шляхом змінення сорту гуми,
- діаметром центрального отвору,
- кількість амортизаторів.

Розрахунок площі контактної поверхні одного амортизатору, [13,14] м²:

$$F_a = \frac{\pi d_a^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,6^2}{4} = 0,28,$$

де d_a – діаметр амортизатору, $d_a = 600$ мм.

Сумарна площа контактної поверхні шістьох амортизаторів складає, [13,14] м²:

$$F_{\Sigma a} = 6 \cdot 0,28 = 1,68.$$

Контактні напруги, які виникають в гумі при взаємодії конусної дробарки з усіма амортизаторами, [13,14] МПа:

$$\sigma_{\Sigma a} = \frac{m_{др} g k}{F_{\Sigma a}} = \frac{393000 \cdot 10^{-6} \cdot 9,81 \cdot 1,3}{1,68} \approx 3.$$

Коефіцієнт запасу міцності в армованій гумі при взаємодії конусної дробарки з усіма амортизаторами [13,14]:

$$n_{\Sigma a} = \frac{\sigma}{\sigma_{\Sigma a}} = \frac{20}{3} = 6,7.$$

Контактні напруги в армованій гумі при взаємодії конусної дробарки з одним амортизатором, [13,14] МПа:

$$\sigma_a = \frac{m_{dp} g k}{F_a} = \frac{393000 \cdot 10^{-6} \cdot 9,81 \cdot 1,3}{0,28} = 17,9.$$

Коефіцієнт запасу міцності в армованій гумі при взаємодії дробарки з усіма амортизаторами [13,14]:

$$n_{\Sigma a} = \frac{\sigma}{\sigma_{\Sigma a}} = \frac{20}{17,9} = 1,1.$$

Запас міцності вище за розрахунковий на 1,1, при умові що в розрахунку взятий найнесприятливіший випадок взаємодії конусної дробарки з одним амортизатором.

4. ЕКСПЛУАТАЦІЯ КОНУСНОЇ ДРОБАРКИ ККД-1500-180

4.1. Транспортування, монтаж та демонтаж конусної дробарки

Фундамент під конусну дробарку ККД 1500-180

Об'єм фундаменту вимагають витрати 3...5 м³ бетону на 1 т маси встановлюваного устаткування [15].

Розміри і контури фундаменту в плані повинні відповідати габаритам рами конусної дробарки в плані (рис. 4.1). Також згідно вимог в машинобудуванні дається припуск на підставку фундаменту по 0,5 м з кожного боку. [15]

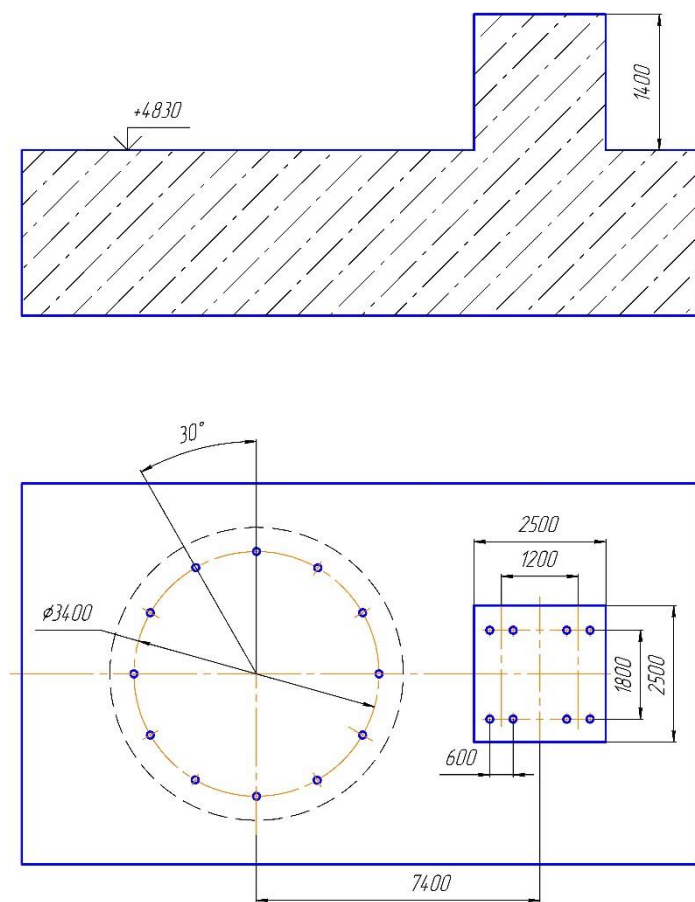


Рис. 4.1 - Схема фундаменту під конусну дробарку ККД 1500-180

Для фундаменту під конусну дробарку необхідно застосовувати важкий бетон марки М300 з межею міцності на стиснення до $[\sigma] = 30 \text{ МПа}$. [15]

Після затвердіння фундаменту і зняття опалубки монтажна організація перевіряє геометричні розміри та приймає фундамент.

В процесі перевірки всі розмірів фундаменту в плані і по висоті, а саме [15, 17, 18]:

- розташування анкерних болтів,
- геометричні розміри: ширина висота довжина та головні діагоналі,
- геодезичне обґрунтування:

а) правильність розташування плашок, які вказують на подовжні і поперечні осі машини та обладнання конусної дробарки;

б) репери, які вказують усі висотні відмітки площадок фундаменту, на яке буде встановлюватися машини та обладнання конусної дробарки.

В таблиці 4.1 наведені допустимі відхилення розміру фундаменту від проектного [15].

Міцність бетону перевіряють наступним чином, одночасно із заповненням фундаменту виготовляють зразки і випробують через 28 діб [15].

Оцінка міцності фундаменту з марки бетону М300 наступні [15]:

- тембр звуку при ударі молотком зразка дуже дзвінкий;
- не залишають сліди в результаті удару по поверхні бетону молотком.

Таблиці 4.1 - Допустимі відхилення розмірів фундаменту від проектного

Найменування вимірювань	Величина відхилень, мм
Основні розміри фундаментів по довжині і ширині в плані	±30
Розміри колодязів в плані	+20
Відмітки поверхні фундаменту по висоті	-30
Координати фундаментних болтів по осях в плані: – для глухих болтів	±5
– для заставних і змінних болтів (по осях колодязів)	±10
Відмітки по висоті торців болтів	+20
Точність кернування плашок при розбивці осей в плані	±1
Точність висотних відміток реперів	±0,5

Кріплення конусної дробарки виконується за допомогою анкерних болтів [15].

Спосіб доставки конусної дробарки до місця монтажу на дробильній фабриці. [17]

Доставка конусної дробарки ККД 1500-180 до місця монтажу в цеху відбувається залізничним або автомобільним транспортом в розібраному вигляді (вузлами) [15 - 18].

Після завантаження видається супровідний документ комплектності машини та обладнання. За транспортування відповідає підприємство-замовник.

При прийманні конусної дробарки перевіряють [15]:

- комплектність (за заводськими специфікаціями відправним та пакувальним відомостям);
- відповідність устаткування кресленням і технічним умовам на монтаж;
- виявлення можливих пошкоджень або поломок;
- наявність і повноту технічної документації на машину.

Розвантаження проводять на монтажний майданчик ділянки дробильної фабрики, де планується розташування конусної дробарки. При цьому подача окремих вузлів здійснюється згідно графіка на вже виготовлений фундамент і проводиться остаточне складання і установка всіх деталей і вузлів. При цьому необхідно використовувати типові оснащення (строп) такелаж, які обирають в залежності від габаритів і ваги компонентів, що переміщують [15].

Обрання такелажу проводять згідно вимогам стандарту СОУ214-Т-028-2004, який відповідає за вантажні канатні і ланцюгові стропи. При цьому необхідно слідкувати, щоб кут між гілками стропів в будь-якій з площин не перевищував 90° [15].

Технологічна карта монтажу

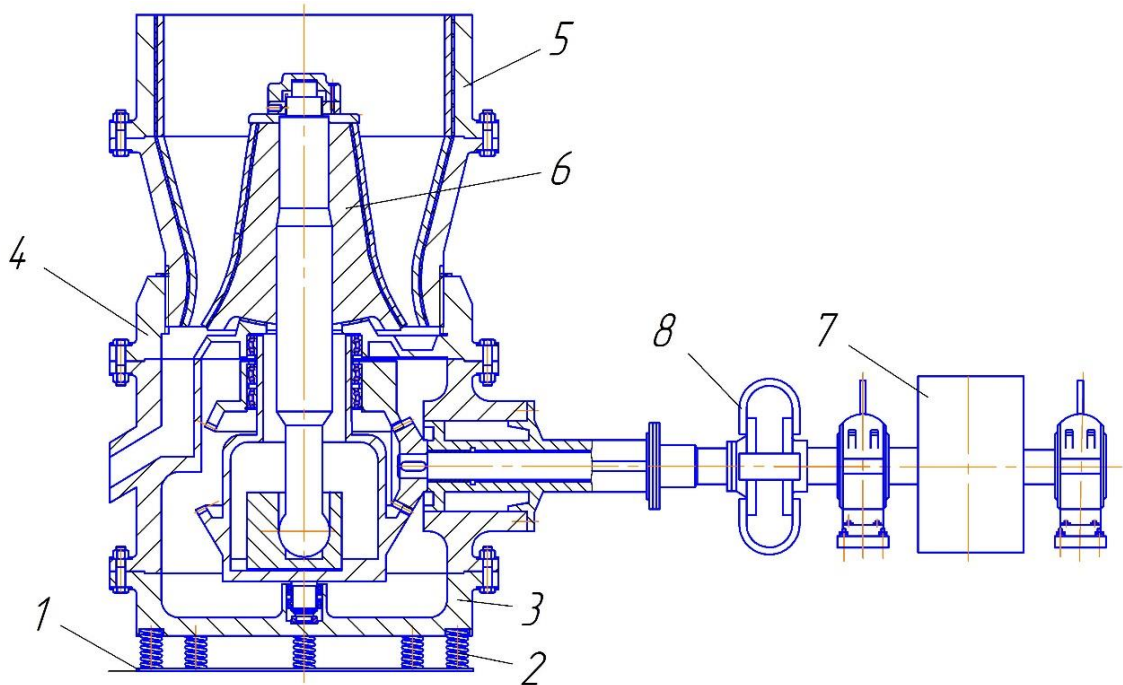
Технологічна карта монтажу конусної дробарки ККД 1500-180 містить наступні документи [15]:

1. Монтажне креслення конусної дробарки зі специфікацією (рис. 4.2).
2. Технологічна карта монтажу, яка включає в себе:

- графік робіт їх об'єм,

-вартість і потреба в робочих по кваліфікаціях і розрядах (табл. 4.4).

3. Перелік необхідного монтажного устаткування, інвентарю і пристосувань приведено в таблиці 4.3.



№ поз.	Найменування	К-ть	Ваг.	
			Маса, кг	
1	Рама	1	1750	1750
2	Пружина	8	50	400
3	Приводна секція	1	65000	65000
4	Проміжувочна секція	1	16000	16000
5	Завантажувальна секція	1	15500	15500
6	Вузол конусу	1	85000	85000
7	Електродвигун	1	5650	5650
8	Муфта	1	260	260

Рис. 4.2 - Монтажне креслення конусної дробарки та вага окремих вузлів

Відомості необхідних для монтажу конусної дробарки матеріалів і напівфабрикатів в таблиці 4.2 і 4.3, а технологічна карта монтажу показана в таблиці 4.4 [15].

Таблиця 4.2 - Відомість необхідних для монтажу матеріалів і напівфабрикатів

Найменування	Одиниці виміру	Кількість	
		за проектом	фактично
Гас	м ³	5,0	
Карбід кальцію	кг	5,0	
Кисень	кг	5,0	
Масло машинне	кг	4,0	
Солідол	кг	0,5	
Кінці обтиральні	кг	1,2	
Серветки обтиральні	м ²	1,0	
Папір прокладний	м ²	1,0	

Таблиця 4.3 - Відомість обладнання необхідного для монтажу конусної дробарки, а саме інструменту і пристосувань

Інструмент	Одиниця виміру	Кількість
Ключі від S17 до S65	шт.	12
Кувалда 5 кг	шт.	1
Молоток слюсарний	шт.	1
Ломики монтажні	шт.	2
Стропи	шт.	3
Метр металевий	шт.	1
Штангенциркуль	шт.	1
Напилки	шт.	2
Зубило слюсарне	шт.	1

При налазці конусної дробарки необхідно виконати наступне [15]:

– перевірити кріплення розподільної тарілки та справність системи змащення;

Таблиця 4.4 - Технологічна карта монтажу конусної дробарки

№ п/п	Опис робіт по монтажу в технологічній послідовності	Калькуляція						Склад ланки	Три-ва-лість операції, год									
		Од. виміру	Об'єм робіт	На одиницю		На весь об'єм				4	8	12	16	20	24	28	32	
				Норма часу, год	Рас-цінки	Норма часу, год	Сума зарпл, грн											
1	Встановити на фундамент раму 1 і закріпити	Шт.	1	4	800	4	800	6/5/ 5/5	4	—								
2	Вставити пружини 2 на раму 1	Шт.	8	0,25	50	2	400	6/5/ 5/5	2	—								
3	Встановити секцію 3 на пружини 2	Шт.	1	4	800	4	800	6/5/ 5/5	4		—							
4	Встановити секцію 4 на секцію 3 і закріпити	Шт.	1	4	800	4	800	6/5/ 5/5	4			—						
5	Встановити секцію 5 на секцію 4 і закріпити	Шт.	1	4	800	4	800	6/5/ 5/5	4				—					
6	Встановити вузол конусу 6	Шт.	1	8	1600	8	1600	6/5/ 5/5	8					—				
7	Встановити на фундамент електродвигун 7 і закріпити	Шт.	1	4	800	4	800	6/5/ 5/5	4								—	
8	З'єднати палуфти муфти 8	Шт.	1	2	400	2	400	6/5/ 5/5	2									—

– перевірити роботу електродвигуна без навантаження пробним включенням;

– перевірити працездатність кінцевих, блокувальних і аварійних вимикачів;

– заповнити мастило у всіх точках змащування відповідно до карти змащування.

Перший запуск конусної дробарки виконувати обережно з короткими періодами включення при невеликих обертах [15].

До проведення остаточних випробувань конусної дробарки необхідно провести обкатки в наступному об'ємі - протягом години машина обкатується без навантаження. Після цього перевіряється працездатність всіх механізмів окремо і комплексно, а сама звертають увагу на наступне [15]:

-електроустаткування,

- дію гальм,
- роботу приводного валу,
- підшипникових вузлів і так далі.

Усі механізми конусної дробарки повинні працювати без стуків, ривків, вібрацій, трісків, тепловиділення і інших дефектів, а приводний вал обертатися рівномірно.

На рис. 4.3 показана строповка електродвигуна АКН2-16-39-12УХЛ4 [15].

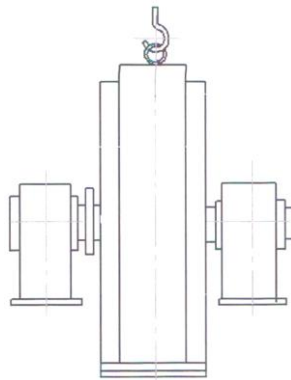


Рис. 4.3 - Схема строповки електродвигуна АКН2-16-39-12УХЛ4

4.2. Використання згідно з призначенням конусної дробарки [15]

Конусна дробарка ККД 1500-180 запускається при відсутності шматків сировини в камері дроблення. Також машиністом конусної дробарки перед запуском необхідно перевірити [15]:

- кількість рідкого мастила в баку;
- наповненість резервуару з консистентним мастилом.

По-перше при запуску конусної дробарки включають масляний насос і систему охолодження мастила. Через 3-5 хв, коли переконуються у нормальній роботі системи рідкого мастила. Фіксують наявність мастила у контактуючих деталей, що труться через датчики.

По-друге включають електродвигун конусної дробарки.

По-третє вона працює на холостому ході 1-2 хв і після цього подають у дробарку сировину для дроблення.

В-четверте під час праці конусної дробарки необхідно уважно стежити за системою руху рідкого мастила, а також за розвантаженням подрібненого продукту.

Особливість спостереження полягає в контролі тиску мастила в маслопроводах та її температура, де тиск підтримується 6-12 Н/см², це забезпечує надходження мастила до місць змащення в необхідній кількості. У разі збільшення тиску за номінальне частина його з маслопроводу скидається назад у бак біля захисного клапану [15].

Температура мастила ході експлуатації конусної дробарки не повинна перевищувати 60° С. Для охолоджується мастила використовують водяні фільтри, що циркулює в системі охолодження. Необхідно звернути увагу на температура мастила перед запуском дробарки, яке не повинно бути не нижче 15-20° С. Якщо температура не витримується в заданих межах, то мастило підігрівається електронагрівачем у баку [15].

Зупинка конусної дробарки в наступній послідовності [18]:

По-перше припиняють подачу сировини.

По-друге проробляють матеріал, що є в робочому просторі дробарки.

По-третє зупиняють електродвигун дробарки.

В-четверте зупиняють масляний насос.

4.3. Технічне обслуговування конусної дробарки [18]

Технічне обслуговування складається з [18]:

- точного дотримання правил його технічної експлуатації,
- ретельний огляду при зупинці цеху,
- ретельного огляд в період ремонту і під час безпосередньо ремонту.

Утримання конусної дробарки в працездатному стані виконуються наступні заходи [18]:

1. Проведення профілактичних оглядів обслуговуючим персоналом (машиністом або помічником) устаткування при прийманні і здачі зміни наступні операції:

- огляд системи густого і рідкого мастила,
- огляд кріплення вузлів і деталей.

Всі дані оглядів устаткування записуються до:

- агрегатного журналу - записують виявлені несправності і причини виходу з ладу;

- журналу про приймання і здачу зміни - виявлені несправності.

2. Експлуатаційний персонал (механік цеху) перевіряє робочий стан конусної дробарки при прийманні зміни із записом в журналі;

3. Ремонтний персонал (бригада слюсарів цеху) в міжремонтний період готує запасні вузли і механізми. Це пов'язано з зменшенням ремонтного часу під час аварійної зупинки, а також зі скорочення аварійних простоїв;

4. Вузли та деталі, що вийшли з ладу, а також механізми в яких вони знаходилися необхідно підвергнути ревізії, а при нагоді відремонтувати;

5. Майстер-механік аналізує записи в агрегатному журналі для організації заходів по усуненню несправності устаткування та проведення заходів з запобігання виникнення причини несправності;

6. Двічі на рік мастило змінюється залежно від сезону зима, літо;

7. Болтові з'єднання регулярно перевіряються та при ослабленні підтягуються;

8. Перевірка температури усіх підшипників, їх нагрів не повинен перевищувати температуру навколишнього середовища більш ніж на 30°C.

Види технічного обслуговування конусної дробарки [18]: щозмінне, щотижневе, щомісячне.

При щозмінному обслуговуванні проводиться зовнішній огляд і обслуговування дробарки з перевірки болтових з'єднань. Особливу увагу слід звертати на стан пружин. Контролювати температуру нагріву підшипникових вузлів і не повинна перевищувати +80°C [18].

При щотижневому обслуговуванні окрім робіт, перерахованих в щозмінного, провести:

- перевірка мастила в картері системі.
- перевірку наявності мастила в гідрогальмах приводу [18].

При щомісячному обслуговуванні окрім тих робіт, що проводяться при щотижневому проводять:

- перевірку властивостей мастила;
- перевірка люфтів у підшипниках приводного валу;
- перевірка зношення футеровки у вихідній щілині [18].

Основні елементи конусної дробарки, що підлягають періодичній заміні або відновленню:

- футерування зовнішньої чаші, яка нерухома, конуса, що дробить, і траверси;
- контактуючі поверхні в місці підвісу головного вертикального валу конуса, що дробить, і поверхні ексцентрикової склянки;
- втулки приводного валу, опорне кільце ексцентрикового стакану, та конічні шестерні [18].

Термін служби деталей, які швидко зношуються у конусної дробарки ККД 1500-180:

- футерування зовнішньої нерухомої частини від 6 міс до 2 років;
- футерування траверси від 6 місяців до 3 років;
- футерування конуса, що дробить - від 6 міс до 2 років;
- деталі підвісу конуса, що дробить близько 5 років;
- контактні поверхні ексцентрикового стакану від 1,5 місяців до 2 років;
- втулки приводного валу близько 1 року;
- конічні шестерні від 1 до 7 років [18].

Витрата марганцевистої сталі при дробленні в конусних дробарках коливається від 0,005 до 0,03 кг/т подрібненого продукту за рахунок зношення футерувальних плит [18].

Для змащення всіх вузлів тертя у конусній дробарці застосовують рідке мастило, яке подають під тиском. Мастило в свою чергу зменшує тертя ковзання між тілами і, відводить тепло, запобігає корозії поверхонь і зменшує шум при роботі підшипників [18].

Мастило подають під тиском зверху в зубчасте конічне зачеплення та підшипники кочення. Далі воно стікає зверху вниз і змащує сферу валу. Після цього змащує всіх вузли тертя і в піддоні станини, а звідти повертається в систему рідкого мастила для очищення і охолодження. Зубчасті конічні зачеплення, підшипники ковзання і ексцентриковий вузол змащується мінеральне масло П-28, яке рекомендую для циркуляційного змащування високонавантажених зубчастих зачеплень і підшипників ковзання [15].

Підшипники електродвигунів змащуються набиванням мастилом ЦИАТИМ-201 або ВНІПН-232.

Параметри змащувальних матеріалів приведені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 - Властивості змащувальних матеріалів [18]

Найменування змащувального матеріалу	Температурні межі °С	В'язкість при $t=50^{\circ}\text{C}$, сСтокс	Замінник
ЦИАТИМ-201	-60°С ... +80°С	24...28	ВНІПН232
Масло П-28	-10°С ... +90°С	16...20	Масло МС-24

Карта змащування приведена в таблиці 4.6. Схема точок змащення приведені на рис. 4.4.

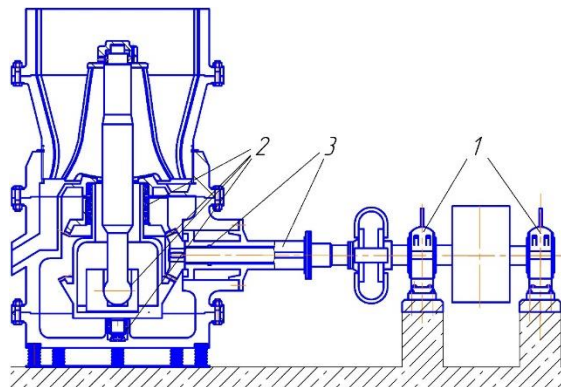


Рис. 4.4 - Схема точок змащення конусної дробарки ККД 1500-180: 1 – підшипники електродвигуну; 2 – конічні зубчасті зачеплення, підшипники кочення, сфера на валу; 3 – підшипники ковзання валу привода.

Таблиця 4.6 - Карта змащення конусної дробарки ККД1500-180 [18]

№ п/п	Найменування точки змащення	К-ть точок, шт	Марка мастила	Об'єм, дм ³	Терміни заміни в добі	Додаткові вказівки
1	Підшипники електро-двигуну	2	ЦИАТИ М-201	2,0	1 раз у 6 міс.	Набивання
2	Зубчасте зачеплення, ексцентрик, підшипники кочення	1	П-28	–	–	Циркуляційна
3	Підшипники ковзання	2	П-28	–	–	Циркуляційна

4.4.Зберігання

Зберігання конусної дробарки та окремих деталей та запасних частин – це заходи з організаційних і технологічних заходів, які захищають машину в неробочий період від [17]:

- корозії,
- деформацій та руйнуючих дій,
- розукомплектовування.

Правила зберігання конусної дробарки виконуються за ГОСТ 7751-85. Згідно стандарту завод-виробник представляє документи до технологічного і технічного обслуговування конусної дробарки ККД 1500-180 при її зберіганні.

Технологічне зберігання включає [18]:

- підготовку обладнання її до зберігання;
- зняття із зберігання та вводу її до експлуатації;
- технічне обслуговування - в процесі зберігання.

Підготовка дробарки до зберігання включає наступне [18]:

- чергове технічне обслуговування машини (очищення, мийку, заміну мастила і мастила підшипникових вузлів);
- зняття з конусної дробарки окремих складальних одиниць та деталей, які зберігати в спеціально обладнаній складських приміщеннях;
- закриття отворів, що утворилися після зняття складових вузлів дробарки;
- герметизацію станіни від вологи і пилу;
- підфарбовування місць з пошкодженим покриттям;
- підготовка місцеположення конусної дробарки на довге зберігання;
- нанесення захисного мастила на поверхні деталі що труться.

Поверхні деталей конусної дробарки з незначними пошкодженнями поверхневого шару зачищають від [18]:

- іржі,
- жирових плям,
- старої пошкодженої фарби,
- знежирюють і підфарбовують.

Для зовнішньої консервації гумотекстільних матеріалів застосовують спеціальні сполуки: ЗВВ-13, ППВ-74, ІВВС або мастила ПВК, К-17, НГ-203. Захисні матеріали наносять розпилювачем, щіткою або зануренням в мастило, яке нагріте до 80 - 90 °С. Замість вище приведених захисних матеріалів можливо використовувати [18]:

- солідол,
- мастило літол-24 (для заповнення точок змащення),
- рідкі мастила для консервацій ЖКБ, ЖКБ-1.

Технічне обслуговування конусної дробарки при зберіганні включає наступні операції [18]:

- зняття зі зберігання;
- очищення при розконсервації з обладнання, складальних одиниць і деталей бруду та пилу;

- зняття герметизуючі засобів;
- монтаж на конусну дробарку знятих складових частин, інструменту та необхідного приладдя;
- перевірку роботи і регулювання складальних одиниць в цілому;
- очищення, консервація і здачу на заглушок, чохлів, бирок і інше.

Постановку конусної дробарки на тривале зберігання до 18 місяців, а ба більше оформляють приймально-здавочним актом, в якому вказується технічний стан і комплектність дробарки [18].

Зберігання конусної дробарки ККД повинне відповідати всім умовам 5 (0Ж4) за ГОСТ 15150-69. В цьому випадку термін зберігання до 18 місяців [18].

При довшому тривалому зберіганні переконсервацію проводити через кожні 18 місяців [18].

ВИСНОВКИ

При виконанні бакалаврської роботи розглянуті наступні розділи.

В першому розділі розглянуті питання з технологічного процесу, умови роботи машини на фабриці дробарок, та обладнання, яке можемо використовувати в даних умова.

В другому розділі розглядаємо основні базові характеристики вже існуючої конусної дробарки крупного дроблення ККД 1500-180.

В третьому розділі проведено аналіз конструкції і принципу праці конусної дробарки крупного дроблення ККД-1500/180 були виявлені недоліки:

– існуюча дробарка має низку ступінь дроблення до 3, що викликає малу інтенсивність дроблення. При збільшені частоти обертання з 0 до 90 *об/хв* зусилля дроблення зростають дуже повільно, що в свою чергу знижує інтенсивність руйнування сировини та збільшуються витрати електроенергії;

– збільшення частоти обертання конусу, що дробить більше 90 *об/хв* приводить до значних додаткових навантажень на електродвигун і конструкцію конусної дробарки.

Вході підготовки до оформлення роботи проведений аналіз патентно-літературного огляду [4-11], який дозволяють обрати технічне рішення, яке усуне виявлені недоліки конструкції конусної дробарки.

Представлене технічне рішення в авторському свідоцтві [8] дозволяє усунути розглянуті недоліки конструкції конусної дробарки ККД-1500/180. У удосконаленій конструкції конусної дробарки руйнування залізної руди відбувається під дією пульсуючих сил, яку створюють вібратори.

В пропонованій удосконаленій конструкції можливе підвищення частоти пульсацій за рахунок збільшення кутових швидкостей руху дебалансів.

Використання пульсуючих вібрацій на сировину, що дробиться при збільшенні їх частоти дозволяє збільшити інтенсивність дроблення без перевантаження механізмів дробарки і приводу.

Розглянута удосконалена конструкція конусної дробарки крупного дроблення має наступні переваги:

- усуває виявлені недоліки;
- покращує її експлуатаційні показники;
- підвищує ступінь дроблення;
- знижує витрати електроенергії.

Всі отримані переваги отримані за рахунок підвищення інтенсивності дроблення.

В четвертому розділі розглянуті питання з транспортування, фундаменту та монтажу, використання за призначенням, технічне обслуговування та зберігання.

Рекомендовано до використання на розробці нових конструкцій конусних дробарок та удосконалені існуючих підчас капітальних ремонтів.