

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет конструювання та дизайну

Кафедра конструювання машин і обладнання

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри конструювання

машин і обладнання

д.т.н. проф.

Ловейкін В.С.

(підпис)

(ПШБ)

2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

На тему: «Оптимізація режиму підйому пристрою для сепарації
картоплі»

Спеціальність – 133 «Галузеве машинобудування»

Керівник кваліфікаційної роботи магістра

д. т. н. доцент

Виконав

Ловейкін В.С.

(підпис)

Стрілець Д. Ю.

(підпис)

КИЇВ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

конструювання машин і обладнання
д.т.н. проф. Ловейкін В.С.
(підпис) (ПІБ)

“ ” 2021

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи магістра студенту

Стрільцю Дмитрію Юрійовичу

Спеціальність 133 – «Галузеве машинобудування»

Тема кваліфікаційної роботи магістра: «Оптимізація режиму підйому пристрою для сепарації картоплі»

Затверджена наказом ректора НУБіП України від “04” 02 2022р. № 204«С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2023. . . .
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до кваліфікаційної роботи/бакалавра: вага виробу, $G = 600$ кг;
швидкість руху, $V = 0,3 \dots 0,7$ м/с; Механізм гвинтового типу; кут нахилу
робочих органів, $\alpha = 18^\circ \dots 23^\circ$; привід – сл.двигун

Перелік питань, які потрібно розробити: 1. Аналіз конструкцій механізмів підйому 2. Розробка механізму підйому. 3. Охорона праці 4. Економічне обґрунтування проєкту.

Перелік графічних документів: 1. Кінематична схема пристрою. 2. Вузол механізму підйому. 3. Деталі. 4. Презентація(слайди).

Дата видачі завдання “ ” 2021р.

Керівник кваліфікаційної роботи магістра

Ловейкін В.С.

(підпис)

Завдання прийняв до виконання

Стрільць Д. Ю.

(підпис)

Зміст

Вступ.....	2
Розділ 1. Аналіз конструкції механізмів підйому.....	5
1.1 Технологічні вимоги до механізмів, що забезпечують процес сепарації.....	5
1.2 Аналіз конструкції відомих механізмів підйому.....	8
1.3 Методика розрахунку гвинтових механізмів підйому.....	20
1.4 Висновки по розділу.....	28
Розділ 2. Розробка механізму підйому.....	29
2.1 Запропонована конструкція механізму підйому.....	29
2.2 Технологічний та кінематичний розрахунок механізму.....	30
2.3 Розрахунок на міцність деталей механізму підйому.....	36
Розділ 3. Охорона праці.....	43
Розділ 4. Економічне обґрунтування проекту.....	54
Висновки.....	57
Використана література.....	58
Додатки.....	61

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Вступ

Впровадження ефективних технологій і оптимальних режимів роботи є важливим аспектом в багатьох галузях сільського господарства. Одним з найважливіших етапів обробки сільськогосподарської продукції є сепарація картоплі. Відправлення картоплі на подальшу переробку або на зберігання відбувається після її очищення і відокремлення від непотрібних домішок.

Оптимізація режиму підйому пристрою для сепарації картоплі є актуальною задачею, яка вимагає проведення досліджень та розробки нових методів і технологій. Оптимальний режим підйому дозволяє забезпечити максимальну ефективність сепараційного процесу, знизити енергозатрати та мінімізувати втрати продуктивності.

Однак, на сьогоднішній день існує недостатньо наукових досліджень, присвячених оптимізації режиму підйому пристроїв для сепарації картоплі.

Багато сучасних пристроїв мають обмежені можливості налаштування та відсутність адаптивності до зміни умов. Це призводить до неоптимального використання ресурсів, збільшення втрат продуктивності та зменшення якості сепарованої картоплі.

Метою даної кваліфікаційної роботи є вивчення та аналіз сучасних методів сепарації картоплі, розробка нового режиму підйому пристрою на основі оптимізаційних алгоритмів та експериментальне підтвердження його ефективності. Це дозволить покращити якість сепарованої картоплі, зменшити втрати продуктивності та знизити енергозатрати під час сепараційного процесу. Оптимізований режим підйому пристрою буде враховувати такі фактори, як розмір та форма картоплі, швидкість руку, потужність підйому, а також враховувати змінні умови роботи, такі як вологість картоплі та обсяг завантаження.

Для досягнення поставленої мети будуть проведені наступні завдання:

1. Огляд сучасних методів та технологій сепарації картоплі, включаючи аналіз їх переваг та недоліків.

2. Розробка математичної моделі процесу підйому пристрою для сепарації картоплі, з урахуванням фізичних властивостей картоплі та параметрів пристрою.

3. Вибір та розробка оптимізаційних алгоритмів для знаходження оптимального режиму підйому пристрою з метою максимізації ефективності та зниження енергозатрат.

4. Експериментальне дослідження запропонованого режиму підйому пристрою на пілотному обладнанні з використанням реальних зразків картоплі.

5. Аналіз результатів експериментальних випробувань та порівняння їх зі стандартними методами сепарації для оцінки ефективності та практичної цінності запропонованого режиму підйому.

Очікується, що результати цієї кваліфікаційної роботи сприятимуть вдосконаленню технології сепарації картоплі, забезпечать підвищення якості та продуктивності процесу, а також допоможуть зменшити енергозатрати та

витрати на виробництво. Крім того, результати цієї кваліфікаційної роботи

можуть послужити основою для розробки нових інноваційних технологій сепарації картоплі. Інженери та дослідники у галузі сільськогосподарського машинобудування, харчової промисловості та автоматизації виробничих процесів зможуть використати ці дані та методику для подальшого

вдосконалення сепараційних систем.

Дослідження, які будуть проведені в рамках цієї кваліфікаційної роботи, внесуть вагомий внесок у галузь сільського господарства та харчової

промисловості. Оптимізація режиму підйому пристрою для сепарації

картоплі покращить якість продукту, забезпечить збереження цінних харчових речовин та знизить втрати під час обробки. Крім того, оптимальний

режим підйому сприятиме зменшенню енергозатрат та зниженню впливу на навколишнє середовище.

Результати цього дослідження можуть бути використані сільськогосподарськими підприємствами, переробними заводами та виробниками сільськогосподарської техніки для вдосконалення своїх технологічних процесів. Оптимізований режим підйому може бути впроваджений в сепараційні пристрої з метою поліпшення їх продуктивності та використання ресурсів.

Окрім того, це дослідження відкриває шлях до подальших наукових досліджень в галузі сепарації сільськогосподарської продукції. Наприклад, можна розглянути вплив інших факторів, таких як вологість повітря, температура та характеристики картопляного матеріалу на оптимальний режим підйому. Також, можна розглянути можливості застосування цього дослідження для інших видів сільськогосподарських культур.

Завдяки даному дослідженню з оптимізації режиму підйому пристрою для сепарації картоплі, ми зможемо краще розуміти та вдосконалити процеси оброб

ки картоплі, забезпечуючи більш ефективне використання ресурсів та поліпшення якості продукту. Результати цього дослідження можуть стати основою для розробки нових технологічних рішень, які забезпечать оптимальну сепарацію картоплі з мінімальними втратами та максимальною виходом продукту відповідно до вимог ринку.

Подальші дослідження в цій галузі можуть охоплювати широкий спектр аспектів, включаючи оптимізацію режимів обробки для різних сортів картоплі, врахування впливу різних факторів на якість та продуктивність процесу, а також вдосконалення конструкції самого підйомного пристрою.

Застосування нових матеріалів, використання сучасних технологій та впровадження автоматизованих систем керування можуть сприяти подальшому покращенню сепараційного процесу.

Розділ 1. Аналіз конструкції механізмів підйому

НУВБІП УКРАЇНИ

1.1 Технологічні вимоги до механізмів, що забезпечують процес сепарації картоплі.

Агротехнічні вимоги до сортування картоплі зазвичай визначаються в залежності від мети сортування та виду обладнання, яке використовується для цього процесу. Однак, загалом, наступні вимоги є типовими для сортування картоплі:

1. Відсутність механічних пошкоджень. Картопля має бути вільна від подрятин, тріщин, гнилі та інших механічних пошкоджень.

2. Однаковий розмір. Щоб забезпечити однакову якість та калібр картоплі, необхідно використовувати обладнання, яке може сортувати картоплю за розміром.

3. Відсутність хвороб та шкідників. Картопля має бути вільною від будь-яких хвороб та шкідників, щоб запобігти їх подальшому поширенню.

4. Сухість. Картопля має бути повністю сухою, щоб уникнути розвитку грибків та інших мікроорганізмів, які можуть спричинити загнивання.

5. Відсутність іноземних предметів. Картопля має бути вільною від будь-яких іноземних предметів, таких як каміння, гілки та інші речі, які можуть пошкодити обладнання або спричинити забруднення продукту.

6. Оптимальна температура зберігання. Після сортування, картоплю необхідно зберігати при оптимальній температурі та вологості, щоб зберегти її свіжість та якість.

Сучасна картоплезбиральна промисловість базується на використанні ефективних механізмів для сепарації картоплі, що грають важливу роль у виробничому процесі. Оптимальний вибір технологічних вимог до цих механізмів гарантує ефективну обробку сировини і максимальну якість продукту.

При процесі сепарації картоплі основним завданням є відокремлення картопляного клубня від інших компонентів, таких як земля, каміння, стебла тощо. Забезпечення цього процесу вимагає використання спеціалізованих механізмів, які забезпечують ефективне розсортування та очищення картоплі.

Перш за все, необхідно мати механізм для механічного розсортування картоплі, який здатний відокремити картопляні клубні від інших небажаних компонентів. Це може бути вібраційний ситовий апарат або барабанний сепаратор, який застосовується для відокремлення менших фракцій з більшими. Він може бути оснащений додатковими пристроями, такими як щітки або повітряний потік, для поліпшення сепараційного процесу.

Другим важливим аспектом є наявність механізму для очищення картоплі від залишків ґрунту та інших забруднень. Це може бути система водяних струменів, що миттєво змиває землю та інші речовини, або повітряний потік, який видалить легкі домішки. Також можуть застосовуватися щітки або ролики для механічного очищення поверхні картоплі від залишків землі та інших частинок.

Крім того, необхідно мати механізм для подрібнення або розрізання більших картопляних клубнів на менші фрагменти, які можуть використовуватися для різних цілей, наприклад, для виробництва чіпсів або кубиків картоплі. Цей механізм повинен бути точним і ефективним, забезпечуючи однорідність розміру фрагментів.

Нарешті, важливим аспектом є система контролю та сортування продукту. Сучасні технології дозволяють використовувати оптичні сортувальні механізми, які можуть визначати якісні параметри картоплі, такі як розмір, форма, колір, наявність дефектів тощо. Це дозволяє автоматично відокремлювати картопляні клубні, які не відповідають встановленим стандартам якості.

Загалом, технологічні вимоги до механізмів, що забезпечують процес сепарації картоплі, полягають у їхній ефективності, точності та надійності. Вони повинні забезпечувати швидку та безперебійну обробку картоплі,

зменшувати кількість відходів і забезпечувати високу якість фінального продукту. Тільки за умови виконання цих вимог можна досягти оптимальних результатів у сепарації картоплі та задовольнити потреби сучасної промисловості.

При вирощуванні невеликих обсягів картоплі, пред'являються підвищені вимоги до якості і собівартості післязбиральної обробки продукції.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

1.2. Аналіз конструкції відомих механізмів підйому.

Механізми підйому відіграють важливу роль у промисловості, будівництві та різних галузях, де необхідно піднімати вантажі або здійснювати підйомні рухи. Є основні види конструкції відомих механізмів підйому, таких як домкрати, лебідки, талі та підйомні крани. Вивчення цих механізмів дозволяє зрозуміти їхні особливості, характеристики та застосування в різних галузях промисловості та будівництва.

Домкрати є одними з найпоширеніших механізмів підйому. Вони використовуються для піднімання важких вантажів у вертикальному напрямку. Домкрати можуть мати різні конструкції та принципи дії, але основна ідея полягає у використанні механічної переваги для створення сили, необхідної для підйому вантажу.

- Механічні домкрати: Цей вид домкратів працює за допомогою фізичної сили. Вони можуть бути ручними та електричними. Ручні домкрати, такі як гвинтові домкрати, вимагають фізичного зусилля для підняття вантажу. (Рис. 1.1)



Рис. 1.1. Механічний домкрат

- Гідравлічні домкрати: Ці домкрати використовують принцип гідравліки для підйому вантажу. Вони мають циліндр з поршнем, який використовує тиск рідини для підняття вантажу. Гідравлічні домкрати здатні піднімати великі навантаження з високою точністю і контролем. (Рис. 1.2)

НУБІ



ІНИ

НУБІ

ІНИ

Рис.1.2. Гідравлічний домкрат.

Пневматичні домкрати. Ці домкрати використовують стиснений повітря для підйому вантажу. Вони широко використовуються в автомобільній промисловості та інших галузях, де необхідно швидко та ефективно підняття вантажів. Пневматичні домкрати є надійними та міцними, здатними піднімати великі вантажі зі значною легкістю (Рис.1.3)

НУБІ



АІНИ

НУБІ

АІНИ

Рис.1.3. Пневматичний домкрат.

Застосування домкратів є широким. Вони знайшли своє застосування у різних сферах, включаючи автомобільну промисловість, будівництво, підйом важких предметів, ремонтні роботи, вантажні роботи та багато інших.

Характеристики домкратів можуть різнитися залежно від їхнього типу та моделі. Деякі загальні характеристики включають максимальне навантаження, висоту підняття, масу, матеріал виготовлення та механізм підйому. Наприклад, гвинтові домкрати можуть мати велику висоту підняття, та важити більше порівняно з іншими типами домкратів.

Незважаючи на багато переваг, домкрати також мають свої недоліки. Деякі з них включають обмежений діапазон підняття, необхідність фізичної сили для ручного підняття, можливість перекидання вантажу при неправильному використанні та потребу у регулярному обслуговуванні та перевірці для забезпечення безпеки та ефективності роботи.

Попри недоліки, домкрати є незамінними механізмами підйому, які значно полегшують роботу з важкими вантажами. Вибір відповідного типу домкрату залежить від конкретних потреб і вимог, а також від безпекових та експлуатаційних факторів, які слід враховувати для досягнення успішних результатів.

У винтові домкрати використовують принцип гвинта для піднімання вантажу. Вони складаються з гвинтової стержня та гайки, яка обертається навколо гвинтової стержня. Підвищення вантажу відбувається шляхом обертання гайки, що приводить до підйому гвинтової стержня. (Рис. 1.4.)

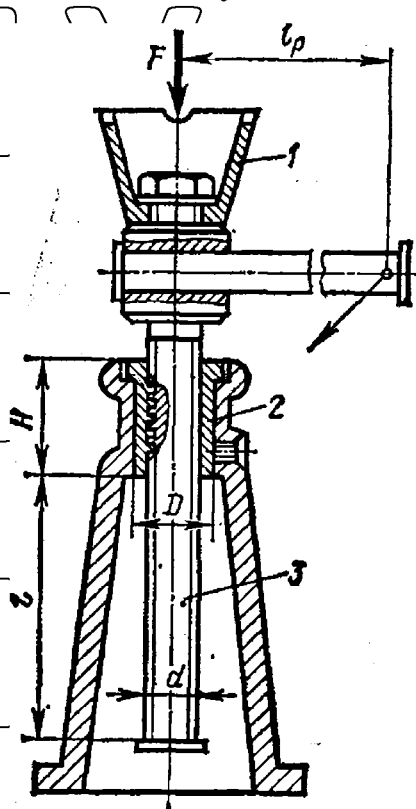


Рис. 1.4. Гвинтовий домкрат

Гвинтові домкрати можуть мати різні характеристики та специфікації, які визначають їхню максимальну навантажувальну здатність та

ефективність. Деякі з основних характеристик гвинтових домкратів включають:

- Максимальне навантаження. Це вага, яку домкрат може підняти безпечно. Вона залежить від розмірів та міцності гвинтової стержня та інших компонентів домкрату.

- Висота підйому: Це максимальна висота, на яку домкрат може підняти вантаж. Вона залежить від довжини гвинтової стержня та конструкції домкрату.

- Розміри та вага: Габарити та вага домкрату впливають на його переносність та зручність використання. Деякі гвинтові домкрати мають компактні розміри для зручності використання в обмежених просторах.

Механізм підйому: Гвинтові домкрати можуть мати різні механізми підйому, такі як ручне обертання гайки за допомогою рукоятки або електричне підйомне пристрій, що дозволяє автоматизувати процес підняття вантажу.

Особливість гвинтових домкратів полягає в їхній високій точності та стабільності під час підняття вантажу. Гвинтові механізми забезпечують поступальний рух, який дозволяє плавно контролювати підняття та опускання вантажу без ризику випадкового руху.

Додатковою перевагою гвинтових домкратів є їхня стабільність та надійність. Конструкція з гвинтовим механізмом забезпечує високу міцність та опірність до внутрішніх навантажень, що дозволяє піднімати великі вантажі без ризику пошкодження механізму.

Гвинтові домкрати можуть мати різні варіанти та додаткові функції, що розширюють їхні можливості. Наприклад, деякі моделі можуть мати вбудовані механізми безпеки, які запобігають перевантаженню та аварійним ситуаціям. Крім того, деякі гвинтові домкрати можуть бути оснащені регульованою базою або колесами для легшого переміщення та маневрування.

Лебідки є важливими механізмами підйому, які використовуються для переміщення вантажів шляхом намотування тросу або ланцюга на барабан. Вони мають різні види та застосування (Рис. 1.5.):

- Мануальні лебідки: Цей вид лебідок працює за допомогою фізичної сили оператора. Вони зазвичай оснащені рукояткою або ручкою, яку оператор обертає для намотування тросу або ланцюга. Мануальні лебідки використовуються в різних галузях, включаючи суднобудування, автомобільну промисловість, будівництво та ремонтні роботи.

- Електричні лебідки: Ці лебідки працюють за допомогою електричного приводу. Вони оснащені електродвигуном, який забезпечує автоматизоване переміщення вантажу. Електричні лебідки широко використовуються в автомобільній промисловості, будівництві, галузі розвантаження та вантажоперевезення, де потрібно ефективне та контрольоване підйомне обладнання.

- Гідравлічні лебідки: Ці лебідки використовують гідравлічну систему для підйому вантажу. Вони приводяться в дію за допомогою гідравлічного насоса, який створює тиск у системі і забезпечує плавний підйом вантажу.

Гідравлічні лебідки зазвичай використовуються в важкій промисловості, будівництві та вантажних роботах, де потрібна висока підйомна сила.

Незважаючи на багато переваг, лебідки також мають свої недоліки. Деякі з них включають високу вартість покупки та обслуговування, потребу у електричному або гідравлічному джерелі енергії, обмежений діапазон підйому та потребу у регулярному обслуговуванні для забезпечення безпеки та ефективності роботи.

Одним з найпоширеніших недоліків лебідок є обмежена довжина тросу або ланцюга, що може обмежувати їх застосування в умовах з великою висотою підйому. Крім того, деякі моделі лебідок можуть мати обмежену швидкість підйому, що може впливати на продуктивність та ефективність роботи.

Крім того, лебідки вимагають ретельного контролю та безпечного використання, оскільки неправильне використання може призвести до аварій, пошкоджень обладнання або небезпеки для оператора та оточуючих.

Необхідність регулярного обслуговування, змащення та перевірки також є важливим аспектом експлуатації лебідок. Регулярне технічне обслуговування допомагає забезпечити безпеку роботи, продовжити термін служби та знизити ризик виникнення непередбачених поломок.



Рис. 1.5. Лебідки

Підйомні крани є потужними механізмами Опідйому, які використовуються для підняття та переміщення великих вантажів у вертикальному та горизонтальному напрямках. Вони мають різні види, застосування та недоліки. Давайте розглянемо їх більш детально:

- Вишкові крани: Це один з найпоширеніших типів підйомних кранів, які мають стійку конструкцію з високою підйомною здатністю. Вони складаються з вишки, на вершині якої розташована поворотна платформа з підйомним механізмом. Вишкові крани використовуються в будівництві, на промислових об'єктах та у вантажних портах для підняття важких вантажів на велику висоту.

- Мобільні крани: Ці крани мають мобільну базу, що дозволяє їм переміщатись по робочій території. Вони можуть бути наземними кранами з

колісною базою або гусеничними кранами. Мобільні крани широко використовуються в будівництві, лісовідновленні, монтажних роботах та рятувальних операціях, оскільки вони можуть швидко переміщатись до різних місць та піднімати вантажі з великою маневреністю.

- Баштові крани: Ці крани мають високу башту, яка закріплена на фундаменті. Вони використовуються в будівництві висотних споруд, де необхідно піднімати великі вантажі на значну висоту. Баштові крани забезпечують велику підйомну здатність та точність розташування вантажів.

- Плаваючі крани: Ці крани призначені для роботи на водних об'єктах, таких як річки, порти або офшорні майданчики. Вони мають спеціальну плавучу платформу, що дозволяє їм піднімати вантажі над водою та здійснювати ремонтні роботи на морських спорудах. Плаваючі крани мають велику підйомну здатність та можуть бути оснащені додатковими пристроями, такими як потужні кранові стріли, для виконання складних завдань.

Підйомні крани також мають свої недоліки:

- Обмежена маневреність: Більшість підйомних кранів потребують достатньо великої робочої площі і мають обмежену маневреність. Це може створювати складнощі у вузьких або обмежених просторах, де необхідно здійснювати точне позиціонування вантажів.

- Висока вартість та обслуговування: Підйомні крани, особливо більші моделі, можуть бути дорогими в придбанні та експлуатації. Вони вимагають регулярного технічного обслуговування, перевірок та ремонтів, що також може призвести до додаткових витрат.

- Вимоги до оператора: Робота з підйомним краном вимагає кваліфікованого та досвідченого оператора. Неправильне використання або недостатня підготовка оператора можуть призвести до небезпеки для нього самого, оточуючих та матеріальних цінностей.

• Залежність від зовнішніх факторів: Погодні умови, такі як сильний вітер або погана видимість, можуть обмежувати роботу підйомних кранів та впливати на їх продуктивність. Деякі типи підйомних кранів також можуть бути чуткими до коливань у робочому середовищі.

Підйомні механізми є різноманітними пристроями, які використовуються для підняття та переміщення вантажів або людей у вертикальному напрямку. Вони мають різні види, застосування, а також переваги та недоліки:

- Гвинтові підйомники використовують гвинтовий механізм для підняття вантажів або пасажирів. Вони мають гвинтову стрічку або гвинтову гайку, яка рухається вздовж осі і піднімає або опускає платформу. Гвинтові підйомники застосовуються в ліфтах для інвалідів, складах, автомобільних сервісах та інших місцях, де необхідно підняти вантажі на відносно невелику висоту. Вони мають високу точність позиціонування та можуть працювати в обмежених просторах (Рис. 1.6.).

Переваги гвинтових підйомників включають високу стабільність, низьку шумність, можливість роботи безпосередньо вгору-вниз та високу точність. Однак, вони можуть бути повільними у порівнянні з іншими типами підйомних механізмів, та вимагають систематичного технічного обслуговування.



Рис. 1.6. Гвинтовий підйомник ПЕГ-120

- Гідравлічні підйомники використовують рідину під тиском для підняття вантажів або пасажирів. Вони складаються з гідростанції, яка надає потрібний тиск, та гідравлічних циліндрів, які здійснюють рух платформи. Гідравлічні підйомники використовуються у вантажних автомобілях, підлогах з вантажопідйомним обладнанням, медичних установах та інших сферах(Рис. 1.7.).

Переваги гідравлічних підйомників включають високу підйомну здатність, здатність працювати з великими навантаженнями, плавний і контрольований рух, а також можливість працювати в різних умовах температури і середовищах. Гідравлічні підйомники також можуть бути встановлені у вантажних ліфтах, автомобільних підйомниках і навіть вантажних платформах.

Однак, гідравлічні підйомники можуть вимагати більшої місцевості для установки гідростанції та циліндрів, що може бути обмеженням у деяких приміщеннях. Також вони можуть потребувати регулярного обслуговування та перевірок системи, а також потенційно більш складної усунення несправностей.



Рис. 1.7. Гідравлічний підйомник.

- Рейкові підйомники працюють за допомогою електромеханічної системи, яка рухає платформу вздовж рейок. Вони використовуються в ліфтах для вантажів, складах, великих промислових спорудах та інших місцях, де потрібно переміщення вантажів на великі висоти (Рис. 1.8.).

Переваги рейкових підйомників включають високу надійність, стабільність руху, велику підйомну здатність та можливість використання у важких умовах. Вони також можуть бути обладнані системами безпеки, такими як замок безпеки на платформі та екстремний виклик.

Однак, рейкові підйомники можуть бути складними у встановленні, оскільки потребують системи рейок та точного позиціонування. Також можуть виникати проблеми з підтримкою та обслуговуванням рейок, а також шум при русі платформи.



Рис. 1.8. Рейковий механізм ліфта

Аналіз конструкції її відомих механізмів підйому, таких як домкрати, лебідки, талі та підйомні крани, дозволяє отримати важливі уявлення про їхні характеристики та особливості. Кожен з цих механізмів має свої переваги та обмеження, які потрібно враховувати при виборі найбільш підходящого для конкретного завдання.

Аналіз конструкції цих механізмів дає змогу визначити їхню максимальну навантажувальну здатність, швидкість підйому, типи механізмів передачі руху та контрольні системи. Крім того, розуміння характеристик та особливостей цих механізмів є важливим для вибору оптимального рішення залежно від конкретних вимог та умов застосування.

Аналіз конструкції відомих механізмів підйому є важливим кроком у розробці нових та удосконаленні існуючих систем підйому з метою покращення їхньої ефективності, надійності та безпеки. Результати аналізу можуть бути використані при проектуванні нових конструкцій механізмів підйому, вдосконаленні технологій виробництва та виборі найбільш підходящих механізмів для конкретних завдань.

Продовжуючи аналіз конструкції відомих механізмів підйому, необхідно врахувати розвиток нових технологій та матеріалів, які можуть вплинути на їхню ефективність та функціональність. Також, варто дослідити можливість застосування автоматизації та інтеграції з системами керування для поліпшення роботи цих механізмів.

Загалом, аналіз конструкції відомих механізмів підйому є важливим етапом у дослідженні цієї галузі технологій. Вивчення їхніх особливостей, характеристик та застосувань допомагає визначити оптимальні рішення для підйому вантажів у різних сферах діяльності, забезпечуючи ефективність та безпеку робочих процесів.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

1.3. Методика розрахунку гвинтових механізмів відйому

Для ходовик і вантажних гвинтів застосовується різьби: квадратні, прямокутні, трапецеїдальні, упорні, трикутні та спеціальні. Трапецеїдальна різь нормована ГОСТ 9484-81. Упорна різьба нормована ГОСТ 10177-82.

Трапецеїдальна різьба (також відома як різьба трапецевидного профілю) є одним з типів різьби, який використовується для з'єднання компонентів, де потрібне передавання сили або руху. Вона має трапецевидний профіль з горбами та впадинами, що дає їй певні переваги в порівнянні з іншими типами різьб.

Трапецеїдальна різьба зображена на рис. 1.9.



Рис.1.9. Профіль трапецеїдальної різь

Основні відомості та характеристики:

- Форма профілю: Трапеція.
- Кут нахилу горбів: Зазвичай 30 градусів (іноді можуть використовуватися інші кути).
- Кількість сторін профілю: Зазвичай 4, але іноді можуть використовуватися більші кількості для спеціальних застосувань.
- Призначення: Трапецеїдальні різьби використовуються для передачі сили та керування рухом, особливо в гвинтових механізмах, шпінделях, гвинтових перекладах та інших механічних системах.
- Точність: Трапецеїдальні різьби можуть бути виготовлені з різною точністю, залежно від конкретного застосування. Зазвичай використовуються

різьби зі стандартними точностями, такими як клас 7e або 7h (згідно з ГОСТ 11529-78).

Ці стандарти визначають розміри, технічні характеристики та методи випробувань для трапецеїдальних різьб, що використовуються в Україні:

- ДСТУ 2138:2015 "Вироби з металу. Трапецеїдальна різьба. Основні розміри та технічні умови"

- ДСТУ 2139:2015 "Вироби з металу. Трапецеїдальна різьба. Міжнародна різьба. Основні розміри та технічні умови".

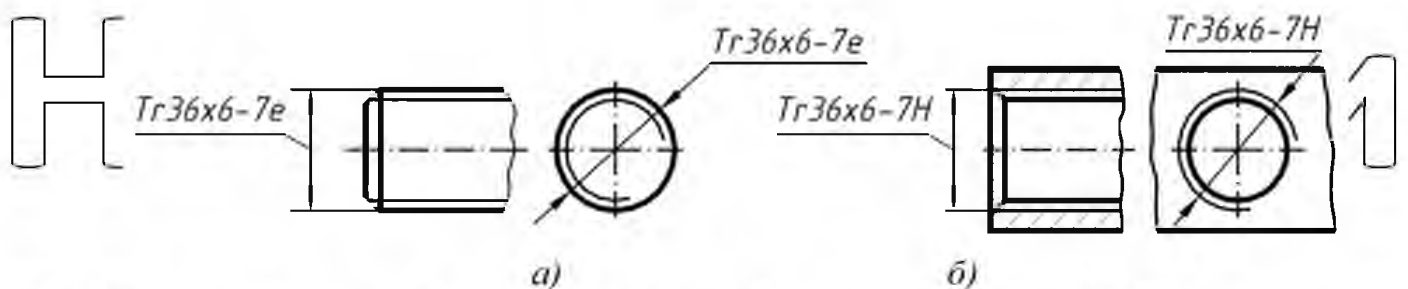


Рис. 1.10. Умовне позначення трапецеїдальної різьби

Умовні позначення для трапецеїдальних різьб (рис. 1.10) наведені нижче:

- Трапецеїдна різьба: Обозначається літерою "Tr" або словом "трапеційна".

- Діаметр: Позначається символом "d" або "D" після символу "Tr". Наприклад, Tr10 означає трапеційну різьбу з діаметром 10 мм.

- Крок: Позначається символом "x" після символу діаметра. Наприклад, Tr10x2 означає трапеційну різьбу з діаметром 10 мм та кроком 2 мм.

- Клас точності: Часто використовується літерне позначення для класу точності. Наприклад, Tr10x2 7e вказує на трапеційну різьбу з діаметром 10 мм, кроком 2 мм та точністю відповідно до класу 7e.

- Довжина: У деяких випадках можуть використовуватися позначення довжини різьби, зазвичай після позначення точності. Наприклад, Tr10x2 7e

1.50 вказує на трапеційну різьбу з діаметром 10 мм, кроком 2 мм, точністю класу 7e та довжиною 50 мм.

Прямокутна різьба є нестандартною. Силует прямокутної різьби може бути квадратним або прямокутним (рис.1.11.). Позначення різьби не існує, на кресленні ставлять всі розміри (рис.1.12.). Застосовують як ходову різь (наприклад, в домкратах і т.п.).

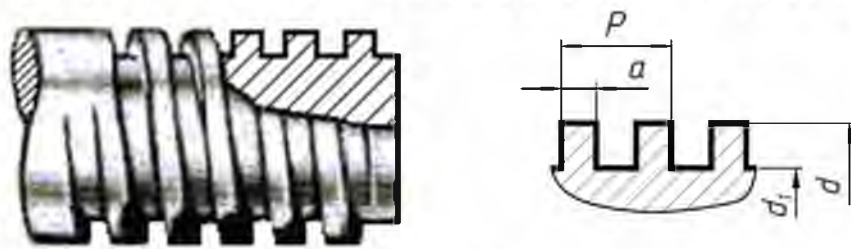


Рис. 1.11. Силует прямокутної різьби

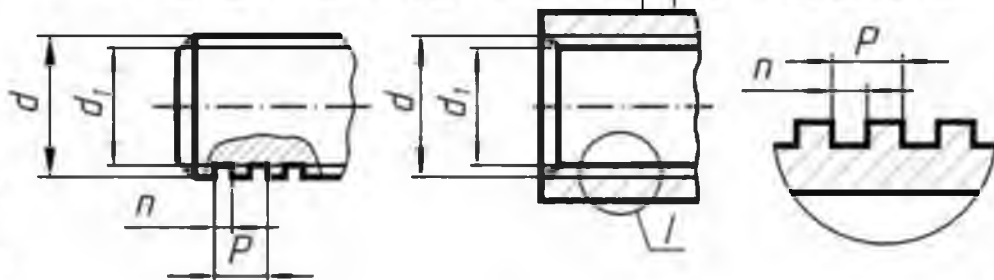


Рис. 1.12. Позначення прямокутної різьби

Упорну різьбу використовують як різьбу для передачі значних односторонніх сил у механізмах, таких як преси, підйомники тощо. (рис. 1.13.).

Для прикладу позначення "S80x10 - 7H" використовується для упорних різь в Україні (рис.1.14.). Ось розшифровка цього позначення:

"S" - означає, що це стандартна упорна різьба, а не спеціальна.

"80" - зовнішній діаметр різьби в міліметрах.

"10" - коефіцієнт шагу різьби, відстань між сусідніми витками різьби в міліметрах.

"7H" - клас точності для внутрішньої різьби.

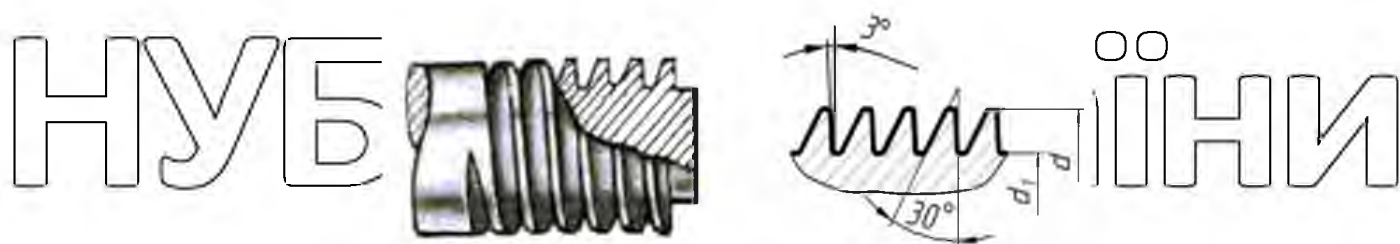


Рис 1.13. Профіль упорної різьби.

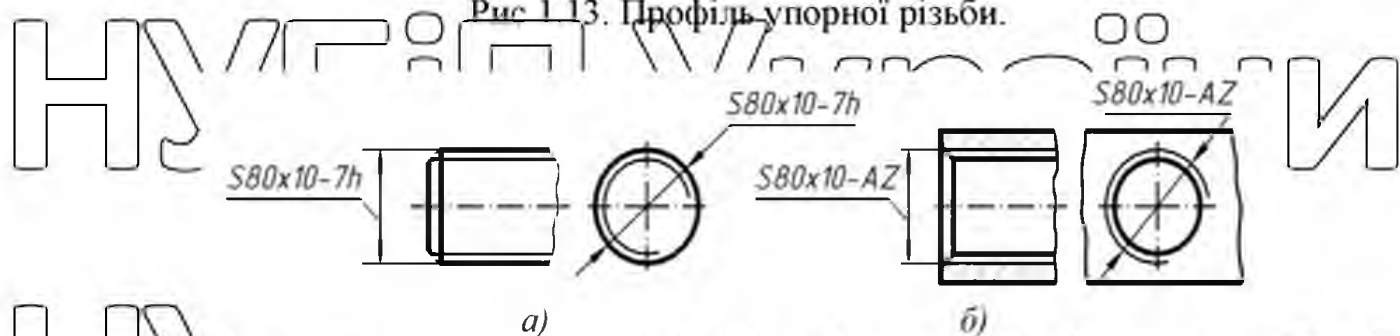


Рис 1.14. Умовне позначення упорної різьби

У спеціальних різьбах можна виділити дві категорії: перша - це різьби зі стандартним профілем, але з відхиленнями від стандартних значень кроку або діаметра; друга - це різьби з нестандартним профілем, таким як круглий або прямокутний профіль.

У випадку спеціальної різьби зі стандартним профілем перед умовним позначенням додаються літери "СП". Наприклад, "СП М60х6-6" означає спеціальну різьбу зі стандартним профілем розміром М60х6 та нестандартним кроком.

У разі різьб з нестандартними значеннями всіх параметрів, розміри цих різьб вказуються на кресленні.

Таким чином, спеціальні різьби включають різьби зі зміненими стандартними значеннями та різьби з нестандартним профілем, і для кожного випадку існують відповідні способи позначення та зазначення розмірів.

Розрахунки для ходових і вантажних гвинтів проводяться за однаковими методиками.

Розрахунок різьблення на зріз. У ходових і вантажних гвинтових передачах слід перевірити напругу зрізу у витках різьблення гайки, матеріал якої менш міцний, ніж матеріал гвинта. Вводячи коефіцієнт повноти

різьблення $\beta = a/P_r$ (Рис 1.15) і припускаючи, що тиск від сили F_A розподіляється по гвинтовій поверхні рівномірно, отримаємо:

$$\tau = \frac{F_A}{\pi d N \beta} \quad (1.1)$$

Де: N – довжина згвинчування, що дорівнює висоті гайки;

d – діаметр гвинта;

P_r – крок різьби;

F_A – сила що прикладається на гайку;

a – відстань між витками;

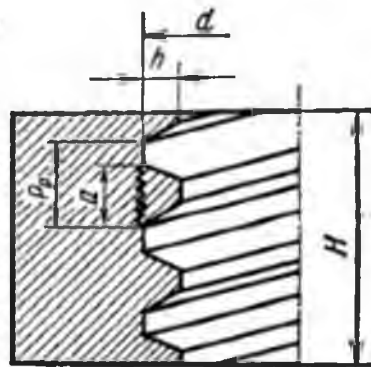


Рис. 1.15. Профіль різьби.

Розрахунок гвинта та гайки можна показати на прикладі гвинтових пар,

що застосовуються у вантажних домкратах. На рис.1.16. показаний привід

механізованого домкрата. Основними частинами такого домкрата є 1 -

вантажний гвинт 2 - гайка вантажного гвинта 3 - провідний вал 4 -

провідне зубчасте колесо 5 - чашка 6 - ведене зубчасте колесо 7 - корпус 8 -

дистанційне керування 9 - запобіжна шайба.

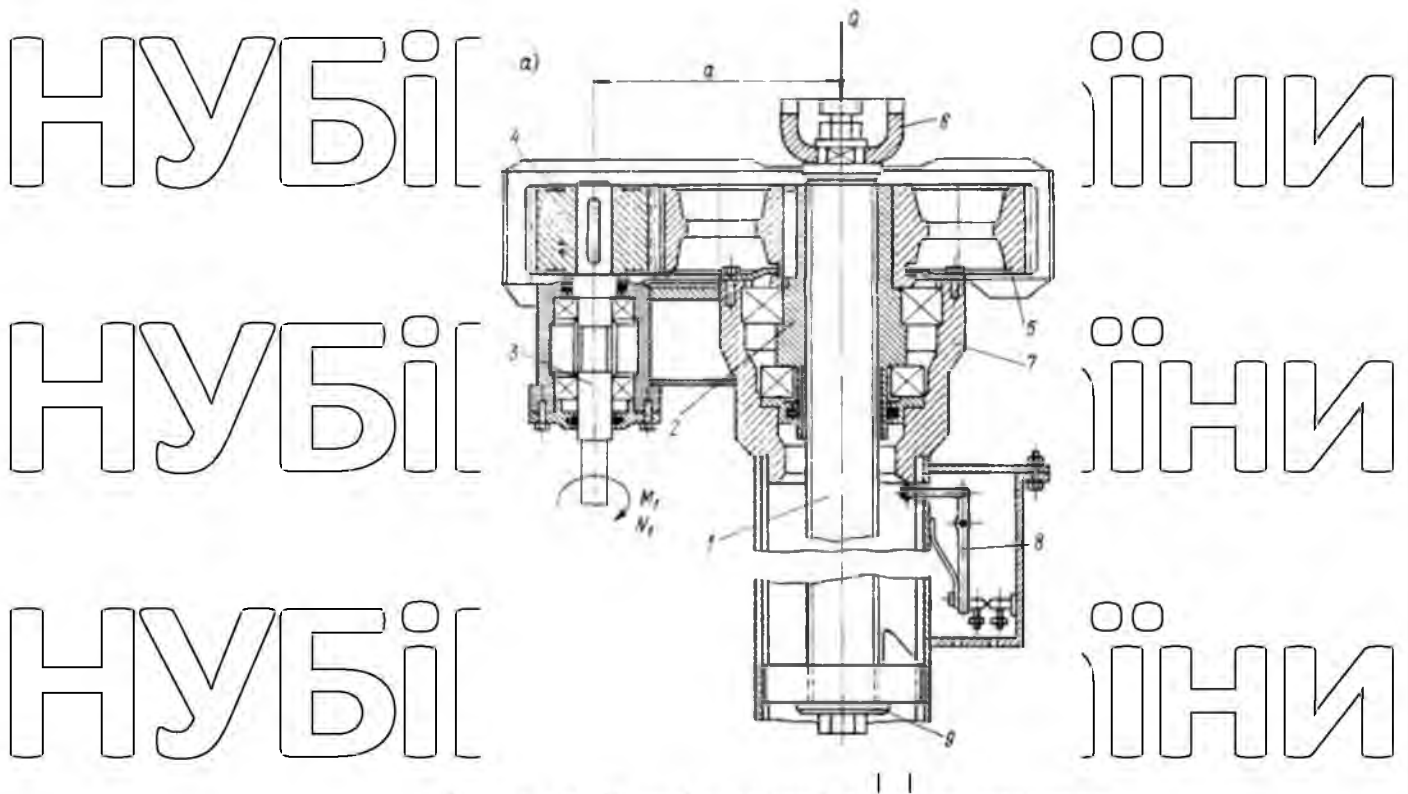


Рис. 1.16. Привід механізованого домкрата

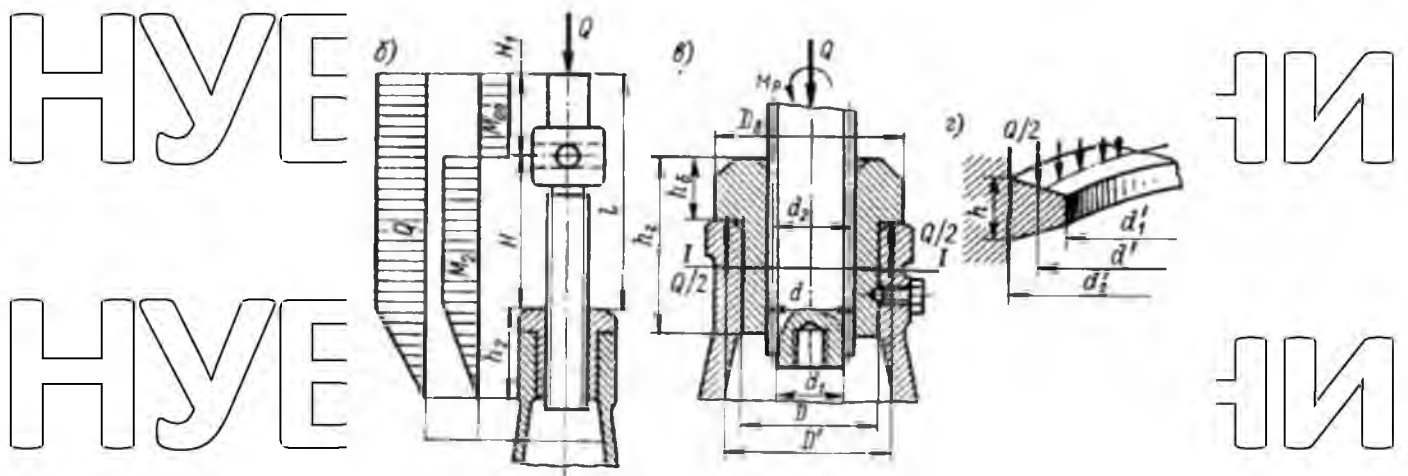


Рис 1.17. Схема гвинта і гайки механізованого домкрата

Розрахунок міцності основних геометричних розмірів вантажного гвинта і гайки. Вантажний гвинт під час роботи у будь-якому положенні піддається деформаціям крутіння моментом M_a і стискування силою Q (див.

рис. 1,17, б). При підйомі вантажу гвинт може бути вивернуто на значну

довжину, при якій він під дією сили може втратити стійкість. Тому

попередньо доцільно визначити розміри гвинта за умови

деформації стиснення, встановити параметри різьблення по таблицях

стандартів, а потім провести перевірку гвинта на стійкість, умови самогальмування та на міцність. У цьому випадку внутрішній діаметр гвинта (рис. 1,17, в) з умови деформації стиснення визначається по рівності:

$$\sigma = \frac{4Q}{\pi d_1^2} \leq [\sigma]_{\text{сж}} \quad (1.2)$$

Звідки:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4Q}{\pi k [\sigma]_{\text{сж}}}} \quad (1.3)$$

де $k = 0.77 - 0.8$ – коефіцієнт що враховує деформацію кручення гвинта.

По знайденому значенню d_1 в відповідних стандартах знаходять всі решту параметрів різьби. Меревірка стійкості гвинта проводять по рівнянню:

$$\sigma_{\text{ус}} = \frac{4Q}{\pi d_1^2} \leq [\sigma]_{\text{сж}} \varphi \quad (1.4)$$

де φ – коефіцієнт зниження допустимого напруження.

Розрахунок гайки вантажного гвинта полягає у визначенні числа витків її різьблення z , а також висоти гайки h_f , зовнішнього діаметра гайки D , висоти h_6 та діаметра буртика D_6 (див. рис. 1,17, в).

Навантаження по витках гайки розподіляється нерівномірно: найбільш навантаженими виявляються витки, з боку прикладеної сили. Проте в першому приближенні з достатньою точністю можна прийняти навантаження рівномірно розподіленим, причому при наявності між витками гайки та гвинта мастила можна визначити:

$$p = \frac{4Q}{\pi (d_0^2 - d_1^2) z} \leq [p] \quad (1.5)$$

Звідти число витків гайки:

$$z = \frac{4Q}{\pi (d_0^2 - d_1^2) [p]} \quad (1.6)$$

Де $[p]$ – допустимий питомий тиск, приймається для сталі по бронзі

$$[p] = 5 \sqrt{8} \text{ Н/мм}^2$$

Висота гайки визначається:

$$h_r = zS, \quad (1.7)$$

Де S – крок різьби. Конструктивно висота гайки $h_r = (1,5 - 2,5) d_0$. Витки гайки можуть бути перевірені на вигин. Навантаження на один виток за умови рівномірного розподілу між витками навантаження дорівнює Q/z .

Згинальний момент, що діє на виток гайки, розгорнутий на площину (див. рис. 1,17, г).

$$M_H = \frac{Q}{z} \left(\frac{d_0^2 - d_1^2}{4} \right) \quad (1.8)$$

Момент опору витка у найбільш небезпечному перерізі:

$$W = \pi d h / 6 \quad (1.9)$$

Висота витка у найбільш небезпечному перерізі для прямокутної різьби $h = S/2$, упорної $h = 3S/4$, трапецеїдальної $h = 2S/3$. Решта розмірів гайки, можуть бути прийняті конструктивно: $D = (1,35 - 1,4) d_1$; $D_6 = (1,35 - 1,4) D$; $h_6 = (0,3 - 0,35) h_r$.

Отримані на основі попередніх розрахунків розміри гайки потім висуваються перевірки за умови одночасної дії напруг від деформацій розтягування та кручення перерізів 1 – 1 (див. рис. 1,17, в).

Віаметр бутика D_6 гайки піддаються перевірним розрахунком з умови деформації змицання, а його висота h_6 з умов вигину:

$$\sigma_{cm} = \frac{4Q}{\pi(D_6^2 - D^2)} \leq [\sigma]_{cm} \quad (1.10)$$

$$\sigma_H = \frac{M_H}{W} \leq [\sigma]_H \quad (1.11)$$

$$M_H = Q \frac{D_6 - D}{4}; \quad (1.12)$$

$$W = \frac{1}{6} (\pi P h_6^2); \quad (1.13)$$

1.4. Висновки по розділу

Вимоги до якості сепарації включають такі ключові показники: після проведення сепарації, забрудненість вороху картоплі не повинна перевищувати 25%. Забороняється розрізати бульби сепараторами, створювати в них тріщини або глибокі вм'ятини глибиною понад 3 мм, а також знімати шкірку з бульб, залишаючи більше ніж 1/4 їх поверхні пошкодженою. Загальна кількість пошкоджених бульб не повинна перевищувати 12%.

Один з найпоширеніших типів підйомного обладнання є гвинтовий підйомник, який здобув таку популярність через ряд переваг. Ці переваги включають значний приріст сили, можливість точного повільного переміщення, компактність, простоту конструкції і недороге виготовлення. Проте, у гвинтових підйомників є й деякі недоліки, такі як значне тертя у різьбі та низький коефіцієнт корисної дії.

При розробці механізмів підйому важливо враховувати ці переваги і недоліки для досягнення оптимального рівня функціональності та ефективності.

2.1. Запропонована конструкція механізму підйому

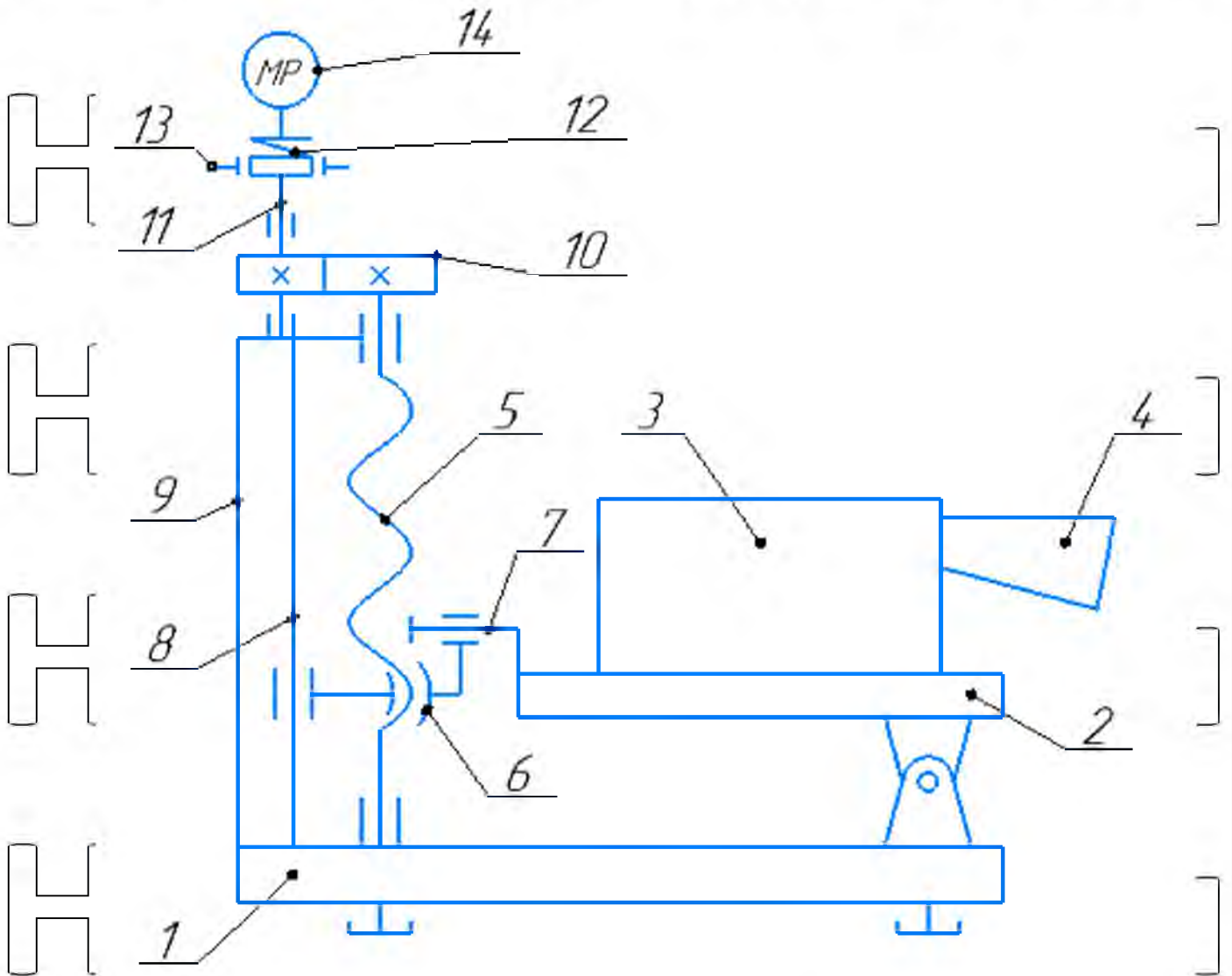


Рис.2.1 Кінематична схема механізму підйому лабораторної установки

1 – рама нерухома; 2 – рама рухома; 3 – секція сепараторів; 4 – скатний лоток; 5 – гвинт; 6 – гайка; 7 – кронштейн; 8 – напрямна; 9 – рама вертикальна; 10 – ведене зубчасте колесо; 11 – проміжний вал; 12 – муфта; 13 – гальмо; 14 – мотор-редуктор.

2.2 Технологічний та кінематичний розрахунок механізму підйому лабораторної установки

Технологічний розрахунок

Вихідні дані: $G = 6000 \text{ Н}$ – навантаження на гвинті; висота підйому $H = 0,9 \text{ м}$; кут нахилу рами – $\alpha = 20^\circ$.

1. Для підйому рухомої рами використовуємо передачу гвинт-гайка, використовуємо для цього трапецідальну різь.

2. Внутрішній діаметр різі із умови міцності на стиск:

$$d_1 = \sqrt{\frac{1,3 * 4F}{\pi * [\sigma_{ст}]}} = \sqrt{\frac{1,3 * 46000}{3,14 * 60}} = 12,9 \text{ мм} \quad (2.1)$$

$[\sigma_{ст}] = 60 \text{ Н/мм}^2$ – допустимі напруження стиску для сталі 45 –

матеріалу гвинта;

Приймаємо стандартну різьбу: $d_1 = 29 \text{ мм}$; $d_2 = 30,5 \text{ мм}$; $d = 32 \text{ мм}$; крок $p = 3 \text{ мм}$; кількість заходів $z = 1$; Трап. 32x3 ГОСТ 9484-78.

3. Виразуємо кут підйому гвинтової лінії;

$$\psi = \arctg \frac{p}{\pi * d_2} = \arctg \frac{3,0}{3,14 * 30,5} = \frac{3,0}{95,77} = 0,0313 \quad (2.2)$$

$$\psi = 1^\circ 55'$$

Приведений кут тертя.

$$\rho' = \arctg \frac{f}{\cos * \alpha / 2} = \arctg \frac{0,15}{0,965} = 0,1554 \quad (2.3)$$

$f = 0,15$ коеф. тертя ковзання, $\alpha = 30^\circ$ – кут профілю різьби;

$$\rho' = 8^\circ 51'$$

$\rho' = 8^\circ 51' > \psi = 1^\circ 55'$ – умова самагальмування виконується;

4. Перевіряємо гвинт на поздовжній згин:

$$\sigma = \frac{4 * F}{\pi * d_2^3} \leq \varphi [\sigma_{ст}] \quad (2.4)$$

Жорсткість гвинта

$$\lambda = \frac{M * l}{i} = \frac{4 * 900}{7.25} = 496.5 \quad (2.5)$$

$i = \frac{d_1}{4} = \frac{29}{4} = 7.25$ – радіус інерції стержня;
 $M = 1,0$ – коефіцієнт довжини
 За жорсткості $\lambda = 496,5$, значення $\varphi = 0,2$ коефіцієнт значення допустимих напружень;

$$\sigma = \frac{4 * 6000}{3,14 * 30,5^2} = \frac{24000}{2920,9} = 8,2 \text{ МПа} \quad (2.6)$$

$\varphi[\sigma_{ст}] = 0,2 * 60 = 12 \text{ МПа}$

$\sigma = 8,2 \text{ МПа} < \varphi[\sigma_{ст}] = 12 \text{ МПа}$ - умова жорсткості виконується.

5. Вираховуємо кількість витків гайки (С4-20) з умови зносостійкості:

$$Z = \frac{4 * F}{\pi(d^2 - d_1^2) * [q]} = \frac{4 * 6000}{3,14(32^2 - 29^2) * 8} = \frac{24000}{4596,96} = 5,22 \quad (2.7)$$

$[q] = 8 \text{ Н/мм}^2$ (Табл 4.4) [1].

Приймаємо $Z = 10$ (із конструктивних міркувань);

Висота гайки:

$$H = Z * P = 10 * 3 = 30 \text{ мм} \quad (2.8)$$

6. Вираховуємо зовнішній діаметр гайки з умови міцності на розтяг:

$$D = \sqrt{\frac{4 * F}{\pi * [\sigma_p]} + d^2} \quad (2.9)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 6000}{3,14 * 72} + 32^2} = \sqrt{\frac{24000}{226} + d^2} = \sqrt{106,1 + 1024} = 33,6 \text{ мм}$$

$[\sigma_p] = 72 \text{ Н/мм}^2$ – допустиме напруження для чавуну;

Приймаємо $D = 45 \text{ мм}$;

Діаметр буртика гайки:

$$D_1 = \sqrt{\frac{4 * F}{\pi * [\sigma_{зм}]} + D^2} = \sqrt{\frac{4 * 6000}{3.14 * 72} + 45^2} = 55 \text{ мм}; \quad (2.10)$$

$[\sigma_{зм}] = 72 \text{ Н/мм}^2$ – допустимі напруження зминання різі гайки;
7. Висота буртика гайки h із умови міцності на зріз:

$$h = \frac{F}{\pi * D * [\tau_{зр}]} = \frac{6000}{3.14 * 45 * 27} = \frac{6000}{3815.1} = 1.57 \text{ мм}; \quad (2.11)$$

$[\tau_{зр}] = 0.15 * \sigma_b = 0.15 * 180 = 27 \text{ Н/мм}^2$ – допустимі напруження зрізу різі гайки;

Приймаємо $h = 6 \text{ мм}$;

8. Момент тертя у різі та на торці;

$$T_{загв} = F * \frac{d_2}{2} * \text{tg}(\psi + \rho') + \frac{1}{3} * f * F * d_{\Pi} \quad (2.12)$$

$$T_{загв} = 600 * \frac{30,5}{2} * \text{tg}(1^\circ 55' + 8^\circ 51') + \frac{1}{3} * 0.15 * 6000 * 28 = 25.5 \text{ Н * м}$$

$d_{\Pi} = d_1 - 1 = 29 - 1 = 28 \text{ мм}$ – діаметр поверхні тертя;
Із врахуванням втрат у кінематичних зв'язках (монтаж, кріплення, тертя у шарнірі кріплення рами;

$$T'_{загв} = 1.5 * T_{загв} = 1.5 * 25.5 = 38.25 \text{ Н * м} \quad (2.13)$$

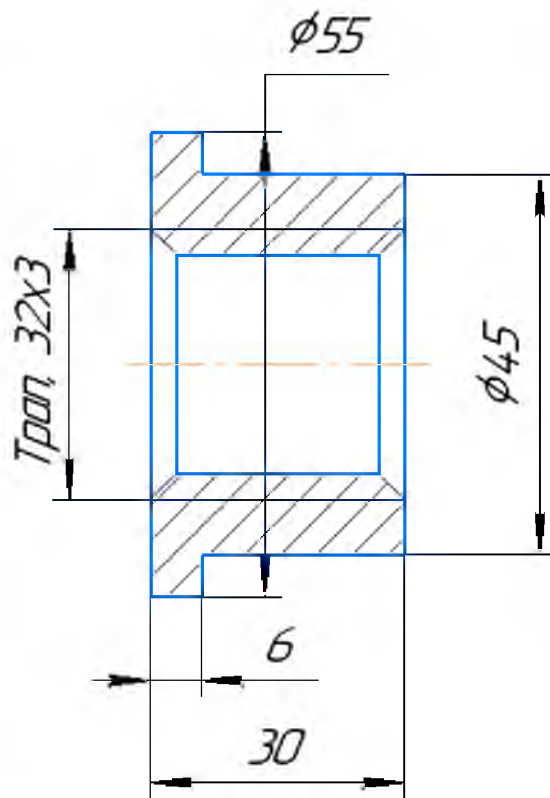
9. К.к.д. гвинта:

$$\eta_{гв} = \frac{\text{tg} \psi}{\text{tg}(\psi + \rho')} = \frac{\text{tg} 1^\circ 55'}{\text{tg} 10^\circ 46'} = \frac{0.0334}{0.190} = 0.18 \quad (2.14)$$

НУБІ

НУБІ

НУБІ



ІНІ

ІНІ

ІНІ

Рис.2.2. Ескіз гайки

НУБІП УКРАЇНИ

Кінематичний розрахунок механізму підйому

Вихідні дані: момент загвинчування на гвинті $T'_{\text{загв}} = 38,25 \text{ Н*м}$;

рекомендована швидкість підйому (спуску) гайки, $V = (0.3 \dots 0.7) \text{ м/хв}$.

НУБІП УКРАЇНИ

1. Вираховуємо потрібну потужність двигуна:

Обираємо швидкість руху гайки, $V_r = 0.3 \text{ м/хв}$,

$$V_r = n_r * p \tag{2.15}$$

НУБІП УКРАЇНИ

n_r – частота обертання гвинта, об/хв.; p – крок гвинта,

$$n_r = \frac{V_r}{p} = \frac{0.3}{0.003} = 100 \text{ об/хв}; \tag{2.16}$$

Кутова швидкість обертання гвинта, ω_r :

$$\omega_r = \frac{n_r * \pi}{30} = \frac{100 * 3.14}{30} = 10.4 \text{ с}^{-1}; \tag{2.17}$$

Виразуємо потужність на гвинті:

$$P_{ГВ} = \omega_{Г} * T'_{загв.} = 10,4 * 38,25 = 400,35 \text{ Вт} \approx 0,4 \text{ кВт}; \quad (2.18)$$

Потрібна потужність електродвигуна, $P_{потр}$:

$$P_{потр} = \frac{P_{ГВ}}{\eta_{заг}} = \frac{0,4}{0,94} = 0,43 \text{ кВт}; \quad (2.19)$$

$$\eta_{заг} = \eta_{у} * \eta_{м} = 0,96 * 0,985 = 0,94 \quad (2.20)$$

$\eta_{у} = 0,96$ – к.к.д. циліндричної відкритої передачі;

$\eta_{м} = 0,985$ – к.к.д. муфти;

2. Виразуємо межі кутової швидкості мотор редуктора;

$$\omega_{потр} = \omega_{Г} * (U_{загmin} \dots U_{загmax}) \quad (2.21)$$

$$\omega_{потр} = 10,4 * (3 \dots 5) = (31,2 \dots 52) \text{ с}^{-1}$$

$U_{заг} = U_{ц.в.}$ – передаточне число циліндричної відкритої передачі;

$$U_{ц.в.} = (U_{загmin} \dots U_{загmax}) = (3 \dots 5) \quad (2.22)$$

3. Обираємо мотор-редуктор :

$$n_{min} = \frac{30 * \omega_{min}}{\pi} = \frac{30 * 31,2}{3,14} = 298 \text{ об/хв} \quad (2.23)$$

$$n_{max} = \frac{30 * \omega_{max}}{\pi} = \frac{30 * 52}{3,14} = 497 \text{ об/хв} \quad (2.24)$$

Приймаємо мотор-редуктор ЗМП – 31,5; $n_{ном} = 119 \text{ об/хв.}; P_{ном} = 1,5$ кВт; $T = 120 \text{ Н*м}$ – крутний момент; $m = 39 \text{ кг}$; $d_{г} = 19 \text{ мм}$ – діаметр валу;

4. Виразуємо передаточне число передачі (циліндричної відкритої);

$$U_{ц.в.} = \frac{\omega_{ном}}{\omega_{Г}} = \frac{12,45}{10,4} = 1,19 \quad (2.25)$$

$$\omega_{ном} = \frac{n_{ном} * \pi}{30} = \frac{119 * 3,14}{30} = 12,45 \text{ с}^{-1} \quad (2.26)$$

5. Робочий час спуску-підйому:

$$t_{\text{роб}} = \frac{L}{V_{\text{г}}} = \frac{0,9}{0,3} = 3 \text{ хв} \quad (2.27)$$

6. Вираховуємо потужність P , крутний момент T , кутову швидкість на валах привода:

$$\text{I вал: } P_I = P_{\text{потр}} = 0,43 \text{ кВт}$$

$$\omega_I = \omega_{\text{потр}} = 12,45 \text{ с}^{-1}$$

$$T_I = 10^3 * \frac{P_I}{\omega_I} = \frac{430}{12,45} = 34,53 \text{ Н * м};$$

$$\text{II вал: } P_{II} = P_I * \eta_M = 0,43 * 0,985 = 0,42 \text{ кВт}$$

$$\omega_{II} = \omega_I = 12,45 \text{ с}^{-1}$$

$$T_{II} = 10^3 * \frac{P_{II}}{\omega_{II}} = \frac{420}{12,45} = 33,73 \text{ Н * м};$$

$$\text{III вал: } P_{III} = P_{II} * \eta_{\text{ц.в.}} = 0,42 * 0,96 = 0,40 \text{ кВт}$$

$$\omega_{III} = \frac{\omega_{II}}{U_{\text{ц.в.}}} = \frac{12,45}{1,19} = 10,46 \text{ с}^{-1}$$

$$T_{III} = 10^3 * \frac{P_{III}}{\omega_{III}} = \frac{400}{10,46} = 38,24 \text{ Н * м};$$

7. Складаємо таблицю вихідних даних.

Таблиця 2.1. Вихідні дані розрахунку передач.

№	Передача, елемент	P , кВт	ω , с^{-1}	T , $\text{Н}^*\text{м}$	U
1	Циліндрична відкрита	0,42	12,45	33,73	1,19
2	Муфта	—	—	34,53	—

2.3. Розрахунок на міцність деталей механізму підйому

Розрахунок відкритої циліндричної передачі.

Вихідні дані: $P = 0,42$ кВт – потужність на ведучому валу; $\omega = 12,45$ с⁻¹

– кутова швидкість валу; $T = 33,73$ Н*м – крутний момент на валу; $U = 1,19$ – передаточне число передачі.

1. Вираховуємо термін роботи лабораторної установки відповідно ГОСТ 16162-98. Термін роботи складає $t = 36$ тис. год.

2. Матеріал зубчастих коліс:

– для шестерні приймаємо сталь 45, поліпшену, $d_{ш} = 300$ мм;

$$HB_1 = 207 \dots 250$$

– для колеса приймаємо сталь 40, нормалізовану, $d_k = 300$ мм;

$$HB_2 = 180 \dots 220$$

3. Вираховуємо сумарну кількість циклів зміни напружень:

$$N_{\Sigma 1} = 572,4 * \omega_1 * t * a \quad (2.28)$$

$$N_{\Sigma 1} = 572,4 * 12,45 * 36 * 1 = 256,5 \text{ млн. циклів};$$

$$N_{\Sigma 2} = 572,4 * \omega_2 * t * a$$

$$N_{\Sigma 2} = 572,4 * 11,55 * 36 * 1 = 256,5 \text{ млн. циклів};$$

4. Вираховуємо коефіцієнти довговічності K_{FL} ;

$$K_{FL1} = \sqrt[6]{\frac{N_{FO}}{N_{\Sigma 1}}} = \sqrt[6]{\frac{4 * 10^6}{256,5 * 10^6}} = 1,0; \quad (2.29)$$

$$K_{FL2} = \sqrt[6]{\frac{N_{FO}}{N_{\Sigma 2}}} = \sqrt[6]{\frac{4 * 10^6}{217,4 * 10^6}} = 1,0;$$

5. Виразуємо межі згинаючої витривалості, що відповідають базовому числу циклів зміни напружень ($N_{FD} = 4 \cdot 10^6$ циклів);

$$\sigma_{FO1} = 1,8 \cdot HB_1 = 1,8 \cdot 228 = 410 \text{ МПа}; \quad (2.30)$$

$$\sigma_{FO2} = 1,8 \cdot HB_2 = 1,8 \cdot 220 = 360 \text{ МПа};$$

$$HB_1 = \frac{207 + 250}{2} = 228;$$

$$HB_2 = \frac{180 + 220}{2} = 200;$$

Виразуємо межі згинаючої витривалості, які відповідають сумарній кількості циклів зміни напружень:

$$\sigma_{F\Sigma1} = K_{FL1} \cdot \sigma_{FO1} = 1,0 \cdot 410 = 410 \text{ МПа}; \quad (2.31)$$

$$\sigma_{F\Sigma2} = K_{FL2} \cdot \sigma_{FO2} = 1,0 \cdot 360 = 360 \text{ МПа};$$

6. Виразуємо допустимі напруження згину зубів шестерні і колеса:

$$\sigma_{Fp1} = \frac{\sigma_{F\Sigma1}}{S_{F1}} = \frac{410}{1,8} = 228 \text{ МПа}; \quad (2.32)$$

$$\sigma_{Fp2} = \frac{\sigma_{F\Sigma2}}{S_{F2}} = \frac{360}{1,8} = 200 \text{ МПа};$$

$S_{F1} = S_{F2}$ – коефіцієнт безпеки;

7. Задаємося розраховувати коефіцієнти:

$\psi_{bd} = 0,4$ – коефіцієнт ширини зубчастого вінця, (табл. 3);

$K_{F\beta} = 1,37$ – коефіцієнт, що враховує вплив на згинаючу міцність, нерівномірності розподілу навантаження, (табл. 4);

8. Приймаємо кількість зубів шестерні: $z_1 = 18$, колеса $z_2 = z_1 \cdot U = 18 \cdot 1,19 = 21$;

Уточнюємо $U = \frac{z_2}{z_1} = \frac{21}{18} = 1,16$;

9. Вираховуємо коефіцієнти форми зубів Y_{F1} та Y_{F2}

$$Y_{F1} = 4.30; \quad Y_{F2} = 4.0 \quad (\text{табл. 6})$$

Вираховуємо порівняльні характеристики:

$$\frac{\sigma_{Fp1}}{Y_{F1}} = \frac{228}{4.30} = 53, \quad \frac{\sigma_{Fp2}}{Y_{F2}} = \frac{200}{4.0} = 50$$

10. Вираховуємо модуль зачеплення:

$$m_t = 12.6 * \sqrt[3]{\frac{T_1 * j}{z_1^2 * \psi_{bd} * \sigma_{Fp2}} * K_{F\beta} * K_{FV}} \quad (2.33)$$

$$m_t = 12.6 * \sqrt[3]{\frac{33.73 * 1.25}{18^2 * 0.4 * 200} * 1.37 * 1.4} = 2.92 \text{ мм};$$

Приймаємо $m_t = 4,0$ мм;

$j = 1,25$ – коефіцієнт зношування (табл. 7); $K_{FV} = 1,4$ – швидкісний

коефіцієнт;

11. Діаметр початкових кіл зубчастих коліс:

$$d_1 = m_t * z_1 = 4 * 18 = 72 \text{ мм}; \quad (2.34)$$

$$d_2 = m_t * z_2 = 4 * 21 = 84 \text{ мм};$$

12. Міжосьова відстань передачі:

$$a_w = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{72 + 84}{2} = 78 \text{ мм}; \quad (2.35)$$

13. Діаметр вершин зубів:

$$d_{a1} = d_1 + 2 * m_t = 72 + 2 * 4 = 80 \text{ мм}; \quad (2.36)$$

$$d_{a2} = d_2 + 2 * m_t = 84 + 2 * 4 = 92 \text{ мм};$$

14. Діаметри западин зубів:

$$d_{f1} = d_1 - 2.5 * m_t = 72 - 2.5 * 4 = 62 \text{ мм}; \quad (2.37)$$

$$d_{f2} = d_2 - 2.5 * m_t = 84 - 2.5 * 4 = 74 \text{ мм};$$

15. Ширина зубчастого вінця:

$$b_1 = b_2 = \psi_{ba} * d_v = 0.4 * 72 = 28.8 \text{ мм}; \quad (2.38)$$

Приймаємо $b_1 = b_2 = 32 \text{ мм};$

16. Даметри валів зубчастих коліс

$$d_{b1} = 10 * \sqrt[3]{\frac{T_1}{0.2 * \tau'_{кр}}} = 10 * \sqrt[3]{\frac{33.73}{0.2 * 20}} = 20.35 \text{ мм}; \quad (2.39)$$

Приймаємо $d_{b1} = 25 \text{ мм};$

$$d_{b2} = 10 * \sqrt[3]{\frac{T_2}{0.2 * \tau'_{кр}}} = 10 * \sqrt[3]{\frac{38.24}{0.2 * 20}} = 21.22 \text{ мм}$$

Приймаємо $d_{b2} = 28 \text{ мм};$

17. Вираховуємо колову швидкість зубчастих коліс:

$$v = \frac{d_1 * \omega_1}{2 * 10^3} = \frac{72 * 12.45}{2 * 10^3} = 0.44 \text{ м/с}; \quad (2.40)$$

18. Вираховуємо колову силу F_{t1} ; радіальну F_r ; повну F_{Π} :

$$F_{t1} = \frac{2 * T_1}{d_1} * 10^3 = \frac{2 * 33.73}{72} * 10^3 = 936.9 \text{ Н}; \quad (2.41)$$

$$F_r = F_{t1} * \text{tg } \alpha = 936.9 * \text{tg } 20^\circ = 936.9 * 0.36 = 337.3 \text{ Н}; \quad (2.42)$$

$$F_{\Pi} = \frac{F_{t1}}{\cos \alpha} = \frac{936.9}{0.94} = 996.3 \text{ Н}; \quad (2.43)$$

19. Перевіряємо міцність зубів на згин:

$$\sigma_F = Y_F * \frac{F_t}{b * m} * K_{F\beta} * K_{Fv} \leq \sigma_{Fp} \quad (2.44)$$

$$\sigma_F = 4.0 * \frac{936.9}{32 * 4} * 1.37 * 1.4 = 56.15 \text{ МПа}$$

$$\sigma_F = 56.15 \text{ МПа} < \sigma_{Fp} = 200 \text{ МПа}$$

Умова міцності виконується.

Вибір підшипників гвинта.

Вихідні дані: $G = 6000 \text{ Н}$ – осове навантаження на гвинт; $d_1 = 20 \text{ мм}$;
 $d_2 = 25 \text{ мм}$ – діаметри валу; $\omega = 10,4 \text{ с}^{-1}$ – кутова швидкість; $L_n = 5000 \text{ год}$ –
довговічність підшипника; $t \leq 100^\circ \text{ C}$ – температура підшипникового вузла;
 $a = 0,05 \text{ м}$; $b = 0,45 \text{ м}$; $F_a = 3000 \text{ Н}$.

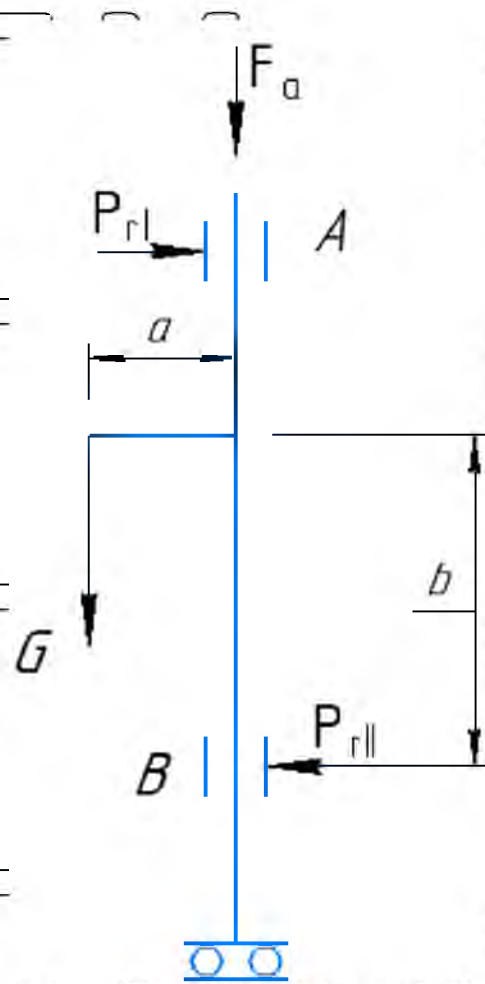


Рис 2.3. Розрахункова схема.

1. Враховуємо реакцію опор А та В:

$$G * a = P_{rII} * b \quad (2.45)$$

$$P_{rII} = \frac{G * a}{b} = \frac{6000 * 0.05}{0.45} = 670 \text{ Н}; \quad (2.46)$$

$$P_{rI} = P_{rII} = 670 \text{ Н};$$

НУБІП УКРАЇНИ

2. Обираємо упорний підшипник:

$$d_1 = 20 \text{ мм}; \quad F_a = 3000 \text{ Н};$$

Приймаємо підшипник 8204; $d = 20 \text{ мм}$; $d_1 = 20.2 \text{ мм}$; $D = 40 \text{ мм}$;

$H = 14 \text{ мм}$; $C = 1580 \text{ кгс}$ – динамічна вантажопідйомність;

НУБІП УКРАЇНИ

3. Вираховуємо потрібну вантажопідйомність підшипника:

$$C_{\text{потр}} = 0,1 * P * L^{\frac{1}{\alpha}}; \text{ кгс}; \quad (2.47)$$

Довговічність підшипника

$$L = \frac{573,2 * \omega * L_p}{10^6} = \frac{573,2 * 10,4 * 5000}{10^6} = 29,8 \text{ млн. об.}; \quad (2.48)$$

$\alpha = 3$;

$$P = F_a * K_b * K_T = 3000 * 1,3 * 1,0 = 3900 \text{ Н} - \text{еквівалентне} \quad (2.49)$$

навантаження;

$$K_b = 1,3 - \text{коефіцієнт безпеки}; \quad K_T = 1,0 - \text{температурний коефіцієнт};$$

$$C_{\text{потр}} = 0,1 * 3900 * 29,8^{\frac{1}{3}} = 1209 \text{ кгс};$$

$$C_{\text{потр}} = 1209 \text{ кгс} < C_{\text{табл}} = 1580 \text{ кгс};$$

НУБІП УКРАЇНИ

Підшипник вибрано правильно.

4. Вибраємо радіальний підшипник:

$$d_2 = 25 \text{ мм}; \quad P_{rI} = P_{rII} = 670 \text{ Н};$$

Приймаємо підшипник 1205; $d = 25 \text{ мм}$; $D = 52 \text{ мм}$; $B = 15 \text{ мм}$;

$C = 944 \text{ кгс}$;

НУБІП УКРАЇНИ

5. Визначаємо потрібну вантажопідйомність підшипника:

$$C_{\text{потр}} = 0,1 * P * L^{\frac{1}{\alpha}}; \text{ кгс};$$

$L = 29,8 \text{ млн. об.}$ – довговічність підшипників

НУБІП УКРАЇНИ

Еквівалентне навантаження:

$$P_I = P_{II} = x * P_{rI} * K_b * K_T = 1,0 * 670 * 1,3 * 1,0 = 871 \text{ Н}; \quad (2.50)$$

$x = 1,0$ – коефіцієнт радіального навантаження; $K_6 = 1,3$ – коефіцієнт безпеки; $K_T = 1,0$ – температурний коефіцієнт;
 $C_{\text{потр}} = 0,1 * 871 * 29,83^{\frac{1}{3}} = 270 \text{ кгс};$

$$C_{\text{потр}} = 270 \text{ кгс} < C_{\text{табл}} = 944 \text{ кгс};$$

Підшипник вибрано правильно.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Розділ 3. Охорона праці

Сучасний стан охорони праці в Україні

Сучасний стан охорони праці в Україні відображається у деяких позитивних тенденціях, але й існують виклики, які потребують уваги та подальших заходів для поліпшення. Деякі з основних аспектів стану охорони праці в Україні включають:

- **Законодавча база:** Україна має відповідний законодавчий фреймворк, що регулює охорону праці. Основним законом є Закон України "Про охорону праці", який встановлює правила та стандарти безпеки на робочому місці.

- **Регулятивні органи:** Державна служба зайнятості та Державна інспекція праці відповідають за контроль за дотриманням норм охорони праці та розглядом порушень.

- **Освіта та навчання:** В Україні існують навчальні програми та заклади, які забезпечують навчання з питань охорони праці, що сприяє підвищенню обізнаності та компетентності працівників та роботодавців.

- **Статистика і дослідження:** Здійснюються моніторингові дослідження та збір статистичних даних про нещасні випадки на робочому місці та професійні захворювання, що дозволяє оцінити стан охорони праці та вживати відповідні заходи для його покращення.

Незважаючи на ці позитивні аспекти, існують виклики, зокрема недостатня ефективність контролю та нагляду, недостатня свідомість та дотримання норм охорони праці, а також необхідність покращення умов праці в певних сферах, таких як будівництво та важка промисловість. Важливо вдосконалити систему контролю, забезпечувати ефективне наглядове впровадження норм охорони праці та проводити своєчасні перевірки робочих місць. Необхідно також підвищувати рівень свідомості серед працівників та роботодавців щодо важливості безпеки та охорони праці, а також забезпечувати доступ до необхідних засобів індивідуального захисту. Крім того, важливо зосередитися на поліпшенні умов праці, включаючи зменшення шкідливих факторів, забезпечення відповідного

оснащення та організації робочого місця. Заходи щодо покращення охорони праці в Україні повинні бути направлені на створення безпечних та здорових умов праці для всіх працівників.

Ось деякі статистичні дані, що відображають сучасний стан охорони праці в Україні:

- Нещасні випадки на робочому місці: За даними Державної служби статистики України, у 2021 році зареєстровано 38 742 нещасних випадки на робочому місці, що призвели до травмування або смерті працівників.

- Професійні захворювання: За даними Міністерства охорони здоров'я України, у 2021 році зареєстровано 15 287 випадків професійних захворювань серед працівників.

- Контроль та нагляд: За даними Державної інспекції праці, у 2021 році проведено 37 214 планових перевірок робочих місць щодо дотримання норм охорони праці.

- Освіта та навчання: За даними Міністерства освіти і науки України, у 2021 році було проведено понад 30 000 навчальних заходів та семінарів з питань охорони праці для працівників різних галузей.

Ці статистичні дані свідчать про необхідність продовжувати зусилля для покращення охорони праці в Україні та зменшення кількості нещасних випадків та професійних захворювань серед працівників.

Загальні вимоги з охорони праці

Загальні вимоги з охорони праці включають набір принципів та правил, які повинні бути дотримані на всіх робочих місцях з метою забезпечення безпеки та здоров'я працівників. Основні загальні вимоги з охорони праці включають таке:

- Ідентифікація та оцінка ризиків: Процес ідентифікації та оцінки ризиків полягає у виявленні потенційних небезпек на робочому місці та оцінці ймовірності та серйозності цих ризиків. Це може включати аналіз робочих процесів, виявлення шкідливих факторів, оцінку навантаження та впливу на здоров'я працівників.

• Усунення або зменшення ризиків: Після ідентифікації ризиків працедавці повинні прийняти необхідні заходи для усунення або зменшення впливу цих ризиків. Це може включати встановлення захисного обладнання, зміни в організації роботи, впровадження безпечних робочих методів або надання інструкцій та процедур безпеки.

• Надання інформації та навчання: Процес навчання та інформування є важливою складовою охорони праці. Працедавці повинні забезпечити працівників необхідною інформацією щодо потенційних ризиків, правил та процедур безпеки, використання захисного обладнання та поведінки в небезпечних ситуаціях. Пропаганда свідомого ставлення до безпеки та проведення регулярних тренінгів є також важливими компонентами.

• Здорові та безпечні умови праці: Працедавці мають забезпечувати працівникам безпечне та здорове робоче середовище. Це охоплює такі аспекти, як належна вентиляція, достатнє освітлення, комфортна температура та санітарні умови робочого простору. Працедавці повинні забезпечувати відповідність робочих місць вимогам щодо розміру, розміщення обладнання, забезпечення безпечних проходів та екстреного виходу. Також важливо виключати шкідливі речовини та фактори, такі як шум, пил, вібрація, які можуть негативно впливати на здоров'я працівників.

• Медичний контроль: Працедавці повинні забезпечувати доступ до медичного контролю для своїх працівників. Це включає проведення регулярних медичних оглядів, виявлення потенційних проблем зі здоров'ям, визначення відповідності працівників певним вимогам та вжиття заходів для попередження або лікування виниклих проблем.

• Виконання правових вимог: Працедавці повинні дотримуватись всіх відповідних законодавчих вимог з охорони праці. Це включає додержання норм, стандартів та регулятивних вимог, що стосуються безпеки та здоров'я на роботі. Працедавці повинні усувати виявлені порушення, вести документацію про виконання вимог та співпрацювати з відповідними органами контролю.

• **Участь працівників:** Важливо залучати працівників до процесу охорони праці. Працедавці повинні давати працівникам можливість висловлювати свої побажання, зауваження та пропозиції щодо безпеки та здоров'я на роботі. Консультації, обговорення та співпраця з працівниками сприяють створенню безпечного та здорового робочого середовища. Працедавці мають розглядати пропозиції працівників щодо поліпшення умов праці та безпеки, а також забезпечувати їм необхідну інформацію та навчання для свідомого дотримання правил та процедур безпеки.

Ці загальні вимоги з охорони праці спрямовані на забезпечення безпечних та здорових умов праці для всіх працівників. Вони включають комплексний підхід до усунення ризиків та захисту працівників від потенційних небезпек. Дотримання цих вимог сприяє покращенню охорони праці, запобіганню нещасних випадків, збереженню здоров'я працівників та підвищенню загальної продуктивності та задоволеності праці.

Вимоги з охорони праці перед початком роботи

Вимоги з охорони праці перед початком роботи включають наступні аспекти:

• **Підготовка робочого місця:** Перед початком роботи працедавець повинен переконатись, що робоче місце відповідає вимогам безпеки та здоров'я. Це означає впевнитись у наявності необхідного обладнання, інструментів, захисного знаряддя та матеріалів, а також управлінням потенційними ризиками, які можуть виникнути на робочому місці.

• **Перевірка технічного стану обладнання:** Працедавець повинен перевірити технічний стан усього обладнання та інструментів, що використовуються на робочому місці. Переконайтеся, що вони належним чином працюють, не мають видимих пошкоджень та відповідають вимогам безпеки.

• **Надання інструкцій та навчання:** Перед початком роботи працедавець повинен забезпечити надання необхідних інструкцій та навчання працівникам. Це включає ознайомлення з правилами безпеки, процедурами

екстреної дії, використанням захисного обладнання та іншими аспектами, які стосуються безпеки та здоров'я на роботі.

- **Перевірка документації:** Працедавець повинен мати належну документацію, яка стосується охорони праці. Це можуть бути документи про навчання працівників, плани евакуації, протоколи безпеки, сертифікати обладнання та інші відповідні документи.

- **Перевірка готовності працівників:** Перед початком роботи працедавець повинен переконатись, що працівники готові та здатні виконувати свої обов'язки з урахуванням вимог безпеки та здоров'я. Це може включати перевірку наявності необхідних навичок, знань та досвіду, а також фізичну готовність працівників для виконання роботи без небезпеки для себе та оточуючих.

- **Проведення інструктажу:** Працедавець повинен провести інструктаж з охорони праці перед початком роботи. Це має на меті ознайомлення працівників з конкретними ризиками, процедурами безпеки та вимогами, які стосуються їхньої конкретної роботи. Інструктаж повинен бути чітким, зрозумілим і детальним, а також документально зафіксованим.

- **Забезпечення безпечного доступу:** Працедавець повинен забезпечити безпечний доступ працівників до робочого місця. Це включає забезпечення безпечних проходів, сходів, підйомників та інших засобів доступу, які відповідають вимогам безпеки.

Вимоги з охорони праці перед початком роботи спрямовані на попередження нещасних випадків та захист працівників від потенційних ризиків. Вони є важливою частиною забезпечення безпеки та здоров'я на робочому місці та допомагають знизити можливість виникнення проблем та нещасних випадків.

Вимоги з охорони праці під час роботи

Вимоги з охорони праці під час роботи включають наступні аспекти:

- **Використання захисного обладнання:** Працівники повинні використовувати відповідне захисне обладнання залежно від характеру

роботи. Це може включати захисні каски, респиратори, захисні окуляри, вушні протектори, рукавички та інші засоби захисту.

- Дотримання правил безпеки: Працівники повинні дотримуватись встановлених правил безпеки та процедур. Це може включати правила використання обладнання, правила поведінки на робочому місці, правила електробезпеки та інші важливі аспекти безпеки.

- Контроль за потенційними ризиками: Працівники повинні бути уважними до потенційних ризиків, що існують на їхньому робочому місці, і приймати заходи для їхнього уникнення. Це може включати усунення перешкод, попередження про можливі небезпеки, правильне розміщення матеріалів та інші дії для зниження ризику.

- Виконання правильних методів роботи: Працівники повинні використовувати правильні методи роботи та техніки, щоб уникнути зайвих напружень, травм та інших негативних наслідків. Це може включати правильне піднімання важких предметів, коректне виконання рухів та інші методи, спрямовані на збереження здоров'я та безпеки.

- Система контролю та моніторингу: Працедавець повинен забезпечити систему контролю та моніторингу безпеки на робочому місці. Це може включати регулярні перевірки обладнання, вимірювання рівня шкідливих факторів, ведення журналів інцидентів та впровадження заходів щодо покращення безпеки. Ця система дозволяє виявляти потенційні проблеми та приймати вчасні заходи для їх усунення.

- Належне використання обладнання та інструментів: Працівники повинні використовувати обладнання та інструменти згідно з їхнім призначенням та інструкціями виробника. Неналежне використання може призвести до травм або нещасних випадків, тому важливо дотримуватись правил безпеки та належного використання обладнання.

- Регулярні перевірки та обслуговування: Обладнання та системи, що використовуються на робочому місці, повинні регулярно перевірятись та

обслуговуватись для забезпечення їхньої надійності та безпеки. Це може включати перевірку стану електричних систем, контроль за роботою вентиляційних систем, перевірку роботи пожежних систем та інші види технічного обслуговування.

Вимоги з охорони праці під час роботи спрямовані на забезпечення безпеки та здоров'я працівників під час виконання робочих обов'язків. Дотримання цих вимог допомагає запобігти травмам, нещасним випадкам та забезпечити безпечні умови праці.

Вимоги безпеки до підйомного устаткування

Вимоги безпеки до підйомного устаткування включають наступні аспекти:

1. Відповідність стандартам і нормативам: Підйомне устаткування повинно відповідати встановленим стандартам і нормативам безпеки. Це означає, що конструкція, матеріали, компоненти та системи підйому повинні бути розроблені, виготовлені та встановлені з урахуванням безпекових вимог.

2. Регулярне технічне обслуговування: Підйомне устаткування має підлягати регулярному технічному обслуговуванню для забезпечення його безпеки та надійності. Це включає перевірку стану компонентів, механізмів, систем управління та інших важливих елементів, а також вчасне виявлення та усунення можливих дефектів або пошкоджень.

3. Використання безпечних методів експлуатації: Працівники, які займаються підйомним устаткуванням, повинні мати належні навички та знання для безпечного його використання. Це включає правильну техніку роботи, використання захисного обладнання, дотримання безпечних процедур та інструкцій.

4. Безпечне навантаження та розвантаження: Навантаження та розвантаження на підйомному устаткуванні повинні здійснюватись безпечним способом. Це означає правильне розташування навантажувальних пристроїв, правильне розподілення ваги, використання підходящих пристроїв

з кріпленням та зв'язуванням навантаження, а також дотримання інших вимог безпеки під час цих операцій.

Сигналізація та попереджувальні знаки: Підйомне устаткування повинно бути оснащено відповідною сигналізацією та попереджувальними знаками для ідентифікації потенційних небезпек. Це включає позначення максимального навантаження, зони безпеки, напрямки руху, а також інші важливі попереджувальні знаки для уникнення можливих нещасних випадків або травм.

6. Навчання та підготовка персоналу: Персонал, що має обслуговувати підйомне устаткування, повинен пройти відповідне навчання та підготовку з питань безпеки. Це включає ознайомлення з правилами безпеки, процедурами експлуатації, технічними характеристиками устаткування, а також тренування на симуляторах або практичних заняттях.

7. Регулярна перевірка та аудит безпеки: Підйомне устаткування має підлягати регулярним перевіркам та аудитам безпеки з метою виявлення потенційних проблем та удосконалення системи безпеки. Це може включати огляд технічного стану, перевірку функціональності систем безпеки, аналіз інцидентів та прийняття відповідних заходів для забезпечення безпеки працівників.

Вимоги безпеки до підйомного устаткування спрямовані на запобігання травмам, нещасним випадкам та забезпечення безпечних умов роботи.

Дотримання цих вимог є важливим кроком у забезпеченні безпеки працівників та уникненні потенційних ризиків.

Безпека конструкторської розробки

Безпека конструкторської розробки є важливим аспектом в процесі створення нових продуктів, систем і конструкцій. Вона орієнтована на забезпечення безпечного та надійного функціонування цих об'єктів під час їх експлуатації. Основні вимоги безпеки включають наступні аспекти.

• **Визначення потенційних небезпек:** В процесі конструкторської розробки необхідно ідентифікувати можливі небезпеки, пов'язані з використанням продукту або конструкції. Це можуть бути ризики, пов'язані з механічними, електричними, хімічними, термічними або іншими факторами.

Важливо аналізувати всі можливі ситуації, де може виникнути ризик для безпеки користувачів або оточуючих людей.

• **Враховання нормативів та стандартів:** При проектуванні необхідно дотримуватись встановлених нормативів, стандартів і правил, які стосуються безпеки конструкцій. Це можуть бути національні або міжнародні стандарти, які визначають вимоги до дизайну, матеріалів, монтажу, маркування та інших аспектів, які впливають на безпеку.

• **Застосування принципу "дизайну з урахуванням безпеки":**

Конструкторська розробка повинна здійснюватись з урахуванням принципу "дизайну з урахуванням безпеки" (Design for Safety). Це означає, що безпека повинна бути вбудована в проєкт з самого початку і враховуватись на кожному етапі розробки. Це включає використання безпечних матеріалів, розташування компонентів та систем, які зменшують ризик травм і нещасних випадків, застосування надійних з'єднань та кріплень, розробку безпечних систем управління та експлуатації.

• **Використання аналізу ризиків:** Аналіз ризиків є важливою складовою безпеки конструкторської розробки. В процесі аналізу ризиків визначаються потенційні небезпеки, оцінюється їх ймовірність виникнення та важкість наслідків, а також визначаються заходи для зниження ризику до прийняттого рівня. Це може включати зміни у конструкції, використання захисних пристроїв, імплементацію безпечних процедур роботи та навчання персоналу.

• **Тестування та перевірка безпеки:** Перед впровадженням конструкції у виробництво необхідно провести тестування та перевірку безпеки. Це дозволяє виявити можливі проблеми та дефекти, які можуть впливати на безпеку під час експлуатації. Тестування може включати механічні

випробування, електричні випробування, симуляцію реальних умов роботи та інші методи, спрямовані на перевірку безпеки та відповідності вимогам.

Забезпечення безпеки конструкторської розробки має на меті запобігання травмам, небезпеці для користувачів та забезпечення високої надійності та якості продукту чи конструкції. Це досягається за допомогою

систематичного аналізу ризиків, використанням нормативів та стандартів, а також дотриманням принципів "дизайну з урахуванням безпеки" на кожному етапі розробки. Постійна увага до безпеки дозволяє забезпечити

високу якість продукту, зменшити ризик негативних наслідків для користувачів і персоналу, а також забезпечити відповідність законодавчим

вимогам і стандартам безпеки. Крім того, неперервний контроль та оновлення безпекових процедур і політик важливі для забезпечення безпеки конструкторської розробки від початкового етапу до використання готового

продукту.

Пожежна безпека

Пожежна безпека є надзвичайно важливим аспектом охорони праці та безпеки взагалі. Вона орієнтована на запобігання виникненню пожеж, а

також на захист людей, майна та навколишнього середовища в разі

пожежного випадку. Деякі ключові аспекти пожежної безпеки включають:

- **Пожежний режим:** Встановлення пожежного режиму передбачає прийняття заходів для запобігання пожежам, забезпечення належного пожежного устаткування та систем, а також усвідомлення правил та процедур безпеки для всього персоналу.

- **Профілактика пожеж:** Це включає регулярне проведення перевірок та обстежень приміщень, електричних систем, обладнання та інших потенційно небезпечних об'єктів з метою виявлення можливих джерел загоряння або ризикових умов.

- **Пожежна підготовка:** Всі працівники повинні бути наділені необхідними знаннями та навичками щодо пожежної безпеки. Це включає ознайомлення з процедурами евакуації, використанням пожежних

вогнегасників та інших пожежних засобів, а також навчання першої допомоги та комунікаційних планів під час пожежного випадку.

- Пожежний захист: Встановлення та підтримка ефективних пожежних систем і пристроїв, таких як пожежна сигналізація, автоматичні системи пожежогасіння, протипожежні двері, вогнегасники та інше обладнання, що сприяє виявленню, локалізації та гасінню пожежі.

- План евакуації: Розробка та регулярне проведення тренувань плану евакуації є необхідними для ефективної реакції на пожежний випадок. Це включає визначення безпечних виходів, організацію шляхів евакуації, навчання персоналу процедур евакуації та зборам на місцях збору.

- Контроль та попередження: Встановлення систем контролю за пожежними ризиками, виявлення відхилень від пожежного режиму, вчасне виявлення пожежної загрози, а також швидке сповіщення та мобілізація в разі виникнення пожежі.

- Навчання та свідомість: Проведення навчання та інформаційних заходів щодо пожежної безпеки, що допомагають підвищити свідомість персоналу щодо пожежних ризиків, правил безпеки та вміння діяти в пожежних ситуаціях.

Забезпечення пожежної безпеки є важливим завданням для будь-якої організації. Відповідне догримання вимог та заходів з пожежної безпеки допомагає запобігти виникненню пожеж, зберегти життя та майно, забезпечити безпеку працівників та оточуючого середовища.

Розділ 4. Економічне обґрунтування проекту

Витрати на виготовлення гвинтового механізму підйому вираховуються за формулою:

$$C_{ц,кон} = C_K + C_{од} + C_{пд} + C_{пр.сб.} + C_{оп}; \quad (4.1)$$

C_K - витрати на виготовлення корпусних деталей, рам, каркасів в гривнях;

$C_{од}$ - вартість виготовлення оригінальних деталей, таких як вали, втулки та інші, в гривнях;

$C_{пд}$ - вартість покупних виробів, агрегатів та деталей в гривнях;

$C_{пр.сб.}$ - повна заробітна плата (з урахуванням додаткових нарахувань) виробничих робітників, які зайняті на збірці конструкції, в гривнях;

$C_{оп}$ - загальновиробничі (цехові) накладні витрати на виготовлення або модернізацію конструкції в гривнях.

Вартість виготовлення корпусних деталей:

$$C_K = Q_K * C_{кд}; \quad (4.2)$$

де Q_K - маса матеріалу, використаного на виготовлення корпусних деталей, рам, каркасів, кг.;

$C_{кд}$ - середня вартість 1кг готових деталей, грн.

$$C_{кд} = 250 * 20 = 5000 \text{ грн.}$$

Витрати на виробництво оригінальних деталей визначається за формулою:

$$C_{од} = C_{пр} + C_M; \quad (4.3)$$

де $C_{пр}$ - заробітна плата робітникам, зайнятих у виробництві оригінальних деталей з урахуванням додаткової зарплати;

C_M - вартість матеріалу заготовок, грн.

Заробітна плата робочих з начисленнями розраховується за формулою:

$$C_{ПРН} = 1,6 * T * C_{ч}, \quad (4.4)$$

$$C_{ПРН} = 1,6 * 20 * 50 = 1600 \text{ грн.}$$

При середній трудомісткості виготовлення оригінальних деталей:

$$T_{ср} = 20 \text{ людино-год.}$$

Вартість матеріалів заготовок розраховується за формулою:

$$C_M = C_1 * Q_3, \quad (4.5)$$

$$C_M = 14 * 250 = 3500 \text{ грн.}$$

де C_1 – ціна одного кілограма матеріалу заготовки,

Q_3 – маса заготовок.

Втрати на виготовлення оригінальних деталей становлять:

$$C_{од} = 128 + 3500 = 3628 \text{ грн.}$$

Вартість покупних виробів, агрегатів, деталей, визначається сумою їх вартості. Вартість покупних виробів дорівнює СПД = 6000 грн.

Основна заробітна плата виробничих робітників, зайнятих на збірці конструкції, при середній трудомісткості складальних робіт $T_{ср} = 20$ людино-год розраховується за формулою:

$$C_{ПРН.СБ} = 1,6 * T_{СБ} * C_{ч} \quad (4.6)$$

$$C_{ПРН.СБ} = 1,6 * 20 * 50 = 1600 \text{ грн.}$$

Загально виробничі накладні витрати на виготовлення конструкції розраховуємо за формулою:

$$C_{оп} = (R_{оп} * C_{ПРН}) / 100, \quad (4.7)$$

де $C_{ПРН}$ – основна заробітна плата виробничих робітників, які брали участь у виготовленні конструкцій, грн.;

$R_{оп}$ – відсоток загально виробничих витрат, $R_{оп} = 42\%$;

НУБІП УКРАЇНИ

$$C_{\text{ДРН}} = 1600 + 1600 = 3200 \text{ грн.};$$

$$C_{\text{ДП}} = (42 * 3200) / 100 = 1344 \text{ грн.}$$

Витрати на виготовлення конструкції становлять:

$$C_{\text{ДКОН}} = 3500 + 3628 + 6000 + 3200 + 1344 = 17672 \text{ грн.}$$

НУБІП УКРАЇНИ

у таблиці 4.1 наведено порівняння гідравлічної і гвинтової системи механізмів підйому. Де показано вартість обладнання та деталей для кожної із систем. Порівнявши ціни ми бачимо, що гвинтова система у 1,5 разів

дешевша ніж гідравлічна.

НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 4.1 Порівняння вартості механізмів підйому

Найменування	Гідравлічна	Гвинтова
Вартість покупних виробів:		
електродвигун, грн.	10000	8000
гідронасосна станція, грн.	5000	
оливо проводи, грн.	8000	
олива, грн.	15000	500
дизельний генератор, грн.	6000	6000
інші комплектуючі, грн.		4000*4=16000
Вартість корпусних деталей, грн.	5000*4=20000	5000*4=20000
Витрати на виготовлення оригінальних деталей, грн.	14000*4=56000	5000*4=20000
Сумарна вартість	120000	70500

НУБІП УКРАЇНИ

Так з вище виконаних розрахунків видно, що розробка і впровадження проекту є економічно доцільним.

Висновки

1. Запропонована конструкція механізму підйому лабораторної установки для дослідження процесу сепарації картоплі дозволяє змінювати

нахил робочої поверхні сепараторів у межах $\alpha = 18^\circ \dots 23^\circ$, що дозволяє визначити дослідним шляхом оптимальні значення основних параметрів

сепарації/

2. Швидкість підйому, у межах $V = 0,3 \dots 0,7$ м/с гвинтового механізму дозволяє забезпечувати бажаний ритм досліджень (зміна кута α – без зупинку

процесу сепарації) та безпечні умови праці.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Використана література

1. Парель Д. Я. Подшипники качения. М.: Машиностроение, 1983.
2. Вешеневский С. Н. Характеристики двигунів в електроприводі, М.: Енергія, 1977- 432 з., ил.
3. Довідник по автоматизованому електроприводу / Під. ред. В. А. Елісеева і А. В. Шиянського. -М.: Энергоатом издат, 1983. -616 с
4. Теорія автоматизованого електроприводу: Навчань. допомога для вузів /Чилікин М. Г., Ключев В. И., Сандлер А. С. - М.: Енергія, 1979.-616 з. ил.
5. О.М. Ногорілець, М.С. Волянський, В.Д. Войтюк, С.І. Пастушенко: Гідропривід сільськогосподарської техніки. Навчальне видання. – Вища освіта 2004. – 368с
6. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя. 3-х т. – 6 изд., 1982.
7. Гевко Б. М., Данильченко М. Г., Рогатинський Р. М., Пилипець М. І., Матвійчик А. В. Механізми з гвинтовими пристроями. - Львів : Світ. - 1993. - 208с
8. Киркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Расчет и проектирование деталей машин: Учеб. пособие для техн. вузов Ч. 2. - 2-е изд., перераб. и доп. - Х.: Выща шк. Изд-во при ХГУ, 1988. - 142 с.: схем
9. А.І. Бабкін, А.С. Морозов, І.А. Дужевській «Проектування гвинтових механізм» Навчально-методичний посібник для курсового проектування, Северодвинск, 2006;
10. Д. Н. Решетов «Деталі машин», Москва «Машинобудування», 1989;
11. А. Є. Шейнбліт «Курсове проектування деталей машин», Янтарний оповідь, 2003;

12. Грузоподъемные машины. Александров М.П., Колобов Л.Н., Лобов Н.А., и др. – М.: Машиностроение, 1986.

13. Боков В.Н. Чернилевський Д.В., Бudyко П.П., Детали машин: Атлас конструкцій. М.: Машиностроение 1983.

14. Александров М.П. Подъемно-транспортные машины: Учеб. пособие для машиностроительных спец. вузов. – М.: Высшая школа 1985.

15. Шевченко І.А., Ткачук В.С. Фізико-механічні властивості ґрунту і картоплі, які визначають технологічний процес роботи картоплезбиральних машин. // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Вип.1, т.16 – Мелітополь, ТДАТА, 2000.

16. Булгаков В.М., Рогатинський Р.М., Смолінський С.В. Моделювання коливання робочих органів спіральних сепараторів при робочому навантаженні // Зб. наук. праць НАУ. "Механізація сільськогосподарського виробництва". Том VIII. К.: Видавництво НАУ, 2000, .370 с .

17. Булгаков В.М., Рогатинський Р.М., Смолінський С.В., Іщенко В.В. Визначення кінематичних параметрів взаємодії картоплі із спіральним сепаратором // Зб. наук. праць НАУ. "Механізація сільськогосподарського виробництва". Том IX. К.: Видавництво НАУ, 2000, с. 526 с.

18. Санюкевич Ф. М. Детали машин. Курсове проектування. - Брест: Брестський державний технічний університет, 2003.

19. Крючков В. Я. Правила оформлення дипломних (курсівих) проектів (робіт). – Харків: УкрДАЗТ, 2003. – 30с.

20. Допуски и посадки. Справочник в 2 – х частях. Часть I/Под редакцией В.Д.Мягкова. Л.: Машиностроение, 1978.

21. Допуски и посадки. Справочник в 2 – х частях. Часть II/Под редакцией В.Д.Мягкова. Л.: Машиностроение, 1978.

22. Справочник технолога машиностроителя: в 2 – х томах. Том 1/Под редакцией А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. М.: Машиностроение, 1985.

23. Справочник технолога машиностроителя: в 2 – х томах. Том 2/Под редакцией А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. М.: Машиностроение, 1985.

24. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений.
М.:Машиностроение, 1983.

25. Методические указания к выполнению раздела «Расчет точности
операции механической обработки» при курсовом и дипломном
проектировании. Савуляк В.И.,Дерибо А.В., Дусанюк Ж.П.-Винница: ВПИ,
1989.- 26с.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ДОДАТКИ

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України