

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ

КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ІМЕНІ  
ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

## ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: *„Вдосконалення операцій розбирання різьбових з'єднань  
під час ремонту плугів”*

Виконав: студент 3 курсу групи Аін-33сп  
Спеціальності 208 „Агроінженерія”  
(шифр і назва)

Кухар Роман Григорович  
(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. Чухрай В.Є.  
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2023

УДК 631.3.

Кухар Р.Г. “Вдосконалення операцій розбирання різьбових з’єднань під час ремонту плугів”

Дипломний прєкт. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2023.

50 стор. текс. част., 12 рис., 1 табл., 5 арк. ілюстр. матер., 27 бібліогр. джерел.

Проведено короткий огляд стану виробництва тракторних плугів, відзначено основних виробників та сучасні найбільш поширені моделі. Розглянуто основні операції виконувані під час обслуговування і ремонту плугів. Наведено відомості про технологічне оснащення для процесу ремонту плугів, розглянуто особливості процесу розбирання кріпильних деталей з різним технічним станом. Запропоновано варіативну схему послідовності виконання операцій під час розбирання різьбових з’єднань з різним технічним станом.

Розроблено конструкцію універсального ударного ключа для розбирання різьбових з’єднань, описано його будову і принцип дії, виконано розрахунок елементів обладнання на міцність

Розглянуто питання охорони праці

Проведено розрахунок економічного ефекту від використання ключа ударної дії. Доцільність виготовлення і запровадження у виробництво ключа ударної дії підтверджується очікуваним сумарним розрахунковим економічним ефектом в сумі понад 86 тис. грн.

## ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 КОРОТКИЙ ОГЛЯД СТАНУ ВИРОБНИЦТВА ТРАКТОРНИХ ПЛУГІВ	6
2 ОСНОВНІ ОПЕРАЦІЇ ВИКОНУВАНІ ПІД ЧАС ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ ПЛУГІВ	13
2.1 Загальні відомості про основні складові процесу обслуговуванні і ремонту плугів	13
2.2 Технологічне оснащення процесу ремонту плугів	16
2.3 Особливості процесу розбирання кріпильних деталей з різним технічним станом	20
2.4 Основні операції розбирання навісного п'яти корпусного плуга	23
3 РОЗРОБКА УНІВЕРСАЛЬНОГО УДАРНОГО КЛЮЧА ДЛЯ РОЗБИРАННЯ РІЗЬБОВИХ З'ЄДНАНЬ	26
3.1 Огляд конструкцій аналогічного призначення	26
3.2. Будова і принцип універсального ударного ключа для розбирання різьбових з'єднань	31
3.3. Розрахунок елементів обладнання на міцність	33
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	36
4.1. Структурно-функціональний аналіз технологічних процесів складання та розбирання машин	36
4.2. Вимоги безпеки до території, приміщень, обладнання і виробничих процесів ремонтних підрозділів	39
4.3. Пожежна безпека	40
5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВИКОРИСТАННЯ КЛЮЧА УДАРНОЇ ДІЇ	42
ВИСНОВКИ	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	48

## ВСТУП

Використання плугів у процесі сільськогосподарського виробництва різних культур є надзвичайно важливим для створення сприятливих умов росту та плодючості рослин. Тому їх використання буде актуальним ще впродовж багатьох наступних десятиліть. З кожним роком ситуація на ринку плугів зазнає змін, так як чільне місце займають нові сучасні високо механізовані і автоматизовані моделі плугів.

Підприємства, які не встигають за технологічним прогресом, втрачають свою частку на ринку, тоді як ті, що впроваджують інноваційні технології, розширюють свою ринкову присутність і збільшують обсяги виробництва.

В свою чергу утворилося багато індивідуальних фермерських господарств, які мають у своїй власності трактори, автомобілі та різноманітні сільськогосподарські машини, але не мають належної ремонтної бази.

За звичай перед початком сезону оранки, або при виявленні відмов у процесі експлуатації плуга, проводять ремонтні роботи. Загальна трудомісткість та структура цих робіт залежать від конкретного технічного стану плуга. Під час сезонного ремонту або усунення відмов з плуга знімають окремі вузли та деталі. Однак, будь-яке порушення взаємного розташування елементів плуга може впливати на його загальний опір, продуктивність та якість оранки. Тому часто необхідно повністю розібрати плуг та перевірити дефекти кожної деталі. Під час розбирання плугів можуть використовуватися різноманітні інструменти, залежно від конкретних операцій і стану плуга. Але не завжди використання серійних моделей інструментів для розбирання машин забезпечує ефективність процесу ремонту.

На підставі викладеного темою даної дипломної роботи обрано «Вдосконалення операцій розбирання різьбових з'єднань під час ремонту плугів»

## 1. КОРОТКИЙ ОГЛЯД СТАНУ ВИРОБНИЦТВА ТРАКТОРНИХ ПЛУГІВ

Використання плугів в процесі вирощування сільськогосподарської продукції має дуже важливе значення з точки зору створення сприятливих умов для росту і родючості рослин. Тому їх використання буде актуальним ще впродовж багатьох десятиків років. З кожним роком ситуація на ринку плугів змінюється. Підприємства які не встигають за розвитком технологічного прогресу втрачають свою частку реалізації продукції, а ті, що застосовують інноваційні технології розширюють зони реалізації своєї продукції і нарощують обсяги виробництва.

Україна має кілька компаній, які виробляли або виробляють зараз тракторні плуги чи комплектуючі до них. Ось декілька відомих українських виробників плугів:

- ТОВ "Леміш" - виробництво тракторних плугів під торговою маркою "Лемех". Компанія в даний час випускає в невеликих обсягах різні моделі плугів для різних умов обробки ґрунту, але в більшій мірі орієнтується на випуск комплектуючих;

- ПАТ "Агрегат" - відомий виробник сільськогосподарської техніки, включаючи тракторні плуги, пропонує різноманітні моделі плугів з різною конфігурацією та характеристиками;

- ПАТ "Червона Зірка" - компанія з багаторічною історією, яка виробляє різноманітну сільськогосподарську техніку, включаючи тракторні плуги:

- ПАТ "Бориспільський завод сільськогосподарських машин" - спеціалізується на виробництві сільськогосподарської техніки, включаючи тракторні плуги різних типів і конфігурацій;

- ТОВ "Київський завод сільськогосподарських машин" - виробник сільськогосподарської техніки, включаючи тракторні плуги для різних груп споживачів;

- ТОВ "Уманьферммаш" – виробляє деякі моделі тракторних плугів крім інших сільськогосподарських машин.

Перелічені компанії, разом з іншими виробниками, пропонують різні моделі тракторних плугів, які відповідають потребам українських сільськогосподарських підприємств та фермерів. Це лише кілька прикладів українських виробників тракторних плугів.

Виробники плугів тісно співпрацюють з замовника і пропонують їм при виборі плуга враховувати тип ґрунту, габарити та потужність тракторів, а також конкретні потреби господарств та всі умови вирощування.

Але звичайно, що українські виробники сільськогосподарської техніки в даний час не спроможні задовільнити всіх потреб виробників сільськогосподарської продукції. Тому на ринок України поступають плуги вироблені в країнах Європи, як нові, так і бувші в експлуатації. Більшість з них містять інноваційні розробки, мають більший ресурс і забезпечують більшу продуктивність роботи.

У Європі існує кілька найбільш відомих виробників тракторних плугів, серед яких можна виділити такі компанії:

- Kverneland Group: Kverneland, що базується в Норвегії, є одним з провідних виробників сільськогосподарської техніки, включаючи тракторні плуги;

- Lemken: Lemken, заснований в Німеччині, є виробником високоякісних тракторних плугів та іншої сільськогосподарської техніки;

- Vogel & Noot: Vogel & Noot, що базується в Австрії, спеціалізується на виробництві різноманітних сільськогосподарських машин, включаючи тракторні плуги;

- Överum: шведська компанія Överum є виробником тракторних плугів і заслуговує на увагу своєю якістю та інноваційним підходом;
- Gregoire Besson: французька компанія Gregoire Besson спеціалізується на виробництві сільськогосподарської техніки, включаючи тракторні плуги;
- Huard / Sulky: французька компанія, яка спеціалізується на виробництві сільськогосподарської техніки, включаючи тракторні плуги;
- Rabe: німецький виробник, який випускає широкий асортимент плугів для різних типів ґрунту та умов;
- Vomet: польська компанія, що спеціалізується на виробництві аграрної техніки, включаючи тракторні плуги;
- Unia: польський виробник, який випускає тракторні плуги в різних конфігураціях та розмірах;
- Kuhn: французька компанія, яка виготовляє різні типи сільськогосподарської техніки, включаючи тракторні плуги.

Звичайно, що покупцям плугів важливо врахувати свої потреби, бюджет, рекомендації фахівців та досвід використання певного виробника перед вибором конкретного тракторного плуга.

Залежно від конкретних потреб і вимог, можна звернутися виробників тракторних плугів в Європі маючи інформацію про їх продукцію і знаючи, що потрібно для конкретного господарства.

Для прикладу, Kverneland Group, як виробник сільськогосподарської техніки, випускає широкий спектр моделей тракторних плугів. Деякі популярні моделі, що доступні від Kverneland Group, включають:

- Kverneland EO: це легкий однокорпусний плуг з високою маневреністю та ефективним землерийним діаметром;
- Kverneland ES: модель яка є серією міні-плугів з регульованою шириною робочого органу, що підходить для менших господарств або вузьких полів;

- Kverneland EG: це плуг серії підвісних варіантів, який працює з підвісними системами трактора;
- Kverneland BV: цей плуг є багатокорпусним плугом з великими пропускними здібностями для швидкої обробки великих площ полів;
- Kverneland LD: ця модель представляє собою плуг із навісним розміщенням, який може працювати з низькою силою тяги.

Як бачимо, з вище наведеного, різноманітність перелічених моделей може задовільнити багато запитів сільськогосподарських виробників.

На рисунку 1.1 показано загальний вигляд плуга Kverneland BV 100.



Рисунок 1.1 Загальний вигляд плуга Kverneland BV 100

Модель напівнавісного обертового плуга BV 100 має шість корпусів (5+1) і оснащена передплужниками. Він має центральне колесо і гідравлічне регулювання. Ширина захоплення корпусу може змінюватися від 350 мм до 550 мм. Даний плуг можна агрегатувати з тракторами потужністю від 180 к.с. до 250 к.с, які можуть працювати на швидкості 9 км/год. Оранка може



здійснюватися на глибину до 350 мм. Висота стояків цього плуга становить 700 мм. Захистом від перевантаження, як запобіжником, служить ресора.

У фірми Lemken також випускають різноманітні моделі тракторних плугів, різного призначення та різної конструкції, з різними експлуатаційними характеристиками, серед яких найбільш популярними є такі моделі:

- Lemken VariOral: серія плугів має регульовану шириною робочого органу та опції зміни кількості корпусів, а також забезпечує гнучкість в регулюванні для різних умов ґрунту;

- Lemken Juwel: серія плугів з великим вибором конфігурацій та опцій, які відомі своєю міцністю, ефективністю і довговічністю;

- Lemken EurOral: дані плуги призначені для роботи на середніх і важких ґрунтах і мають високу маневреність та ефективність обробки;

- Lemken Diamant: модель багатокорпусних плугів для великих площ полів, що мають високу продуктивність та відмінну якість обробки;

- Lemken Oral: плуги серії малої і середньої потужності, призначені для роботи на невеликих і середніх господарствах, так як мають компактну конструкцію і легкість у використанні.

На рисунку 1.2 показано загальний вигляд плуга Lemken VariOral в агрегаті з трактором.



Рисунок 1.2 Загальний вигляд плуга Lemken VariOpal в агрегаті з трактором

Серед основних характеристик плугів Lemken VariOpal (Лемкен Варіопал) є такі:

1 - Ширина передньої борозни та точки застосування тягового зусилля автоматично коригуються під час регулювання ширини захвату. Це забезпечує високу якість оранки без зміщення в бічному напрямку незалежно від ширини захвату.

2 - Для досягнення максимальної стійкості і зниження зносу всі опори обладнані зносостійкими втулками та загартованими болтами.

3 – Поворотні кронштейни рами мають високу міцність і точність підгонки опорних пластин, що забезпечує довгий термін експлуатації плуга.

4 - Завдяки великій відстані між корпусами плуга, зміщенню корпусів від рами та особливій формі стояків корпусів, навіть при малій ширині захвату вдається уникнути залипання плуга. Це забезпечується інженерними рішеннями, що дозволяють плугу вільно просуватись через ґрунт.

5 - Завдяки спеціальному розташуванню маятникового колеса на рамі, можна обробляти ґрунт дуже близько до ровів, парканів та меж ділянки,

залежно від кількості борізд і встановленої ширини захвату. Це дозволяє ефективно використовувати плуг в умовах обмеженого простору та забезпечує точність оранки біля перешкод.

Тільки на прикладі розгляду продукції двох фірм, що виробляють тракторні плуги, можна стверджувати про наявність широкого їх вибору.

Характерним для багатьох сучасних моделей плугів, які випускаються в Європі є що їх рама виготовлена з міцної сталі і має жорстку конструкцію для забезпечення стабільності та довговічності плуга. Корпуси виготовлені з високоякісної сталі, яка витримує великі навантаження і забезпечує ефективну обробку ґрунту. Більшість плугів мають можливість регулювання ширини робочого органу, глибини обробки та кута нахилу плуга. Це дозволяє адаптувати плуг до різних умов ґрунту і вимог сільськогосподарських операцій. Майже всі моделі мають систему гідравлічного управління, що полегшує роботу оператора та забезпечує точність керування плугом.

Крім того плуги можуть мати додаткові опції: можуть бути укомплектовані механізмами автоматичного випрямлення перекосу плуга; оснащені системою захисту від каменів, системою автоматичного контролю глибини обробки; різноманітними елементами для поліпшення продуктивності та зручності роботи.

Деталі конструкції різних моделей плугів можуть відрізнятися але характерним для більшості з них є наступні складові частини:

- міцна сталева рама, яка надає плугу стабільність і міцність;
- корпуси: робочі органи плуга, виготовлені з високоякісної сталі, які проникають в ґрунт і виконують його обробку, кількість яких може варіюватися в залежності від моделі плуга;
- леміші як частини корпусів, які безпосередньо контактують з ґрунтом і можуть мати різну форму і конструкцію, що залежить від типу ґрунту і вимог щодо обробки;

- колеса як додаткові елементи, які допомагають плугу утримуватись на правильній глибині обробки і забезпечують стабільність під час руху;
- гідропідйомник як механізм для підйому та опускання плуга, що дозволяє зручно виконувати маневри та перехід на транспортний режим;
- механізми та керування: регулювання для контролю напрямку та кута нахилу плуга під час роботи.

До додаткових компонентів можуть входити системи автоматичного контролю глибини обробки, захисту від каменів, системи регулювання ширини обробки і інші опції, які полегшують роботу та покращують ефективність плуга.

## 2. ОСНОВНІ ОПЕРАЦІЇ ВИКОНУВАНІ ПІД ЧАС ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ ПЛУГІВ

### 2.1 Загальні відомості про основні складові процесу обслуговуванні і ремонту плугів

Перед початком сезону оранки або при виявленні відмов у процесі експлуатації плуга проводять ремонтні роботи. Загальна трудомісткість та структура цих робіт залежать від конкретного технічного стану плуга. Під час сезонного ремонту або усунення відмов з плуга знімають окремі вузли та деталі. Однак, будь-яке порушення взаємного розташування елементів плуга може впливати на його загальний опір, продуктивність та якість оранки. Тому часто необхідно повністю розібрати плуг та перевірити дефекти кожної деталі.

Правильно вибрана послідовність операцій розбирання, залежно від технічного стану плуга, дозволяє зменшити трудомісткість ремонту. Якщо несправність плуга мала місце в полі, то рекомендується дотримуватись наступної послідовності виконання ремонтних дій:

- почніть зі зняття плуга з трактора та встановіть його на рівній робочій площині;
- відключіть гідروпідйомник та зніміть важіль керування глибиною обробки;
- зніміть корпуси плуга. зазвичай вони закріплені гайками або болтами;
- розберіть кожен корпус на складові частини, такі як леміші, стрижні, пружини тощо;
- перевірте стан кожної деталі на наявність пошкоджень або зносу. замініть пошкоджені або зношені деталі за потреби;

- при необхідності змазуйте або регулюйте механізми та з'єднання;
- складіть корпуси, встановивши нові деталі замість знятих деталей;
- підключіть гідروпідйомник та перевірте його роботу;
- встановіть плуг на трактор та продовжуйте регулюванням глибини обробки за допомогою важеля керування.

Основні операції ремонту тракторних плугів можуть включати наступні дії:

#### 1. Діагностика:

- першим кроком в ремонті плуга є виявлення проблем та визначення їх причин;
- може включати перевірку робочих органів, гідроприводу, рами та інших компонентів плуга.

#### 2. Зняття та розбирання:

- якщо виявлені пошкодження або несправності, необхідно зняти плуг з трактора і розібрати його на окремі частини для подальшого огляду та ремонту.

#### 3. Заміна або відновлення деталей:

- після розбирання можуть бути виявлені пошкоджені або зношені деталі, які потребують заміни або відновлення;
- може включати роботу з лемішами, стрічками, болтами, гайками та іншими компонентами.

#### 4. Очищення та змащення:

- Під час ремонту важливо очистити деталі від бруду, іржі або залишків попереднього мастила.
- Потім вони повинні бути належно змащені, використовуючи відповідні мастила або спец засоби.

#### 5. Перевірка і регулювання:

- Після збирання плуга замінені або відновлені деталі повинні бути перевірені на правильну установку і функціональність;

- Деякі компоненти можуть потребувати регулювання, таке як налаштування глибини обробки або кута нахилу.

#### 6. Перевірка безпеки:

- Необхідно переконатися, всі пристрої, що створюють безпечність такі як захисні ковпачки або захисні пристрої, належно встановлені та працездатні.

#### 7. Випробування:

- Після завершення ремонту плуг потрібно піддати випробуванню, щоб переконатися в його правильному функціонуванні;

- Це може включати його установку на трактор та проведення тестових проходок на полі для перевірки його роботи при різних умовах.

#### 8. При необхідності - налаштування:

- Якщо під час випробування виявлені недоліки або несправності, необхідно здійснити необхідні налаштування або корективи для досягнення оптимальної роботи плуга.

#### 9. Збереження документації:

- Важливо вести облік усіх проведених ремонтних робіт, заміненних деталей та виконаних налаштувань. Це допоможе зберегти історію ремонту плуга, встановити регулярний графік обслуговування та виявити можливі тенденції щодо відмов чи потреби у заміні деталей.

#### 10. Попереджувальне обслуговування:

- Після завершення ремонту і випробування рекомендується встановити регулярний графік обслуговування, який включатиме перевірку та змащення деталей, контроль регуляторів та періодичні перевірки функціональності плуга.

Важливо пам'ятати, що операції ремонту можуть варіюватися в залежності від типу та моделі плуга, а також від конкретних проблем, які потрібно вирішити. Рекомендується звернутися до інструкції виробника та

отримати фахову консультацію або підтримку спеціалістів у сфері сільського господарства для виконання ремонтних робіт.

## 2.2 Технологічне оснащення процесу ремонту плугів

Під час ремонту плугів можуть використовуватися різноманітні інструменти, залежно від конкретних операцій і типу плуга. Ось деякі загальні інструменти, а також матеріали, які можуть знадобитися під час ремонту плуга:

### 1. Гайкові та шестигранні ключі:

- вони використовуються для відкручування та закручування гайок, болтів та інших кріпильних елементів.

### 2. Різноманітні ручні інструменти:

- включають молоток, плоскогубці, киянку, струбцини тощо.  
- вони використовуються для розбирання, збирання, виправлення або регулювання деяких компонентів плуга.

### 3. Свердла та різьбонарізні мітчики:

- вони використовуються для виготовлення отворів, нарізання різьби, а також видалення застряглих болтів або шпильок.

### 4. Заточувальні інструменти:

- включають точило або шліфувальний станок для заточування ріжучих кромek лемішів та інших ріжучих елементів плуга.

### 5. Металорізальні інструменти:

- Ножиці для металу або різакі можуть знадобитися для вирізання, виправлення або приготування нових металевих деталей.

### 6. Мірні інструменти:

- вимірвальна стрічка, калькулятор або лінійка використовуються для вимірювання розмірів, відстаней та кутів.

### 7. Змащувальні матеріали:



- оливи, мастила або герметики використовуються для змащення рухомих частин, зменшення тертя та запобігання корозії.

#### 8. Зварювальний апарат:

- зварювальний апарат допоможе відновити або з'єднати пошкоджені металеві частини плуга.

#### 9. Пневматичний інструмент:

- пневматичні гайковерти, шліфувальники або дрилі можуть значно полегшити процес відкручування, закручування або обробки деталей плуга.

#### 10. Електричний інструмент:

- електричні дрилі, шліфувальники, рубанки або фрезери можуть використовуватися для розрізання, формування або обробки матеріалів плуга.

11. Інструменти для обробки дерева: якщо плуг має дерев'яні компоненти, такі як ручки, то можуть знадобитися пилки, рубанки або шліфувальні машинки для їх обробки або заміни.

12. Знімачі і пристрої, які допомагають знімати або встановлювати деталі, наприклад, вилки, підшипники, шпонки, гаки тощо.

#### 13. Прес або гідравлічний пристрій:

- використовуються для демонтажу або заміни важких частин, вирівнювання або з'єднання елементів плуга.

#### 14. Листовий метал або ремонтний комплект:

- деякі запчастини можуть бути відновлені або замінені за допомогою листового металу, латок, арматурного дроту або спеціального ремонтного комплекту.

Це лише кілька загальних прикладів інструментів, які можуть бути використані під час ремонту плугів. Вибір конкретних інструментів буде залежати від типу, моделі та пошкоджень

Більшість виробників плугів серед супровідних документів додають короткі інструкції стосовно обслуговування та ремонту плугів. Особливо це

стосується того, що плуги працюють в різних погодних умовах і під значними навантаженнями, то їх різьбові деталі можуть деформуватися, бути забрудненими, та пошкоджені корозією. Щоб кріплення не відпустили внаслідок вібрації їх докручують з максимальним допустимим моментом кручення. Все це створює проблеми під час розбирання елементів плугів. зокрема в рекомендаціях пропонується, якщо гайки важко відкручуються, можна спробувати наступні методи:

1. Застосування силового інструменту:

- Використовуйте гайковерт або річний ключ для збільшення сили, застосованої для відкручування гайки;
- переконайтеся, що інструмент правильно прикріплений до гайки та розташований належним чином.

2. Використання змащувального або високо проникного агента:

- Застосуйте змащувальний агент, такий як розпушувач, мастило або пенетрант (речовину високої проникності), на різьбову частину гайки і бота;
- це може допомогти знизити тертя та зробити відкручування легшим.

3. Теплова обробка:

- Використання тепла може допомогти розширити метал та полегшити відкручування;
- використовуйте паяльну лампу, газовий пальник або фен для нагрівання гайки протягом кількох хвилин, а потім намагайтеся відкрутити її за допомогою інструменту.

4. Використання затискних інструментів:

- Якщо гайка має плоскі грані або фаску, використовуйте плоскогубці або ручні лещата для затискування граней гайки;
- це може надати додаткового утримання та забезпечити кращий контроль під час відкручування.

5. Удари:

- Легкі удари, мідним, гумовим чи дерев'яним молотком по корпусу гайки можуть допомогти зменшити її зчеплення з різьбовим стержнем.

Для ударної дії на гайки і головки болтів серійно виготовляються кільцеві ключі ударної дії (рисунок 3.3). Їх особливістю є те, що вони односторонні і на протилежному до кільця кінці мають ковадло по якому наносять удари молотком. Всі ключі ударної дії мають чорний колір.



Рисунок 2.1 – Кільцевий ключ ударної дії . виробництва фірми FORCE  
(Тайвань)

Крім кільцевих ключів також виробляють ударної дії головки (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – Головка ударної дії фірми TOPTUL

2.3 Особливості процесу розбирання кріпильних деталей з різним технічним станом

На рисунку 2.3 наведено схему варіативної послідовності виконання операцій під час розбирання різьбових з'єднань з невизначеним технічним станом

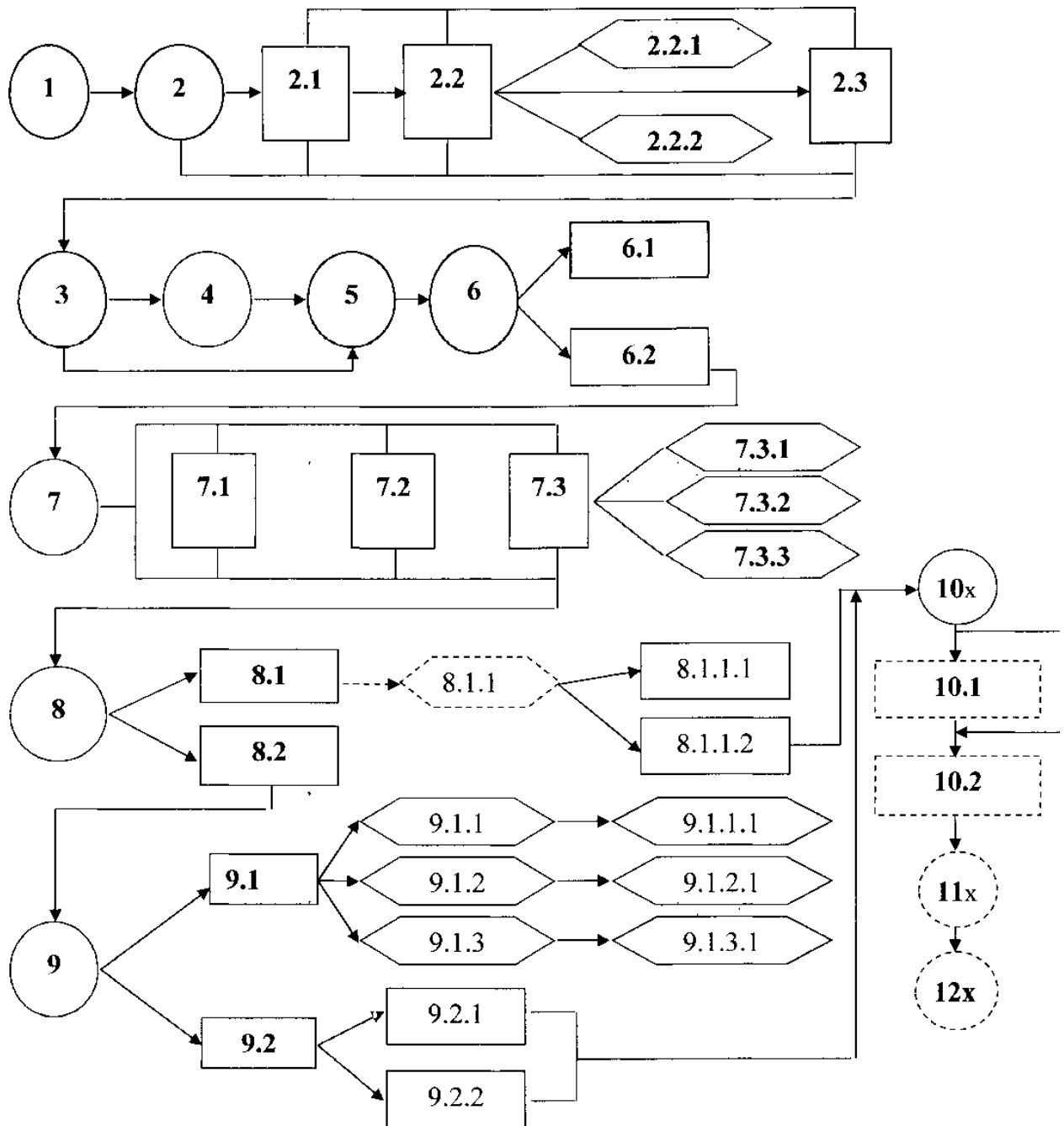


Рисунок 2.3 – Варіативна схема послідовності виконання операцій під час розбирання різьбових з'єднань з невизначеним технічним станом

Варіативна послідовність виконання операцій під час розбирання різьбових з'єднань з невизначеним технічним станом має такий алгоритм:

1. Зовнішній огляд різьбового з'єднання (наявність забруднень, корозії, механічного пошкодження граней та витків різьби).
2. Попередня оцінка технічного стану;

- 2.1. Визначення зони доступності до кріпильних деталей, вибір типу інструментів;
- 2.2. Очищення різьбових деталей;
  - 2.2.1. Механічні способи (дротяні щітки);
  - 2.2.2. Хімічні способи (розчин ортофосфорної кислоти);
- 2.3. Уточнення операцій технології розбирання після виконання попередніх дій.

3. Визначення допустимого моменту сили (на підставі механічних властивостей кріпильних деталей) для відкручування.

4. Усунення наявних дефектів на частинах різьбових стержнів болта або шпильки, що виступають назовні.

5. Кінцева перевірка сумісності розмірів деталей і підібраних інструментів.

6. Спроба відкрутити гайку з максимально допустимим критичним моментом виходячи з міцності різьбового стержня;

6.1. Гайка відкручена (процес завершено);

6.2. Гайка не відкрутилася (переходимо до наступного пункту дій).

7. Виконання допоміжних операцій з метою полегшення процесу відкручування;

7.1. Змочування кріпильних деталей проникними рідинами (в зоні їх контакту);

7.2. Механічна дія на гайку в межах її пружної деформації;

7.3. Термічна дія на різьбові деталі (перемінний нагрів і/або охолодження);

7.3.1. Нагрів гайки (газовим пальником, електричним струмом або іншими способами);

7.3.2. Охолодження різьбового стержня (наприклад рідким азотом);

7.3.3. Одночасний нагрів гайки та охолодження різьбового стержня.

8. Наступна спроба відкрутити гайку після виконання дій перелічених в сьомому пункті;

8.1. Спроба вдала, гайка відкручена (операція завершена);

8.1.1. Викручування шпильки (якщо потрібно) або виймання болта;

8.1.1.1. Спроба вдала (процес розбирання з'єднання завершено);

8.1.1.2. Спроба невдала якщо шпилька не викрутилась або зруйнована;

8.2 Спроба невдала якщо гайка не відкрутилася, переходимо до пункту 9.

9. Механічне руйнування кріпильних деталей (болта, гайки, шпильки);

9.1. Руйнування гайки одним з перелічених нижче способів;

9.1.1. Свердління отворів в тілі гайки (з використанням кондуктора) радіально до граней або в торці гайки;

9.1.2. Розрізання ножівкою з двома паралельними полотнами;

9.1.3. Розрізання гайки клином (механічним або гідравлічним пристроєм);

9.1.1.1. Відкручування ослабленої гайки;

9.1.2.1. Відкручування залишків (частково зруйнованої) гайки;

9.1.3.1. Усунення елементів зруйнованої гайки;

9.2. Руйнування болта (якщо в цьому є потреба);

9.2.1. Свердління осьового отвору в торці головки до моменту її відділення від стержня (з використанням кондукторної втулки);

9.2.2. Зрізання головки болта шліфувальною машиною.

10. Усунення залишків різьбових стержнів з отворів корпусних деталей;

10.1. Відрізування залишкової частини болта чи пошкодженої шпильки відповідно до розмірів кондукторної втулки;

10.2. Свердління отвору по осі болта з використанням кондукторної втулки (діаметром свердла  $d_{св} \leq d_1$ ).

11. Зачистка різьбового отвору мітчиком в корпусній деталі від залишків різьбового стержня і стружки.

12. виправлення зім'ятих ниток різьби у звільненому отворі корпусної деталі.

Використання запропонованого алгоритму виконання операцій під час розбирання різьбових з'єднань з невизначеним технічним станом дасть змогу звести до мінімуму кількість пошкодження кріпильних елементів. Слід також відзначити, що суттєво зменшиться кількість додаткових операцій пов'язаних з відновленням корпусних деталей.

#### 2.4 Основні операції розбирання навісного п'яти корпусного плуга

Плуги потребують ремонту, як перед початком періодів оранки так і під час її здійснення. Основна відмінність полягає в тому, під час усунення відмов в процесі експлуатації з плуга знімають окремі вузли та деталі які набули критичного стану, zdeформувалися або ж зруйнувалися. Але разом з тим, будь-яке порушення взаємного розташування елементів плуга збільшує загальний опір агрегату та знижує його продуктивність. Це погіршує якість оранки і може виникати потреба його повного розбирання (наприклад при значному деформуванні рами або її руйнуванні) та виявлення дефектів кожної деталі. При цьому правильно вибирається послідовність операцій розбирання залежно від технічного стану. В попередньому викладеному матеріалі сформовані алгоритми послідовності виконання операцій які дадуть можливість мінімізувати трудомісткість ремонту.

Ми розглянемо основні операції які потрібно виконувати в процесі експлуатації плуга.

Як завжди, першим кроком в розробці технології розбирання є аналіз конструкції об'єкту ремонту. На даний час переважно основні обсяги оранки виконують агрегатами в складі трактора з тяговим зусиллям на гаку 3000 кг, з якими агрегатують п'ятикорпусні плуги. Саме представника серії таких плугів плуга показано на рисунку 2.4, на якому зображено загальний вигляд найбільш використовуваного плуга ПЛН–5–35. Основними складовими плуга є: передплужник 1, закріплений на кронштейні рами, стояк з корпусом 2,



кронштейн рами 3, причіпка для приєднання борін 4 виготовлена з кутника, основний брус 5, консоль для кріплення дискового ножа 6, дисковий ніж 7, металеве опорне колесо 8, планка навіски 9, поздовжній брус 10 квадратного січення, поперечний брус 11, кронштейн навіски на гідросистему трактора 12, консоль кріплення передплужника 13 виготовлена з полоси.

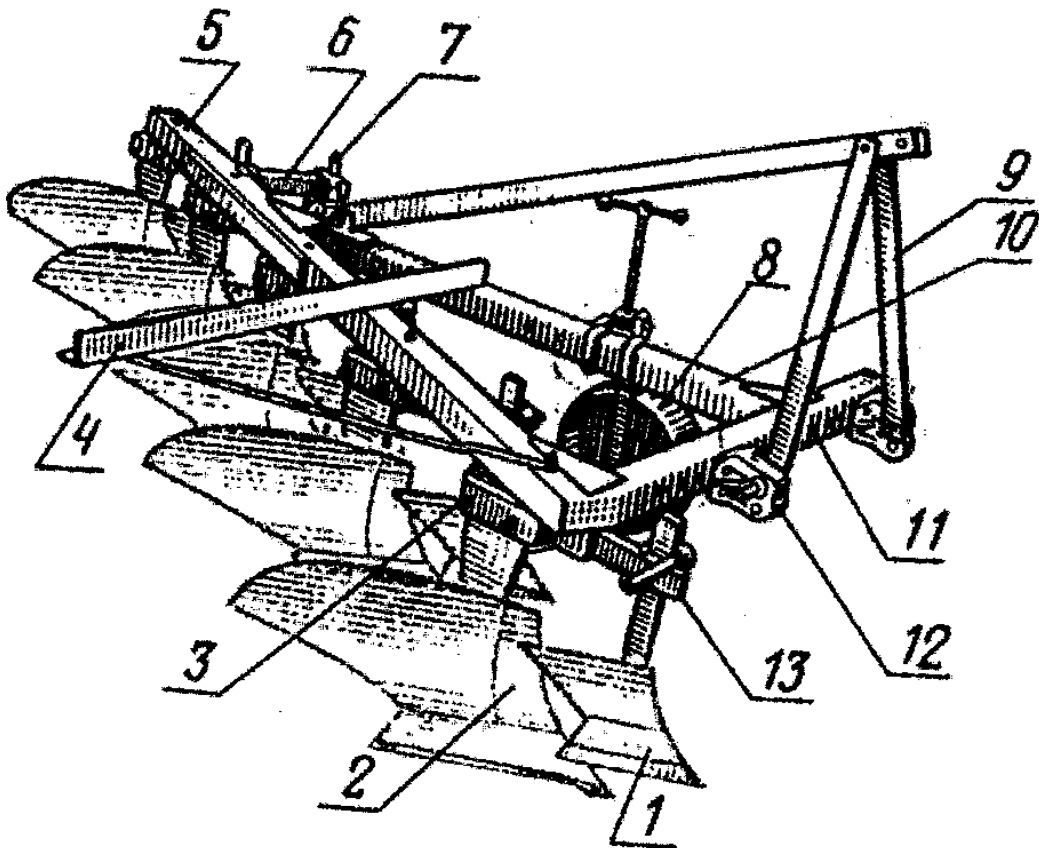


Рисунок 2.4 – Загальний вигляд плуга навісного ПЛН – 5 – 35

Зміст і послідовність виконання операцій під час ремонту плуга визначається його технічним станом. За умови чіткого дотримання вимог технічної експлуатації найшвидше будуть зношуватися леміші польові дошки, полиці плугів, та дисковий ніж. Тобто ті деталі які працюють в умовах тертя об ґрунт. Для заміни лемішів польових дошок та полиць плугів не потрібно виконувати додаткових операцій, а лише відкрутити елементи їх кріплення. Для заміни дискового ножа потрібно буде лише відкрутити

елементи його кріплення до маточини підшипника. Додаткові операції потрібно буде виконувати лише у випадках дефектів стояків корпусів, механізму регулювання положення опорного колеса, виходу з ладу підшипників дискового ножа та опорного колеса. І звичайно, найбільше додаткових операцій потрібно буде виконувати під час усунення дефектів рами.

### 3. РОЗРОБКА УНІВЕРСАЛЬНОГО УДАРНОГО КЛЮЧА ДЛЯ РОЗБИРАННЯ РІЗЬБОВИХ З'ЄДНАНЬ

#### 3.1 Огляд конструкцій аналогічного призначення

Процес розбирання та складання з'єднань під час ремонту сільськогосподарської техніки складає значні труднощі викликані різним їх технічним станом окремих деталей. Вузли і деталі тракторів та сільськогосподарських машин працюють в умовах значних навантажень перебуваючи у середовищах органічних та мінеральних добрив, отрутохімікатів та різних сумішей хімічних та органічних речовин, які викликають інтенсивну корозію металу. Крім того основна маса машин зберігається під відкритим небом, а сільськогосподарська техніка переважної більшості господарств є старою за віком і не один раз вже була у ремонті. Тому більша частина деталей різьбових і пресових з'єднань не відповідає технічним вимогам. Перелічені вище причини вимагають під час розбирання та складання різьбових з'єднань прикладати зусилля значно більше від рекомендованого виробниками машин. Для розбирання важко розбірних з'єднань на практиці застосовують такі технології: обстукують деталі; замочують їх гасом, гальмівною рідиною, водою; нагрівають; використовують видовбувачі для ключів. Перелічені заходи значно збільшують тривалість процесів розбирання і складання та підвищують вартість ремонту, якщо не користуватися певним алгоритмом дій. Інженерні працівники та винахідники постійно працюють над створенням нових конструкцій обладнання для розбирання і складання різьбових з'єднань та над удосконаленням існуючого. Нижче приведені відомі деякі конструкції обладнання для розбирання різьбових з'єднань, що важко піддаються відкручуванню.

Кафедрою експлуатації та технічного сервісу ім. проф. О. Д. Семковича ЛНУП протягом тривалого періоду проводяться наукові дослідження з метою розробки спеціального технологічного обладнання, яке сприятиме оптимізації процесів розбирання та складання машин під час проведення ремонтних робіт. Зокрема, розроблений обертовий ударно-інерційний ключ показаний на рисунку 3.1.

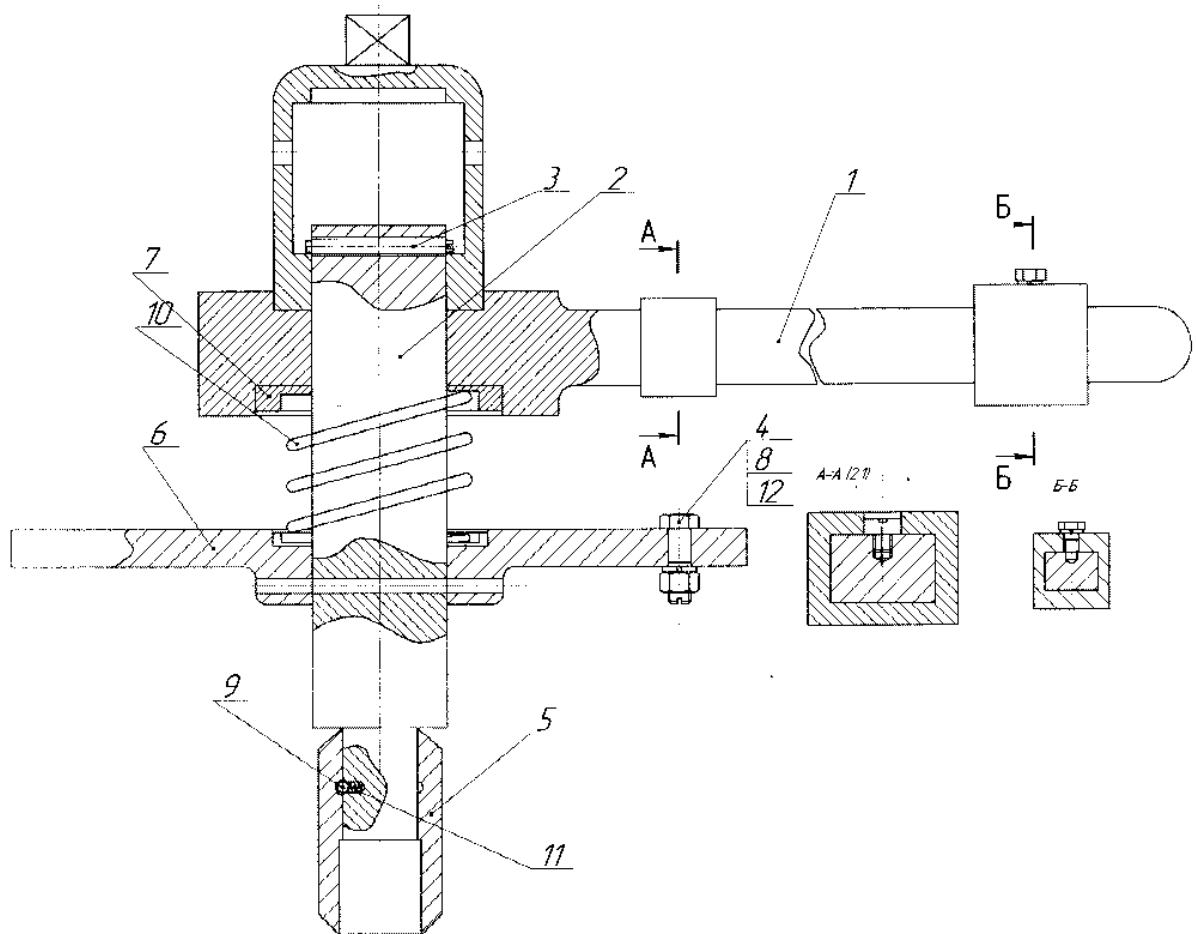


Рисунок 3.1 – Обертовий ударно-інерційний ключ (фронтальний переріз)

Обертовий ударно-інерційний ключ для розбирання важко розбірних з'єднань складається з важеля 1, ключа 2 (рисунок 3.1) на якому за допомогою штифта закріплений фланець 6. В отворах фланця 6 кріпиться спеціальний болт 4 з пружинною шайбою 12 і гайкою 8. Один кінець ключа 2 закінчується квадратним хвостовиком в радіальному отворі якого розміщена

пружина 11 та фіксуюча кулька 9, яка утримує торцеву гайкову головку 5. В радіальний різьбовий отвір протилежного кінця ключа 2 вкручений фіксатор 3 який утримує на ключі важіль 1. В гніздах важеля 1 та фланця 6 встановлені підшипники ковзання 7 між якими розміщена пружина 10.

Важіль ключа (як складальна одиниця) складається саме з важеля 1 (рисунок 3.2 ) до якого приварений ковпак 2. На плечі важеля 1 (ближче до осі обертання) закріплений ударник 3 який зафіксований гвинтом 6, а ближче до кінця важеля кріпиться тягарець 4 закріплений за допомогою спеціального болта 5 з пружинною шайбою 7.

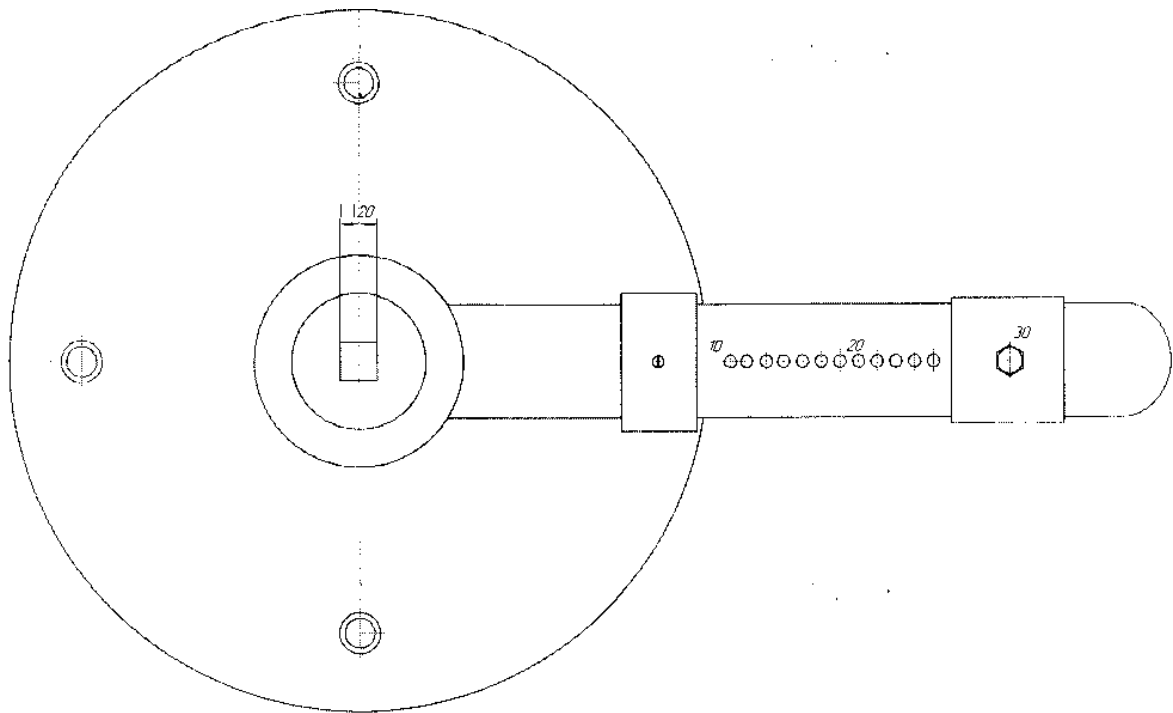


Рисунок 3.2 – Обертовий ударно-інерційний ключ (вигляд зверху)

Обертовий ударно-інерційний ключ працює наступним чином. На квадратний хвостовик ключа 2 (рисунок 3.2), встановлюють торцеву головку потрібного розміру. Залежно від потрібного значення крутного моменту

вибирають місце встановлення тягарця і одягають торцеву головку на різьбову деталь, що відкручується.

Обладнання може працювати в декількох режимах.

1. Режим роботи в місцях з обмеженим доступом. У фланець 6 встановлюють чотири болти 4, а на ковпак важеля 1 спеціальну ручку (рисунок 3.1). Встановлюють торцеву головку на різьбову деталь, що відкручується і притискається важіль до контакту ударника з торцем фланця. Відводять важіль, у зворотному від робочого напрямку, до упору в сусідній болт, а після цього різко обертають його в робочому напрямку. Після зрушення різьбової деталі з місця силу удару регулюють кутом відведення важеля і прикладеною робітником силою.

2. Режим роботи з максимальним крутним моментом. Для отримання максимального крутного моменту на ковпак важеля встановлюють корбу, встановлюють ключ на різьбову деталь, перемістивши попередньо тягарець в крайнє положення до кінця важеля. Обертаючи корбу розганяють важіль і в потрібний момент натискають на нього донизу, стискаючи пружину. Ударник важеля вдаряє в головку болта 4 і сила удару в болт створює крутний момент, який через фланець, штифт, ключ і торцеву головку передається деталі, що відкручується.

3. Режим роботи з середнім крутним моментом. Режим роботи з середнім крутним моментом є аналогічним до першого варіанту, але у фланець встановлюється лише один болт, що дає змогу максимально розігнати важіль за один поштовх, так як навіть при натисканні на ручку кут повороту важеля буде в межах до  $360^\circ$ .

Відома також конструкція гайкового ключа показаного на рисунку 3.3. Даний гайковий ключ складається з робочої головки 1 з відкритим зівом 2, яка шарнірно з'єднана з важелем 3. У важелі 3 розміщений ударний механізм, виконаний у вигляді з'єднаної одним кінцем з важелем 3 пружини розтягу 4, протилежний кінець якої на двох-трьох витках має зазори між

витками і призначений для періодичної взаємодії з зворотно-спусковою ручкою. Ручка може бути виконаною у вигляді втулки 5, закріпленою на ній пружного стержня 6 з виступом 7, зубцями 8 і відігнутих кінцем 9. На стержні 6 біля виступів 7 встановлена кнопка 10, яка розміщена в осьовому пазу 11 важеля 3. Торці важеля 3 в цьому випадку закриті кришкою 12, через отвір 13 якої проходить стержень 6. Гайковий ключ працює наступним чином. Попередньо навантажують пружину 4 на розрахункову величину, закріплюючи один з зубців 8 за кришку 12. Потім зів 2 встановлюють на гайку, важіль 3 повертають на потрібний кут (від  $0^{\circ}$  до  $45^{\circ}$ ) відносно осі робочої головки 1 і натискають на кнопку 10. При цьому виступ 7 стержня 6 звільняє пружину 4, яка концентрує ударний імпульс на закріпленому кінці. За рахунок цього відбувається поворот робочої головки 1, тобто відкручування гайки. Після цього ключ працює як звичайний гайковий ключ, важіль 3 впирається в

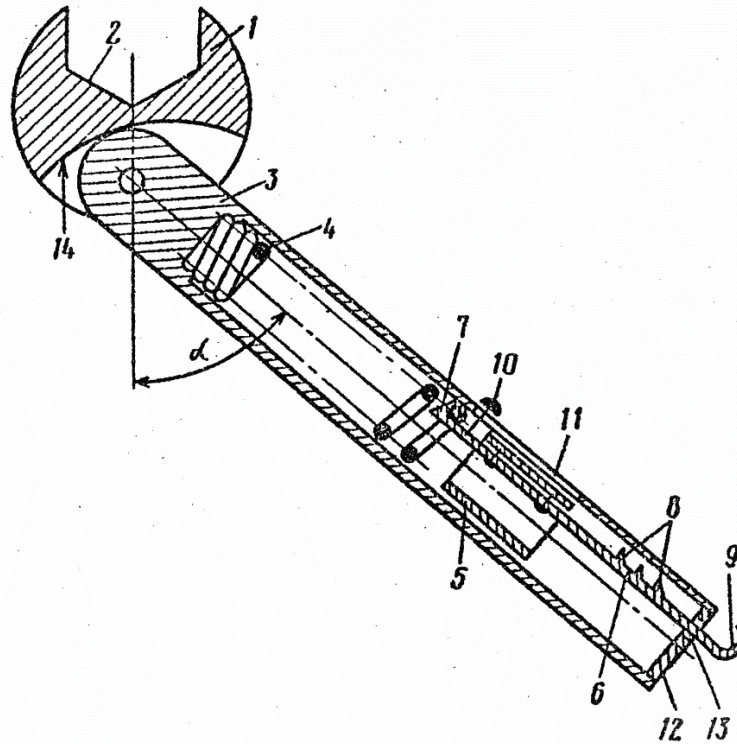


Рисунок 5.3. Гайковий ключ з пружинним ударним механізмом

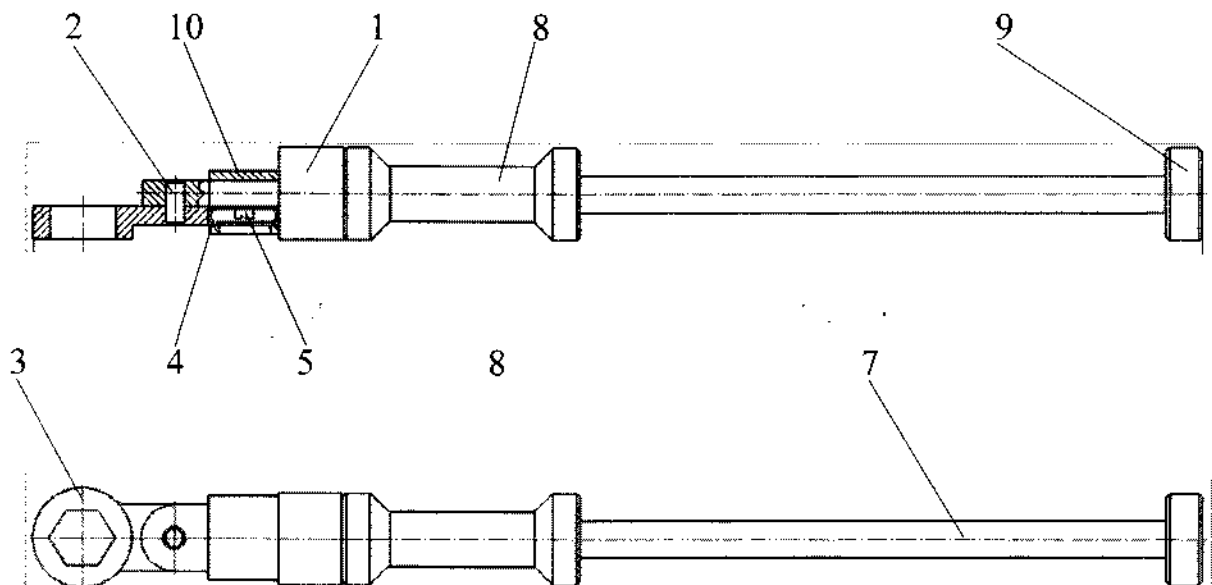
Торець важеля 3 в цьому випадку закритий кришкою 12, через отвір 13 якої проходить стержень 6. Гайковий ключ працює наступним чином. Попередньо навантажують пружину 4 на розрахункову величину, закріплюючи один з зубців 8 за кришку 12. Потім зів 2 встановлюють на гайку, важіль 3 повертають на потрібний кут (від  $0^{\circ}$  до  $45^{\circ}$ ) відносно осі робочої головки 1 і натискають на кнопку 10. При цьому виступ 7 стержня 6 звільняє пружину 4, яка концентрує ударний імпульс на закріпленому кінці. За рахунок цього відбувається поворот робочої головки 1, тобто відкручування гайки. Після цього ключ працює як звичайний гайковий ключ, важіль 3 впирається в

стінку 14. Однак задана жорсткість пружини обмежує діапазон регулювання крутного моменту, а використання робочої головки з відкритим зівом може бути причиною зіскакування ключа з гайки та пошкодження її граней. Крім того це може спричинити травмування робітника.

Зважаючи на перелічені недоліки відомих ключів ударної дії ми пропонуємо конструкцію універсального ударного ключа для розбирання різьбових з'єднань

### 3.2. Будова і принцип універсального ударного ключа для розбирання різьбових з'єднань

Запропоноване обладнання може використовуватися для розбирання різьбових з'єднань, в яких має місце надмірне зчеплення між витками різьби за рахунок корозії різьбових поверхонь та заповнення простору між витками різноманітним забруднюючим матеріалом.





### Рисунок 3.4 – Універсальний ударний ключ для розбирання різьбових з'єднань

Універсальний ударний ключ складається з ковадла 1 (рис. 5.4.), в яке запресована вісь 2, на яку встановлюється ключ 3. В канавці ключа 3 розміщений виступ фіксатора 4 прикріпленого до ковадла 1 гвинтами 5. В різьбову частину ковадла 1 вкручується тяга 6 або напрямна 7, на яких розміщується ударник 8. На протилежному кінці тяги 6 встановлено диск 9. Для використання обладнання в режимі звичайного ключа з подовжувачем на ковадлі 1 встановлений замок 10.

Універсальний ударний ключ працює наступним чином. Залежно від розміру різьбової деталі вибирають з комплекту потрібний розмір ключа 3. Встановлюють вибраний ключ 3 на вісь 2, досилаючи його в сторону ковадла 1 до моменту входження виступу фіксатора 4 в канавку ключа 3.

Ключ встановлюють на гайку або головку болта так, щоб кут між ключем і важелем був близьким до прямого рівного 90 градусів (за такої умови при всіх решті однакових параметрах ключем буде передаватися максимальний крутний момент). По можливості тяга 6 встановлюється в близьке до вертикального положення, або в будь-яке інше положення зручне для переміщення ударника 8. Кінетична енергія ударника перетворюється в енергію удару в момент контакту торця ударника 8 з ковадлом 1, яке через вісь 2 діє на ключ 3 і обертає його разом з різьбовою деталлю, що відкручується. Удари наносять далі, орієнтуючи в зручне положення тягу 6 або представляючи ключ 3 на гранях різьбового елемента. Після зменшення протидії відкручуванню ударник 8 знімають з напрямної, а замок 11 пересувають у зачеплення з ключем 3 і фіксують ключ 3 відносно ковадла 1 замком 10. В такому варіанті обладнання працює як звичайний гайковий ключ з досить довгим важелем. При потребі ударник 8 можна використовувати як подовжувач напрямної 7, перемістивши його з виходом

за її кінець. Таким чином буде мати місце максимально можлива довжина плеча дії прикладеної сили.

### 3.3. Розрахунок елементів обладнання на міцність

Для розрахунку деталей універсальний ударного ключа на міцність потрібно спочатку прийняти вихідні дані. В основній маси ґрунтообробних машин розмір шестигранника болтів і гайок не перевищує 30 мм. Згідно з існуючими вимогами гайкові ключі слід виготовляти зі сталі марки 40ФА або 40Х з наступною термічною обробкою до твердості HRC 45. Максимальний крутний момент, який передається кільцевим ключем з розміром  $S = 30$  мм, має складати  $T_{\max} = 638$  Нм.

На рисунку 3.5 дано ескіз для розрахунку ключа. В січенні I-I на кільце діє колова сила  $P_k$ , яка старається його розірвати. Значення цієї сили визначаємо скориставшись наступною формулою:

$$P_k = T_{\max} / L, \text{ Н}, \quad (3.1)$$

де  $T_{\max}$  – максимальний момент кручення, який повинен передавати ключ даного розміру, Нм;

$L$  – плече, на якому діє колова сила, м.

Величину плеча дії колової сили визначаємо з виразу

$$L = S / 2 \cos 30^\circ, \text{ м} \quad (3.2)$$

де  $S$  – розмір ключа, м.

Мінімальну товщину кільця ключа визначаємо за формулою

$$e = P_k / [\sigma_p] \times h, \text{ м} \quad (3.3)$$

де  $[\sigma_p]$  – допустиме напруження розриву для сталі 45Х після гартування,  $[\sigma_p] = 342,3$  МПа

$h$  – товщина робочої частини ключа даного типорозміру, м

$$e = 36834 / 342,3 \times 10^6 \times 0,018 = 0,00597$$

Приймаємо мінімальну товщину кільця ключа  $e = 10$  мм.

Аналогічно рахуємо для решти ключів і результати розрахунків заносимо в таблицю 5.1.

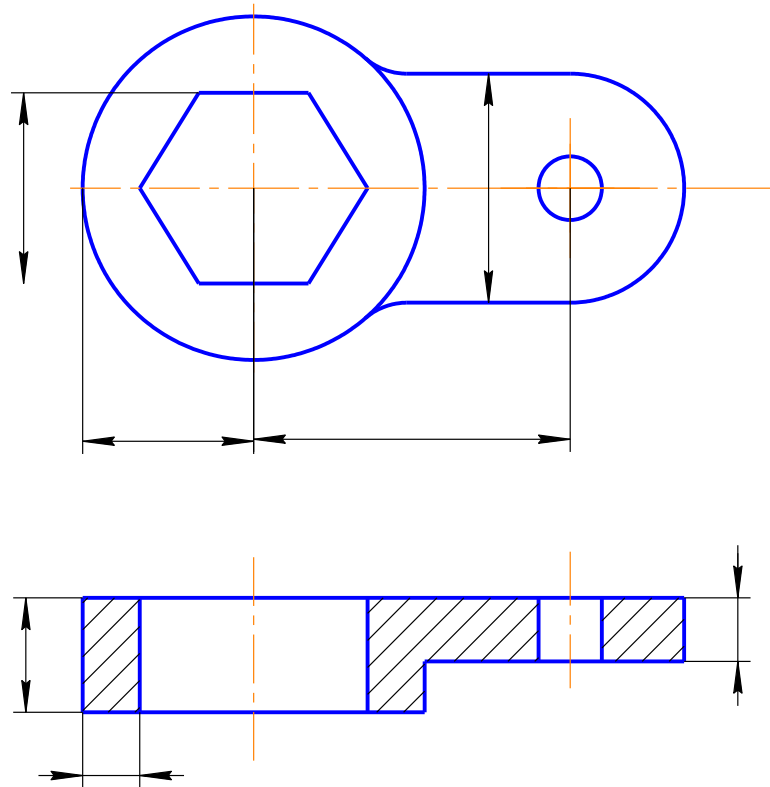


Рисунок 5.5 Схема для розрахунку ключа.

В таблиці 5.1 подано вихідні дані для розрахунку та результати розрахунку мінімальної товщини ключів різних розмірів.

Таблиця 3.1 Дані для визначення мінімальної товщини кільця ключа та його розрахункова товщина

Розмір граней ключа, мм	Момент кручення $T$ , Нм	Товщина робочої частини, мм	Колова сила $P_k$ , Н	Мінімальна товщина кільця $v$ , мм
30	638	18	36834	5,97
27	500	16	32074	5,85
24	350	14	25258	5,27
22	280	12	18652	4,54

19	196	9	17867	5,80
17	147	8	14977	5,46

Дані таблиця 3.1 будуть використані під час виготовлення конструкторської документації. Мінімальний діаметр отвору під вісь визначаємо скориставшись формулою:

$$d = 2 \times T_{\max} / L_1 \pi h_1 [\sigma_{3M}], \text{ м} \quad (3.4)$$

де  $L_1$  – плече дії колової сили, що створює момент кручення, м

$h_1$  – товщина приєднувальної частини ключа, м;

$[\sigma_{3M}]$  – допустиме напруження на зминання матеріалу ключа після його гартування до НРС 45,  $[\sigma_{3M}]_{40X} = 360$  МПа.

Проводимо розрахунок для ключа розміром  $S = 30$  мм

$$d'_{\min \text{ в}} = \sqrt{\frac{4 \times T_{\max}}{\pi \times [\tau_{3p}] L_1}}, \text{ м} \quad (3.5)$$

де  $[\tau_{3p}]$  – допустиме напруження зрізу матеріалу осі після гартування,  $[\tau_{3p}]_{40X} = 202$  МПа

$$d'_{\min \text{ в}} = \sqrt{\frac{4 \times 638}{3,14 \times 202 \times 10^6 \times 0,05}} = 0,008 \text{ м}$$

Отже діаметр осі ключа не повинен бути меншим ніж 8 мм.

Приймаємо діаметр осі ключа рівним 10мм.

## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Структурно-функціональний аналіз технологічних процесів складання та розбирання машин

Технологічний процес заміни вузлів і агрегатів включає наступні операції:

- миття і очищення деталей агрегатів і вузлів та кріпильних деталей;
- виконання допоміжних операцій для створення доступу до вузлів, що потребують заміни;
- готування і встановлення технологічного обладнання;
- виконання основних операцій заміни агрегатів і вузлів;
- контроль технічного стану агрегатів, вузлів та деталей;
- транспортування знятих вузлів деталей для їх заміни.

У процесі виконання вище перелічених операцій можуть виникати такі травмонебезпечні ситуації:

- під час миття, очищення деталей та зливання технологічних робочих матеріалів:
  - розбризкування мийного розчину або технологічних матеріалів і попадання їх на обличчя, руки та інші відкриті ділянки тіла;
  - загоряння мийного розчину на основі горючих матеріалів або технологічних рідин;
  - забруднення робочого місця;
- під час виконання допоміжних операцій для створення доступу до агрегатів і вузлів, що потребують заміни:
  - наявність на деталях відколи, зазубрин і стружки;
  - падіння деталей і складальних одиниць;
  - зіскакування ключів з граней гайок;

- підготовка і встановлення технологічного обладнання:
  - намотування одягу на обертові деталі обладнання (силовий гвинт);
    - затискання одягу або частин тіла елементами обладнання, падіння, перекидання обладнання;
      - наїзд мобільним обладнанням на перешкоди, виконавців робіт або на інших присутніх осіб;
  - виконання основних операцій заміни агрегатів і вузлів:
    - наявність на деталях відколів, зазубрин і стружки;
    - зіскакування ключів з граней гайок;
    - падіння деталей і складальних одиниць;
  - під час виконання основних операцій заміни агрегатів і вузлів:
    - зіскакування ключів з граней гайок;
    - наявність на деталях гострих кромek і відшарування металу;
    - падіння деталей зі стола;
  - під час контроль технічного стану агрегатів, вузлів та деталей:
    - випадання з рук мірного інструменту та пристроїв для дефектування;
      - неправильне використання інструментів та пристроїв;
  - під час транспортування знятих вузлів деталей для їх заміни:
    - падіння деталей і складальних одиниць з обладнання;
    - перекидання обладнання разом з транспортованими вузлами;
    - наїзд мобільним обладнанням на виконавців робіт або на інших присутніх осіб;
      - наїзд мобільним обладнанням на інше обладнання, автомобілі або їх складові частини;

#### Небезпечні умови операції (НУ):

- використання шкідливих для здоров'я мийних розчинів (НУ1):
- використання легкозаймистих речовин (НУ2):

- несправні інструменти (НУ3):
- несправне обладнання (НУ4):
- порушення вимог безпеки праці (НУ5):

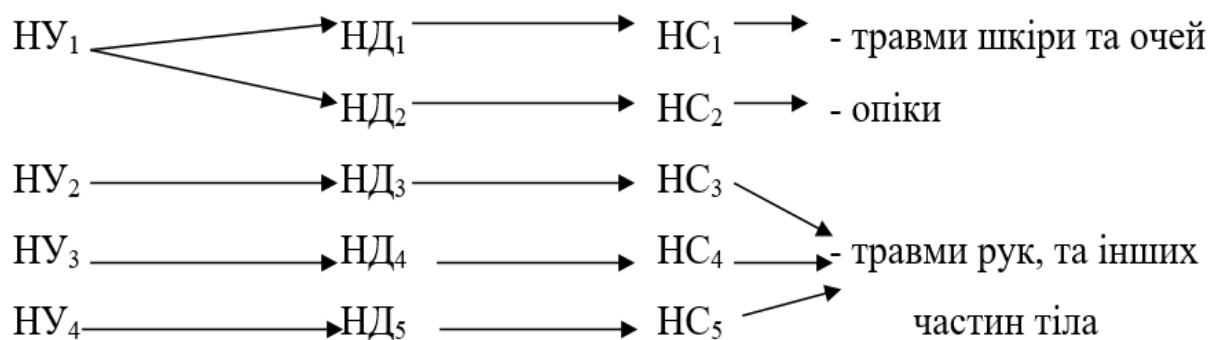
Небезпечні дії (НД):

- розбризкування мийного розчину, витікання технологічних рідин (НД1):
- користування інструментом, що спричинює іскроутворення, значний нагрів або відкритого полум'я, паління цигарок (НД2):
- та використання відкритого полум'я (НД3):
- потрапляння горючих матеріалів на нагріті деталі:
- використання несправного обладнання (НД5):

Небезпечна ситуація (НС):

- потрапляння агресивних речовин на шкіру та в очі (НС1):
- займання горючих речовин (НС2):
- зіскакування інструментів з деталей (НС3):
- падіння деталей, інструментів обладнання або непередбачена траєкторія їх руху (НС4):
- необачні або невмілі дії виконавця (НС5)

На підставі співставлення небезпечних умов операцій (НУ), небезпечних дій (НД), та небезпечних ситуацій (НС) складаємо модель процесу.



#### Рисунок 4.1 – Модель процесу ремонту плугів та іншої ґрунтообробної техніки

#### 4.2. Вимоги безпеки до території, приміщень, обладнання і виробничих процесів ремонтних підрозділів

Територія ремонтних майстерень, виробничих, санітарно-побутових та інших приміщень повинна відповідати технологічному процесу ремонтного виробництва та вимогам санітарних норм проектування. Поверхня має бути вирівняна й спланована так, щоб забезпечити відведення стічних вод до водостоків від будівель, майданчиків, проїздів та пішохідних доріжок. Ширина дороги для руху техніки і пішохідних доріжок до майстерні, санітарно-побутових, допоміжних і інших приміщень при одnobічному русі повинна бути на 1,8 м, а при двобічному - на 2,7 м більша за ширину сільськогосподарської машини. Ширина пішохідних доріжок має бути не менша 1,5 м.

Майданчики для зберігання автомобілів, тракторів, комбайнів та іншої сільськогосподарської техніки повинні бути рівними, з твердим покриттям (асфальт, бетон та ін.).

Виробничі процеси, які супроводжуються забрудненням робочої зони шкідливими речовинами (отруйні гази, пари, пил і т.д.), треба проводити в окремих приміщеннях, обладнаних вентиляцією.

Підлога в приміщеннях цехів повинна бути щільною, з твердим покриттям, зручним для очищення і ремонту. В приміщеннях, де користуються водою, підлогу влаштовують з похилом для стоку. На оглядових ямах та естакадах треба встановлювати напрямні для коліс автомобілів, тракторів і комбайнів, а також обладнувати з двох боків сходи для спуску в яму. На естакадах по всій довжині мають бути поручні висотою не менш як 1 м.



Усі зовнішні входи та виходи, в'їзди у виробничі приміщення обладнують тамбурами для запобігання протягам і тепловим завісам.

Дахи та карнизи будівель у зимовий час треба регулярно очищати від снігу та льоду.

Проходи між стелажми, полицями, шафами у складських приміщеннях повинні бути шириною не менше 1 м.

#### 4.3. Пожежна безпека

Для розробки протипожежних заходів потрібно провести аналіз можливих джерел загоряння на ділянці. Однією з причин пожежі може бути несправність електричних мереж. Щоб уникнути цього, потрібно привести у відповідність до потужності споживачів електричної енергії діаметру дроту електромереж. Живлення всіх споживачів повинно проводитися через систему захисту, яка включає плавкі запобіжники, автомати з біметалевими пластинами та магнітні пускачі. Всі мережі повинні бути проведені в захисних трубопроводах, а з'єднувальні коробки мають бути герметично закритими. В місцях підведення до споживачів провідники мають бути захищені в армовані рукави.

Основним завданням запобігання пожеж та вибухів є усунення причин, що сприяють утворенню горючого і вибухонебезпечного середовища в виробничому приміщенні. В приміщеннях виробничих підприємств горючі та легкозаймисті речовини можуть з'явитися через підтікання мастил та палива.

Можливими джерелами запалювань можуть бути іскріння в місцях пошкоджень ізоляції електропроводки, розбризкування крапель розплавленого металу при проведенні зварювальних робіт, перегріві проводів струму і т. д.

У виробничих приміщеннях ремонтних підприємств необхідно дотримуватися:

- забезпечення справності електропроводки; - захисту щитками розподільчих і пускових запобіжних пристроїв; - встановлення іскрозахисних щитів біля місць встановлення і роботи зварювальних і наплавлювальних установок і пальників; - збору в спеціальні ємності залишків пального і мастильних матеріалів та інших горючих матеріалів; - зберігання пожеже і вибухонебезпечних речовин і матеріалів в спеціально обладнаних шафах в герметично закритій тарі; - використання спеціальних контейнерів для промасленого ганчір'я; - вимог пожежної безпеки при виконанні газозварювальних робіт та нагріванні деталей відкритим полум'ям та на горні.

На ділянці має бути вся інформація про шляхи виходу під час пожежі, наявність засобів пожежогасіння. Робочі місця мають бути оснащені відповідними інструкціями.

## 5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВИКОРИСТАННЯ КЛЮЧА УДАРНОЇ ДІЇ

Під час ремонту ґрунтообробної техніки виконується велика частина ручних робіт в процесі розбирання знарядь. Запропонований в даному дипломному проекті пристрій дає змогу скоротити тривалість операцій розбирання завдяки відкручуванню важко розбірних різьбових з'єднань без виконання додаткових операцій (їх нагріву, обстукування і т. д.)

Розрахунковий економічний ефект від запровадження ключа ударної дії визначаємо за формулою [1]:

$$E_p = V_p - Z_p, \text{ грн.} \quad (5.1)$$

де,  $V_p$  - вартісна оцінка результатів, які отримані за розрахунковий період, грн.;

$Z_p$  - вартісна оцінка витрат, що пов'язані з використанням пристрою за розрахунковий період, грн.;

При розрахунку береться до уваги строк служби пристрою  $t$ , а вартісну оцінку результатів, які отримані за період використання визначаємо за формулою [34]:

$$B = \sum_{t=i^n}^{t=i^k} B_t * \alpha_t ; \text{ грн.} \quad (5.2)$$

де,  $B_t$  - вартісна оцінка результатів в  $t$ -тому році розрахункового періоду, грн.;

$t_n$  - початковий рік розрахункового періоду;

$t_k$  - кінцевий рік розрахункового періоду;

$\alpha_t$  - коефіцієнт зведення до розрахункового року.

Вартісна оцінка результатів в  $t$ -тому році визначається за формулою [ 34 ]:

$$B_t = C_t * A_t * P_t, \text{ грн.} \quad (5.3)$$

де,  $C_t$  - економія коштів на операціях відновлення деталей;

$A_t$  - кількість одиниць використовуваних пристроїв в даному році;

$\Pi_t$  - загальна річна програма відновлення комплектів робочих органів ґрунтообробних машин.

Коефіцієнт зведення до розрахункового року визначаємо за формулою [34]:

$$\alpha_t = (1 + E_n)^{t_h - t}; \quad (5.4)$$

де,  $E_n$  - норматив зведення різночасових витрат і отримання результатів, що чисельно прирівнюються до нормативу ефективності номінальних вкладень,  $E_n = 0,1$ ;

$t_p$  - розрахунковий рік;

$t$  - рік, затрати якого зводяться до розрахункового року.

Результати розрахунків заносимо в таблицю 7.1.

Розрахункові дані для визначення економічного ефекту визначаємо за наступною методикою:

Економію коштів на операціях розбирання та складання визначаємо за формулою [1,27]:

$$Ц = C_p * (t_1 - t_2), \text{ грн.} \quad (55)$$

$C_p$  - середня годинна тарифна ставка робітників,  $C_p = 51,38$  грн/год.;

$t_1$  - середня трудомісткість операцій розбирання і складання за існуючою технологією,  $t_1 = 3,48$  люд. год.;

$t_2$  - трудомісткість операцій розбирання і складання з використанням розробленого пристрою  $t_2 = 2,94$  люд. год.;

$$Ц = 51,38 (3,48 - 2,94) = 27,7 \text{ грн.}$$

Вартісна оцінка результатів в 2024 році за річної програми  $\Pi_{2024} = 676$  шт. становитиме:

$$B_{2024} = 27,7 * 1 * 676 = 18725 \text{ грн.}$$

Зважаючи на щорічне збільшення програми на три відсотки, програма в 2025 році становитиме

$$П_{2025} = 676 * 1,03 = 696 \text{ шт.};$$

Аналогічно проводимо розрахунки для решти років і результати заносимо в таблицю 5.1.

Вартісну оцінку витрат визначаємо за формулою [27,34]:

$$З_p = \sum_{e=1}^{e=e} Z_t * \alpha_t, \text{ грн.} \quad (5.6)$$

де  $Z_t$  - величина витрат в t-тому році, грн.

Для першого розрахункового року вартісну оцінку витрат визначаємо з виразу [1,27,33,34]:

$$Z_{2024} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6, \text{ грн.} \quad (5.7)$$

де  $C_1$  - вартість виготовлення конструкторської та технічної документації,

$C_1 = 3000$  грн;

$C_2$  - вартість матеріалів на комплект,  $C_2 = 405$  грн;

$C_3$  - вартість комплектуючих,  $C_3 = 90$  грн;

$C_4$  - вартість виготовлення деталей,  $C_4 = 8200$  грн;

$C_5$  - вартість складальних, монтажних, налагоджувальних і випробувальних робіт,  $C_5 = 420$  грн;

$C_6$  - витрати на організацію і підготовку виробництва за новою технологією,

$C_6 = 800$  грн.

Значення показників  $C_1...C_6$  прийняті на підставі експертних оцінок спеціалістів майстерень, що займається виготовленням нестандартного обладнання та працівників кафедри агроінженерії та технічного сервісу ЛНУП.

$$C_{2024} = 3000 + 405 + 90 + 8200 + 420 + 800 = 12915 \text{ грн.}$$

Для решти років вартісну оцінку витрат визначаємо за формулою

$$Z_t = C_e * \alpha_t, \text{ грн.} \quad (5.8)$$

де  $C_e$  - розрахункові експлуатаційні витрати на підтримання пристрою в працездатному стані, грн.

$$C_e = \eta * C_n, \text{ грн.} \quad (5.9)$$

де  $\eta$  - частка початкової вартості обладнання, необхідна для підтримання його працездатному стані,  $\eta = 0,1$  [1];

$$C_e = 0,2 * 12915 = 2583 \text{ грн.}$$

$$Z_{2025} = 2583 * 0,9091 = 2348 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.1 - Показники економічної ефективності від використання ключа ударної дії

Показники	Роки використання пристрою						Разом
	2024	2025	2025	2027	2028	2029	
$\Pi_t$ - річна програма, шт.	696	717	738	761	783	807	7016
$\Pi_t$ -економія коштів, грн.	27,7	25,2	22,9	20,8	18,9	17,2	
$\alpha_t$ - коефіцієнт приведення до розрахункового року	1	0,9091	0,8264	0,7513	0,683	0,6209	
$B_t$ -вартісна оцінка результатів, грн.	19279	18052	16903	15828	14820	13877	98759
$Z_t$ - вартісна оцінка витрат, грн.	2583	23482	2135	1941	1764	1603	12374
$E_t$ -економічний ефект, грн.	16696	16696	15704	14768	13887	13056	86385

Підставивши результати розрахунків у формулу (5.1) отримаємо значення економічного ефекту

$$E = 98759 - 12374 = 86385 \text{ грн}$$

Строк окупності запропонованого обладнання визначаємо за формулою

[1,34]:

$$T_{\text{ок.}} = \frac{\sum z_t}{\sum E} * 6, \text{ років} \quad (5.10)$$

$$T_{\text{ок.}} = (12374 / 86385) * 6 = 0,86 \text{ року}$$

Отже, строк окупності пристрою буде трохи більшим 10 місяців.

Сумарний економічний ефект за розрахунковий період у шість років становитиме понад 86 тисяч гривен.

## ВИСНОВКИ

1. В останні роки постійно збільшується номенклатура тракторних плугів, які надходять до виробників сільськогосподарської продукції. При цьому нові сучасні моделі мають можливість придбати лише великі агрофірми, а фермери, як правило купують вживану техніку.

2. В аграрному виробництві склалася така ситуація, що фізичні та юридичні власники ґрунтообробної техніки не мають потрібної матеріальної бази для її якісного ремонту, який потребує використання ковальського, зварювально-наплавлювального та спеціального технологічного обладнання. Тому в господарства виконують в основному роботи з розбирання та складання плугів, щоб замінити певні деталі.

3. Практика використання плугів свідчить про те, що часто необхідно частково або повністю розібрати плуг щоб усунути наявні дефекти деталей. Під час розбирання плугів використовуватися різноманітні інструменти, але не завжди забезпечується висока ефективність процесу ремонту

4. Запропонований ключ ударної дії для розкручування різьбових з'єднань може бути використаний не лише під час ремонту ґрунтообробних машин, але й для розбирання будь-яких різьбових з'єднань з різним технічним станом, забезпечивши необхідне зусилля і зручність його використання.

5. Про доцільність виготовлення і запровадження у виробництво розроблених пристроїв свідчить економічний ефект, який за перший рік використання становитиме 16696 грн. та строк окупності обладнання менше десяти місяців.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аветісян В.К., Бантковський В.А., Луценко А.П.. Економіка ремонтного підприємства. Харків: ХНТУСГ, 2005 - 389 с.
2. Андрійчук В.Г. Економіка аграрних підприємств: Підручник. 2-е вид., доп. і перероблене. / В.Г. Андрійчук. К.: КНЕУ, 2002. 624с.
3. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини : навч. посіб. Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Волянський М.С. , Мартишко В.М. , Гуменюк Ю.О. – Київ : «Агроосвіта», 2017. – 180 с.
4. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини: підручник. Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агроосвіта», 2015. – 679 с.
5. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник. Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.
6. Гевко Р.Б. Машини сільськогосподарського виробництва. Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г., Павх І.І. – Тернопіль, 2005. – 228 с.
7. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання. А. В. Гайдамака. – Харків : НТУ «ХП», 2020. – 275 с.
8. Деталі машин. Розрахунок та конструювання: підручник. Г. В. Архангельський, М. С. Воробйов, В. С. Гапонов, О. І. Дубинець, О. І. Пилипенко, А. В. Гайдамака, С. Л. Панов, А. С. Столбовий. – Київ : Талком, 2014. – 684 с.
9. Івашина М.Б. Машиновикористання в землеробстві. Навчально-методичний посібник. М.Б. Івашина. – НМЦ, 2003. – 159 с.
10. Ковальчук Ю.Г. Формування сільськогосподарських вмінь в учнів сільських шкіл у процесі технологічної підготовки. Психолого-педагогічні проблеми сільської школи. – Вип. 54, 2016. – С. 45-52.

11. Кошук О.Б. Сільськогосподарські і меліоративні машини: Навчальний посібник . Кошук О.Б., Лузан П.Г., Мося І.А., Герлянд Т М., Романов Л. А. – К. : ІПТО НАПН України, 2015. – 291 с.
12. Курмаз Л. В. Основи конструювання деталей машин: навч. Посібник. Л. В. Курмаз. – Харків : Видавництво «Підручник НТУ ХП», 2010. – 532 с.
13. Павлине В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. К.: Вища школа, 1993 – 556 с
14. Практикум з ремонту машин. Технологія ремонту машин, обладнання та їх складових частин. Том 2. Сідашенко О.І., Тіхонов О.В., Скобло Т.С., та інші./ За ред. О.І.Сідашенко, О.В. Тіхонова. Навчальний посібник. – Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018 – 491с.
15. Ружицький М.А., Машиновикористання в землеробстві. Методичні рекомендації. Уклад. М.А. Ружицький, В.Ф.Ляшенко, М.Б. Івашина. – НМЦ, 2003. – 143 с.
16. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: підручник / [Сідашенко О.І.та ін.]; за ред. проф. О.І.Сідашенка, О.А.Науменка. К.: Агроосвіта, 2014. -665 с.
17. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання. Підручник./ О.І.Сідашенко, О.А.Науменко, Т.С. Скобло, О.В.Тіхонов та ін. За ред. О.І.Сідашенка, О.А.Науменка. – Х.: «Міськдрук», 2010. – 744с
18. Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій./ Сідашенко О.І., Тіхонов О.В., Лузан С.О. та інші. Навч. Посібник – Харків: ХНТУСГ, 2017. – 361 с.
19. Черновол М.І. Надійність сільськогосподарської техніки. - Кіровоград: Код, 2010 - 320 с
20. Чухрай В. Є. Обґрунтування технологічних параметрів обладнання для операцій розбирання-складання машин в умовах ремонтної

бази їх власників. Механізація та електрифікація сільського господарства. Випуск 83. Наукове видання. Глеваха, 2000 – с. 234-238.

21. Чухрай В. Є., Кулинич І. Я. Механізація складання різьбових з'єднань/ Вісник Львів. держ. агр. ун-ту: Агроінженерні дослідження (№4). – Львів, 2000. – 207 с.

22. Чухрай В.Є. Блауцяк О.І. Результати порівняльного аналізу різних технологій розбирання і складання шпилькових з'єднань / Теорія і практика розвитку АПК: Матеріали міжнар. Наук.-практ. Форуму (19-20 вересня 2006 р.) Т.”. - Львів: ЛДАУ, 2006. – С.362-367

23. Чухрай В.Є. Визначення кількості можливих варіантів послідовностей виконання операцій розбирання об'єкта ремонту / Інженерія аграрного виробництва у вимірах бережливості. Колективна монографія. За ред. О.Д. Семковича, О.В. Сидорчука, І.М. Лиса, С.Й. Ковалишина. Львів: Львів. держ.аграр.університет. 2006. – С. 267-290

24. Чухрай В.Є. Киричинська І.Б. Розрахунок кількості варіантів послідовності виконання операцій розбирання об'єктів ремонту. Вісник Львівського державного аграрного університету: Агроінженерні дослідження. Львів: Львівський держ. аграр. ун-т. 2006.- №10. –С 189-196.

25. Чухрай В.Є. Моделювання процесів розбирання і складання об'єктів ремонту Вісник Львівського державного аграрного університету: Агроінженерні дослідження. Львів: Львівський держ. аграр. ун-т. 2005.- №9. - С.326-343

26. Чухрай В.Є. Оптимізація процесів розбирання і складання об'єктів ремонту. Вісник аграрної науки. – 2006 Спеціальний випуск, серпень . – С. 114-121

27. Чухрай В.Є. Структурно-логічний аналіз процесів ремонту машин. Теорія і практика розвитку АПК: Матеріали міжнар. Наук.-практ. Форуму (19-20 вересня 2006 р.) Т.”. - Львів: ЛДАУ, 2006. – С.349-352