

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМ. ПРОФЕСОРА О.Д. СЕМКОВИЧА**

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **„Вдосконалення процесу ремонту автомобільних коробок передач
з розробкою стенда для їх демонтажу”**

Виконав: студент групи Аін-41

Спеціальності 208 „Агроінженерія”

(шифр і назва)

Мазур Петро Петрович

(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., в.о. доц. Левчук О.В.

(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2023

УДК 631.3. – 635.21

Вдосконалення процесу ремонту автомобільних коробок передач з розробкою стенда для їх демонтажу. Мазур П.П. – Кваліфікаційна робота. Кафедра агроінженерії та технічного сервісу ім. проф. О. Семковича, Дубляни, Львівський НУП, 2023.

43 с. текст. част., 10 рис., 26 джерел, 5 аркущів ілюстраційного матеріалу.

Запроектовано вдосконалену технологію розбирання-складання і монтажу коробок передач вантажних автомобілів з використанням розробленого стенда для виконання даної операції.

Застосування даної розробки дає можливість роботи з коробками передач різних моделей вантажних автомобілів з мінімальними затратами ручної праці.

Розроблено питання охорони праці та безпеки виробництва.

Виконане економічне обґрунтування ефективності роботи розробленого стенда.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЙ РОЗБИРАННЯ І РЕГУЛЮВАННЯ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ.....	8
1.1. Будова і принцип дії коробки передач.....	8
1.2. Розбирання коробки передач на вузли	14
1.3. Розбирання вузлів коробки передач	16
2. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ СТЕНДА ДЛЯ ДЕМОНТАЖУ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ.....	20
2.1. Аналіз існуючих пристроїв для демонтажу – монтажу коробок передач.....	20
2.2. Конструкція і принцип дії запропонованого стенда для демонтажу коробок передач.....	21
2.3. Розрахунок основних деталей стенда.....	22
2.3.1. Розрахунок передачі гвинт-гайка.....	22
2.3.2 Розрахунок зусилля робітника на ручці.....	24
2.3.2. Розрахунок міцності осей.....	25
3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	26
3.1. Структурно-функціональний аналіз травмонебезпечних ситуацій впродовж виконання робіт.....	26
3.2. Моделювання виникнення травм та аварій.....	28
3.3. Розробка логічно-імітаційної моделі травм на виробництві.....	29
3.4. Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	33
4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОГО СТЕНДА.....	35
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ.....	39
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	40

ВСТУП

Розбирання, складання і регулювання вузлів і агрегатів машин під час технічного обслуговування і ремонту - дуже важливий технологічний процес, який має великий вплив, на основні показники виробництва - продуктивність і якість ремонту машин.

Дослідженнями встановлено, що при неякісному розбиранні і складанні деталей сучасних машин ресурс їх знижується на 20...50%.

Інженерний аналіз технологій розбирання-складання деталей машин показав ряд недоліків. А саме наявність різних типів обладнання для виконання однакових операцій для різних об'єктів, а також висока вартість існуючого обладнання. Саме тому ми вирішили здійснити конструктивний пошук в даному напрямку.

Об'єктом вдосконалення є стенд для демонтажу коробок передач автомобіля ЗІЛ-130.

1. ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЙ РОЗБИРАННЯ І РЕГУЛЮВАННЯ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ.

1.1. Будова і принцип дії коробки передач.

Коробка передач (Рис. 1.1., 1.2.) - механічна, триходова, має п'ять передач для руху вперед і одну для руху назад; п'ята передача пряма. Коробка має два інерційних синхронізатора для включення другої і третьої, четвертої й п'ятої передач.

Коробка прикріплена до картера зчеплення на чотирьох шпильках, вкручених в картер. Центрування коробки здійснюється по фланця кришки 4 заднього підшипника первинного вала. Первинний вал 1 розміщений на двох кулькових підшипниках. Передній підшипник встановлений в розточці фланця колінчастого вала, задній 2 – в передній стінці картера коробки передач. Задній підшипник має захисну шайбу, від осьових переміщень зафіксований стопорними кільцями, встановленими в канавках на шийці первинного вала і на зовнішньому кільці підшипника 2. Для усунення попадання масла в зчеплення в крищі 4 заднього підшипника первинного вала є гумова манжета.

Передній кінець вторинного валу 34 спирається на роликівий підшипник 51, задній кінець - на кульковий підшипник 21, закріплений стопорним кільцем 29 в стінці картера. Проміжний вал встановлений на двох підшипниках. Передній роликівий підшипник встановлений в передній стінці картера коробки. Стопорне кільце 48 обмежує можливість переміщення зовнішнього кільця підшипника.

Отвір під підшипник в картері закривається заглушкою 47, яку встановлюють на фарбі. Задній кульковий підшипник 31 має захисну шайбу і максимально заповнений кульками для збільшення терміну його служби; підшипник закріплений стопорним кільцем 32. Блок 57 зубчастих коліс заднього ходу обертається на двох роликівих підшипниках 54, встановлених на нерухомій осі 56. Підшипники коробки передач регулювання не вимагають. Шестерні первинного вала 1 і колеса 45 приводу проміжного вала, колеса четвертої (7 і 41), третьої (8 і 39) і другої (18 і 35) передач косозубі і

знаходяться в постійному зачепленні між собою; інші зубчасті колеса прямозубі. Зубчасті колеса 7, 8 і 18 відповідно четвертої, третьої та другої передач вільно обертаються на відповідних шейках вторинного вала. Втулка 6 стопориться від провертання на валу штифтом. Для запобігання заїдання і забезпечення надійного змазування при роботі деталей сталь по сталі шийка вала і зовнішня поверхня втулки мають спеціальну 75 форму у вигляді виступів і западин; поверхню цих деталей фосфатують а фосфатний шар просочений спеціальним складом, що запобігає заїдання в період припрацювання. При такій установці зубчастих коліс на вторинному валу необхідно строго дотримувати відповідність застосовуваного масла вимогам карти змащування. застосування інших масел або забрудненої олії може викликати заїдання зубчастих коліс на шийках вторинного вала і втулки. Зубчасті колеса на шийках валу закріплені в осьовому напрямку замковими кільцями 37 і 43. Опорні шайби 36 і 42 зубчастих коліс четвертої та другої передач мають шліцьові з'єднання з валом. Для безударного включення другої і третьої, четвертої і п'ятої передач в коробці передач встановлені два синхронізатора інерційного типу; зубчасті колеса мають конуси для роботи з синхронізаторами. Наявність синхронізаторів ви можете переключатися передач і збільшує термін служби коробки передач. У правій стінці картера є нарізна пробка 59 контрольно-заливного отвору, через яке заправляють коробку передач маслом при відсутності коробки відбору потужності. При наявності коробки відбору потужності масло заливають через пробку в коробці відбору потужності.

В обох випадках масло заливають до рівня контрольно-заливного отвору в коробці передач. У лівій стінці картера внизу є зливний отвір, закривається різьбовою пробкою 60, яка забезпечена магнітом, який притягує дрібні частинки металу, що потрапили в масло.

За особливою вимогою на автомобілі може бути встановлена тягова лебідка. В цьому випадку для її приводу на люку коробки передач встановлюють коробку відбору потужності. Відбір потужності здійснюють від переднього вінця блоку 57 зубчастих коліс передачі заднього ходу. Механізм перемикання передач розміщений в кришці I коробки передач. Картер важеля

66 з важелем 68 перемикає передачі, проміжним важелем 69 включення першої передачі і заднього ходу знімний, встановлюється по втулкам 12. Наявність проміжного важеля 69 зменшує хід важеля перемикає передачі при включенні першої передачі і заднього ходу, внаслідок чого хід важеля для включення всіх передач однаковий. Проміжний важіль 69 блокується в нейтральному положенні пальцем запобіжника 62, розміщеного в стінці кришки 11 коробки передач.

Для того щоб включити першу передачу або передачу заднього ходу, необхідно важелем 68 через палець проміжного важеля і палець запобіжника стиснути пружину запобіжника до упору, потім перевести важіль 68 в положення, що відповідає положенню важеля при включенні першої передачі або передачі заднього ходу. Щоб зняти картер важеля коробки передач, необхідно попередньо вивернути корпус запобіжника 62 на 8 ... 9 оборотів. Стрижні 71, 72 і 73 перемикає передачі положенні фіксаторами, що складаються з кульки 14 і пружини 13; на стрижнях передбачені канавки під кульки.

Для запобігання від випадкового включення одночасно двох передач є замкове пристрій, що складається з штифта 15 і двох пар кульок 16 при переміщенні будь-якого стрижня два інших замикаються кульками, які входять до відповідних канавки на стрижнях.

При включенні синхронізованою передачею відбувається наступне: каретка 2 (рис. 40) синхронізатора вилкою переміщується в бік зубчастого колеса передачі, що включається. При цьому рух каретки через три фіксатора передається конусним кільцям 3 синхронізатора, які жорстко зв'язані між собою за допомогою трьох блокуючих пальців 1. Конусне кільце впирається в конус шестерні.

Через відмінності кутових швидкостей елементів, що перемикаються (зубчасте колесо і каретка синхронізатора) і під дією осьового тиску, переданого за допомогою фіксаторів, які утримують каретку від вільного осьового переміщення, на конічній поверхні виникає момент тертя. Під дією моменту тертя каретка зміщується відносно блоку конусних кілець до упору в

блокуючу поверхню пальців 1. Наявність пальців перешкоджає осьовому переміщенню каретки щодо блоку кілець до моменту вирівнювання окружних швидкостей елементів, що перемикаються (відбувається синхронізація). Після вирівнювання окружних швидкостей елементів блокують поверхні пальців 1 не перешкоджають осьовому переміщенню каретки щодо блоку кілець, і передача включається без шуму і удару.

Для нормальної роботи синхронізаторів і попередження передчасного зношування кілець треба правильно і своєчасно регулювати вільний хід педалі зчеплення .. Якщо зчеплення «веде», то перемикавання передач стає скрутним. У разі включення синхронізованих передач з шумом слід негайно з'ясувати причину несправності й усунути її.

Для запобігання витікання масла з коробки передач місце виходу вторинного вала ущільнений гумовою манжетою 28 з рисою в ліву сторону (Рис. 1.2.), а на первинному валу маєсся манжета 52 з рисою в праву сторону. Напрямок насічки показано стрілкою на манжеті. Для того щоб вода не потрапляла в коробку передач при подоланні бродів, місце установки в коробці важеля перемикавання ущільнено гумовим чохлам зі стяжними хомутами, а поверхні стику картера коробки передач з картером зчеплення, а також кришки коробки, люків і підшипників ущільнені спеціальної ущільнюючої пастою. При виконанні всіх видів робіт, пов'язаних з розкриттям та розбиранням коробки передач, при її складанні необхідно застосовувати ущільнювальну пасту. Для запобігання підвищенню тиску в коробці передач або появи в ній розрідження при коливаннях температури внутрішня порожнину коробки з'єднується з атмосферою через вентиляційну трубку 22, встановлену на задній стінці кабіни.

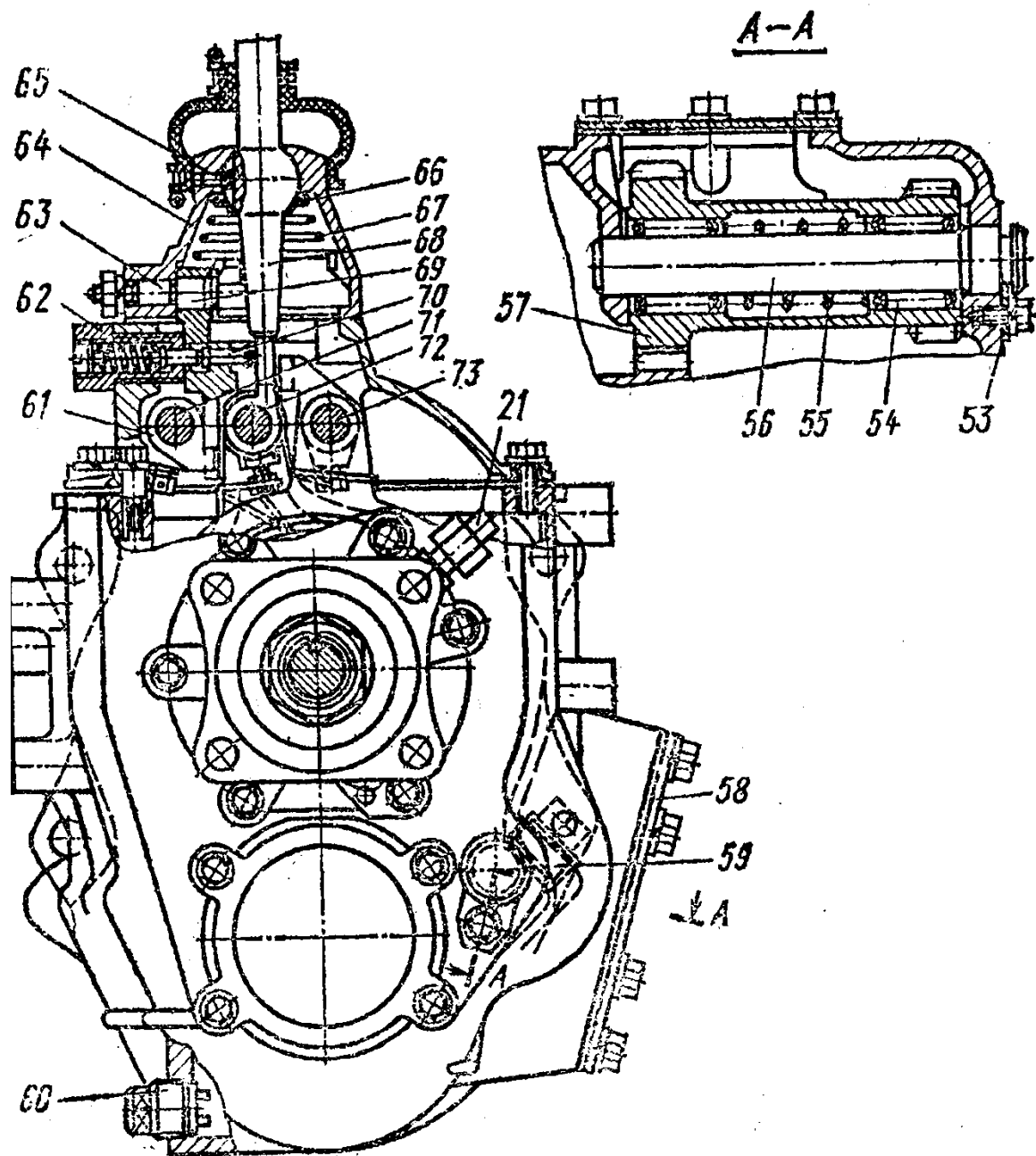


Рис.1.1. Коробка передач ЗІЛ-130 (поперечний розріз)

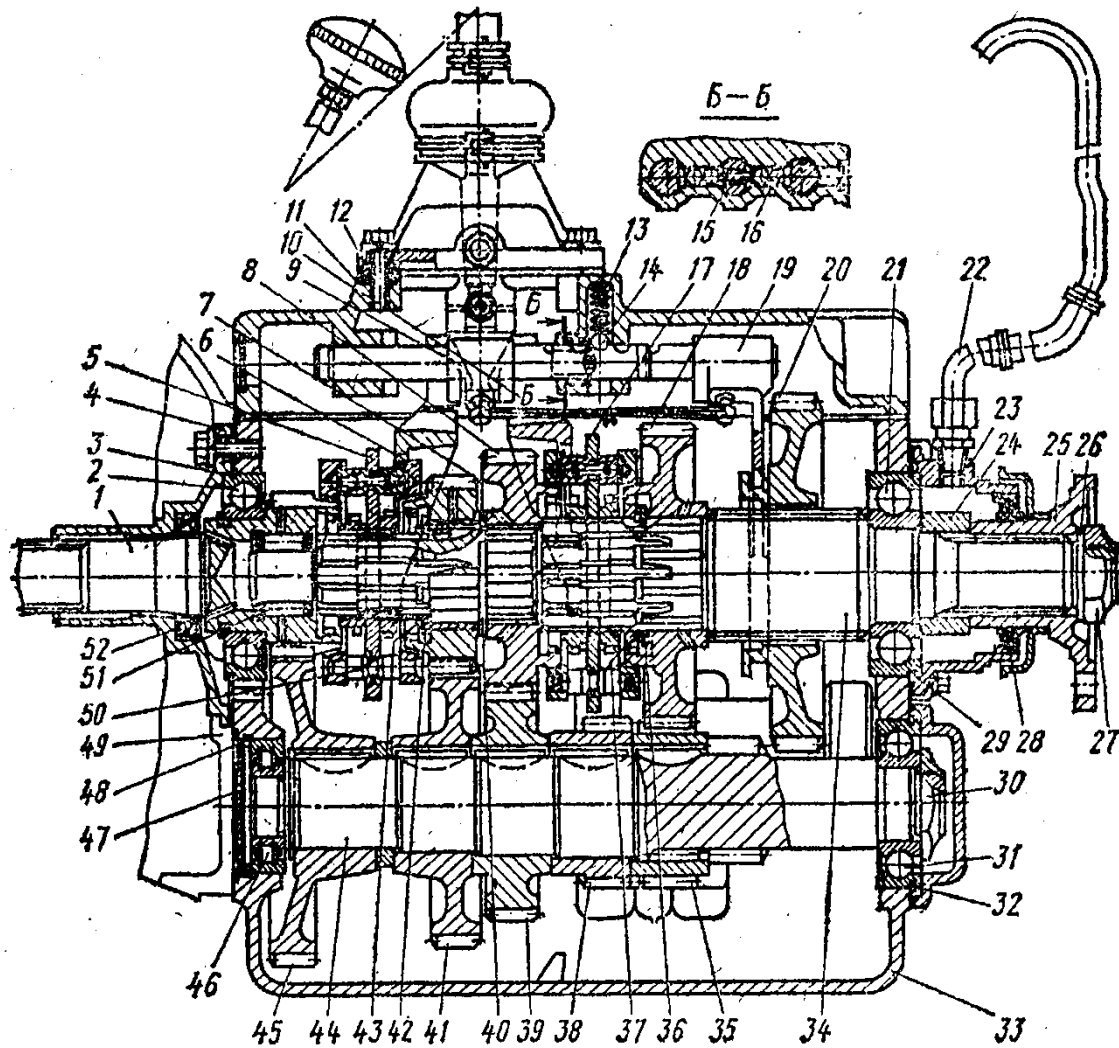


Рис.1.2. Коробка передач ЗІЛ-130 (поперечний розріз):

1 первинний вал; 2, 21, 31, 46 і 54 - підшипники; 5, 29, 32 і 45 - стопорні кільця; 4 - кришка заднього підшипника первинного вала; 5 – синхронізатор четвертої та п'ятої передач; 6 - втулка; 7 і 41 - зубчасті колеса четвертої передачі; 8 і 39 - зубчасті колеса третьої передачі; 9 – вилка перемикачів четвертої і п'ятої передач; 10 - вилка перемикачів другої і третьої передач; 11 - кришка коробки передач; 12 - установка втулки; 13 - пружина фіксатора; 14 - кулька фіксатора; 15 - штифт замка; 16 - кульки замку; 17 синхронізатор другої і третьої передач; 18 і 35 – зубчасті колеса другої передачі; 19 - вилка перемикачів першої передачі і передачі заднього ходу; 20 - колесо першої передачі і передачі заднього ходу; 22 - вентиляційна трубка; 23 - кришка підшипника вторинного вала; 24 - розпірна втулка; 25 - фланець з відбивачем; 26 - шайба; 27 - гайка фланця вторинного вала; 28 і 52 - манжети; 30 - гайка проміжного вала; 33 - картер коробки передач; 34 - вторинний вал; 36, 40 і 42 - опорні шайби; 37 і 43 -

замкові кільця; 38 - зубчасте колесо передачі заднього ходу проміжного валу; 44 - проміжний вал; 45 - зубчасте колесо приводу проміжного валу; 47 - заглушка; 49 – картер зчеплення; 50 - каретка синхронізатора; 51 - роликівий підшипник; 53 - стопорна пластина; 55 і 67 - пружини; 56 - нерухома вісь блоку зубчастих коліс; 57 - блок зубчастих коліс передачі заднього ходу; 58 - кришка люка для коробки відбору потужності; 59 - пробка контрольно-заливного отвору; 60 - пробка з магнітом зливного отвору; 61 – головка стрижня перемикавання першої передачі і передачі заднього ходу; 62 - запобіжник виключення першої передачі і передачі заднього ходу; 63 - вісь проміжної важеля; 64 - корпус опори важеля; 65 - фіксатор важеля; 66 - опора важеля; 68 - важіль перемикавання передач; 69 – проміжний важіль; 70 - упор; 71, 72 і 73 - стрижні перемикавання відповідно першій передачі і передачі заднього ходу, четвертої та п'ятої передач, другий і третьої передач

При обслуговуванні коробки передач слід перевіряти кріплення коробки до картера зчеплення, а також кріплення коробки відбору потужності (при її наявності), підтримувати нормальний рівень масла в коробці передач і своєчасно змінювати його відповідно до карті змазування. Масло треба застосовувати тільки тієї марки, яка вказана в карті змазування. При зміні масла необхідно очищати магніт зливної пробки і промивати вентиляційну трубку, засмічення якої може викликати підвищення тиску в картері коробки передач, що призводить до підтікання масла.

При розбиранні коробки передач треба перевіряти надійність стопоріння і затягування гайок 27 і 30; момент затягування повинен бути не менше $250 \text{ Н} \cdot \text{м}$ ($25 \text{ кгс} \cdot \text{м}$). стопоріння зазначених гайок здійснюють втискуванням тонкого краю гайки в паз валу. Вдавлювати край гайки в паз вала слід оправкой, яка може бути виготовлена з зубила скругленням його гострого кінця радіусом близько 3-мм. Відкручувати гайки слід ключем з великим плечем без попереднього виправлення вдавненого краю гайки.

1.2. Розбирання коробки передач на вузли

Для розбирання коробки передач на вузли використовують поворотний

стенд (Рис. 1.3.), на якому можна одночасно встановити п'ять коробок передач. 1 коробку передач фіксують на стенді затискачами 2 і 3. Ручка 4 дозволяє повертати коробку передач у зручний для розбирання положення.

Відкрутивши болти 15 і 21 з пружинними шайбами 6, знімають механізм перемикачів коробки передач і прокладку 23. Для зняття правої і лівої бічних кришок 7 з прокладками 3 відкручують Г-подібним ключем по шість болтів 5 з пружинними шайбами 6.

Для демонтажу ведучого вала 11 відкручують болти 17, що кріплять кришку 15 підшипника коробки передач, знімають кришку і прокладку 8 кришки. За допомогою оправлення з м'якого металу і молотка зміщують вперед привідний вал 11 з підшипником 12 так, щоб вони вийшли з гнізда картера 1 коробки передач і виймають роликові підшипники 10 з шестерні ведучого вала, попередньо знявши стопорні кільця 9.

Ведений вал 54 коробки передач з підшипником зміщують назад з картера 1 за допомогою оправки з м'якого металу і молотка так, щоб кульковий підшипник вийшов з гнізда в картері коробки передач, і знімають синхронізатор 42 четвертої та п'ятої передач знімачем знімають кульковий підшипник 59 веденого вала, а рукою - привідні шестерні 61 і 67 приводу спідометра. З кулькового підшипника 59 за допомогою двох викруток або знімача знімають стопорне кільце 60. Піднімаючи передній кінець картера 1 коробки передач, виймають ведений вал 54 в зборі з шестернями і шестерню 53 першої передачі.

Для зняття блоку шестерень заднього ходу вивертають стопорний болт 5 осі заднього ходу, знімають пружинну шайбу і стопор 22 осі.

Знімачем знімають вісь 21 блоку шестерень заднього ходу і виймають з картера 1 блок шестерень 18 з роликовими підшипниками 19. З блоку шестерень виймають роликові підшипники 19 і розпірну втулку 20.

Відкрутивши чотири болта 17 з пружинними шайбами 6, знімають кришку 24 заднього підшипник проміжного валу з прокладкою 26. Попередньо відігнувши завальцованну частину, відкручують гайку 25 заднього підшипника проміжного вала. За допомогою оправки з м'якого металу і молотка

спресовують проміжний вал 29 назад настільки, щоб задній кульковий підшипник 28 і передня шийка вала вийшли зі своїх гнізд.

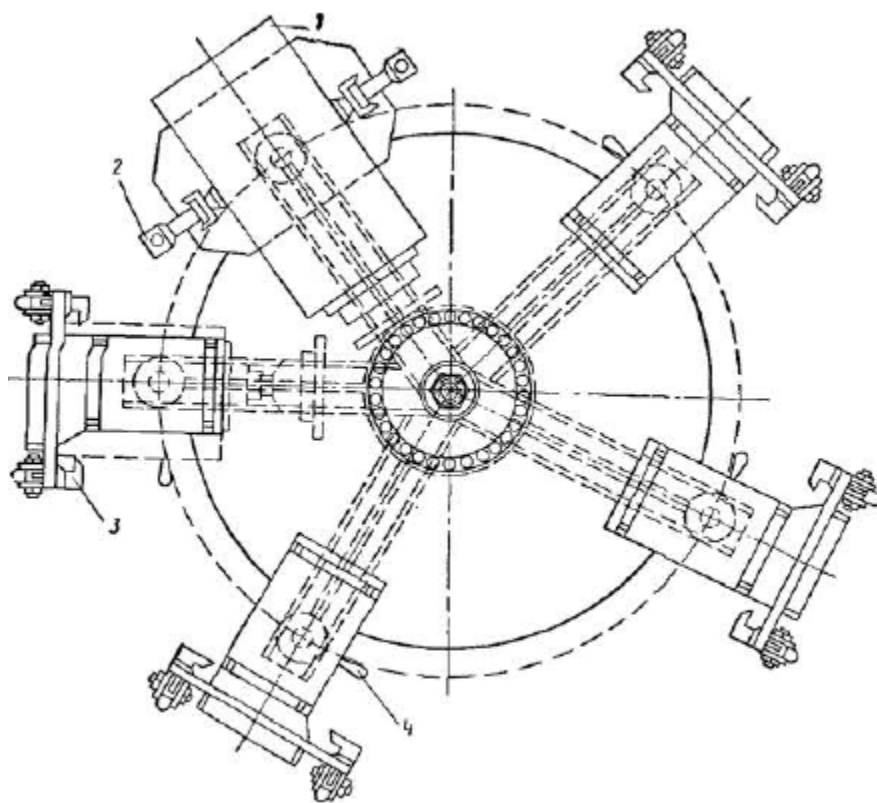


Рис. 1.3. Поворотний стенд для розбирання коробок передач

За допомогою пристосування з заднього підшипника 28 знімають стопорне кільце 27, а за допомогою знімача – задній підшипник 28. Вийнявши з картера 1 проміжний вал 29 в зборі з шестернями, за допомогою оправлення з м'якого металу і молотка вибивають заглушку 40 і передній роликовий підшипник 38, з гнізда переднього підшипника виймають за допомогою пристосування стопорне кільце 37.

1.3. Розбирання вузлів коробки передач

Для розбирання ведучий вал 11 встановлюють в підставку (Рис. 1.4) і закріплюють гвинтом 5. Піднявши трохи завальцьовані край, відкручують гайку 14. Потім на пресі за допомогою оправки спресовують підшипник 12 ведучого вала.

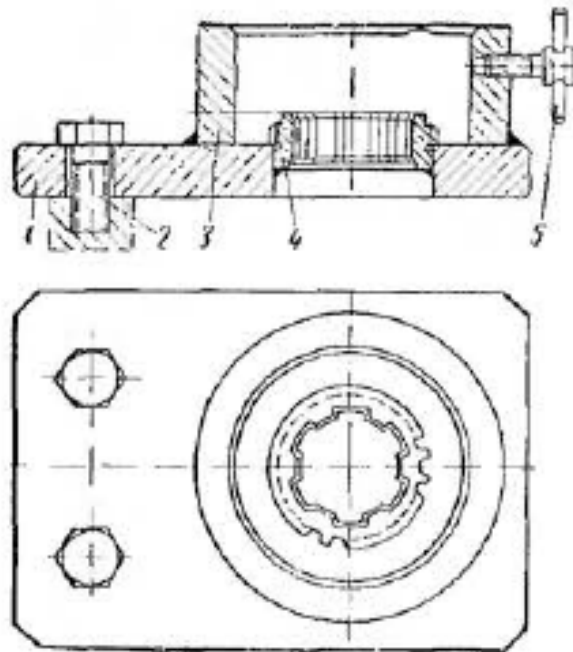


Рис . 1.4. Підставка для розбирання ведучого вала коробки передач:
1 – плита; 2 - болт ; 3-втулка; 4 - зубчаста муфта; 5 - гвинт

Для розбирання ведений вал встановлюють в підставку, аналогічну по конструкції підставці для ведучого вала. застосовуючи викрутку і плоскогубці, знімають стопорне кільце 43 і упорну шайбу 44, а потім шестерню 45 четвертої передачі і її втулку 46. Потом знімають шестерню 48 і упорну шайбу 47 третьої передачі, синхронізатор 49 другої і третьої передач. Попередньо знявши стопорне кільце 50 за допомогою плоскогубців і упорної шайби 51, знімають шестерню 52 другої передачі.

Проміжний вал 29 встановлюють на підставку і плоскогубцями знімають стопорне кільце 37. Потім проміжний вал встановлюють на стіл преса і за допомогою оправки спресовують шестерні 36, 34, 33, 32 і 31, знімають розпірну втулку 35 і зубилом і молотком вибивають шпонки 30.

Відкрутивши чотири болти 5 з пружинними шайбами б, знімають картер 7 важеля перемикавання передач. Закріпивши картер 7 в слюсарних лецатах так, щоб рукоятка 1 була спрямована вниз, відкручують гайку 10 кріплення осі проміжної важеля. Притримуючи при цьому головку осі, знімають з осі пружинну шайбу і вісь 8 з проміжним важелем 17 перемикавання першої передачі і заднього ходу. Потім виймають вісь 8 з отвору важеля 17, расшпінтовивають запобіжник, знімають напольгиву шайбу 13 запобіжника і

виймають з гнізда пружину 12 і запобіжник 11 включення заднього ходу. Після цього вільно виймають з картера пружину 19, знімають опору 18 важеля, виймають важіль 4 перемикавання передач в зборі і стопор 3 важеля. Для зняття чохла 2 послаблюють гайку важеля 4 і відкручують рукоятку 1.

Механізм перемикавання передач розбирають в пристосуванні (Рис. 1.5), яке дозволяє швидко і надійно закріплювати кришку за допомогою ексцентрикового затиску 2 і притискного важеля 1 в положення, зручне для розбирання.

Розбирання механізму перемикавання передач починають з розшпінтування стопорних болтів 32 кріплення вилок і запобіжних головок на штоках. Відкрутивши стопорні болти кріплення вилок і головок штока, воротком пересувають уздовж осі шток 28 перемикавання четвертої та п'ятої передач і випресовують заглушку 24 з гнізда. Пересуваючи шток 28, знімають вилку 27 перемикавання четвертої та п'ятої передач і, притримуючи лівою рукою фіксаторні кульки 35 замку штока, правою рукою виймають шток. Аналогічним чином виймають шток перемикавання другої і третьої передач, а потім шток перемикавання першої передачі і заднього ходу.

Розбирання синхронізатора другої і третьої передач починають з засвердлювання блокуючих пальців. Для цього синхронізатор встановлюють

на підставку і на свердлильному верстаті свердлом 12 мм засвердлюють з двох сторін три пальці на глибину 2 мм.

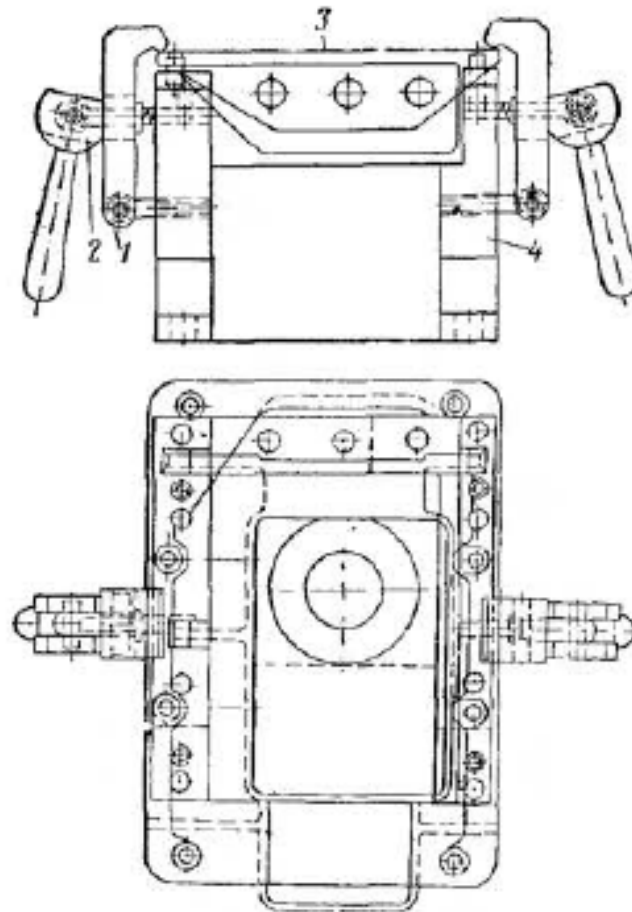


Рис. 1.5. Пристрій для розбирання і складання механізму перемикачя передач:
1 – прижимний важіль; 2 - ексцентриковий затискач; 3 - механізм перемикачя
передач ; 4 – рама.

Для зняття кільця з блокуючих пальців каретку встановлюють на підставку і спресовують кільце, виймаючи при цьому фіксатори, кульки і пружини. Блокуючі пальці кільця також випресовують на підставці, встановивши пристосування на стіл преса. Аналогічним чином випресовують опори кільця і розбирають друге кільце синхронізатора.

Порядок розбирання синхронізатора четвертої і п'ятої передач аналогічний вищеописаному технологічному процесу.

2. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ СТЕНДА ДЛЯ ДЕМОНТАЖУ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ.

2.1. Аналіз існуючих пристроїв для демонтажу – монтажу коробок передач.

Існують наступні стенди для демонтажу – монтажу коробок передач вантажних автомобілів. Перший представлено на рисунку 2.1.

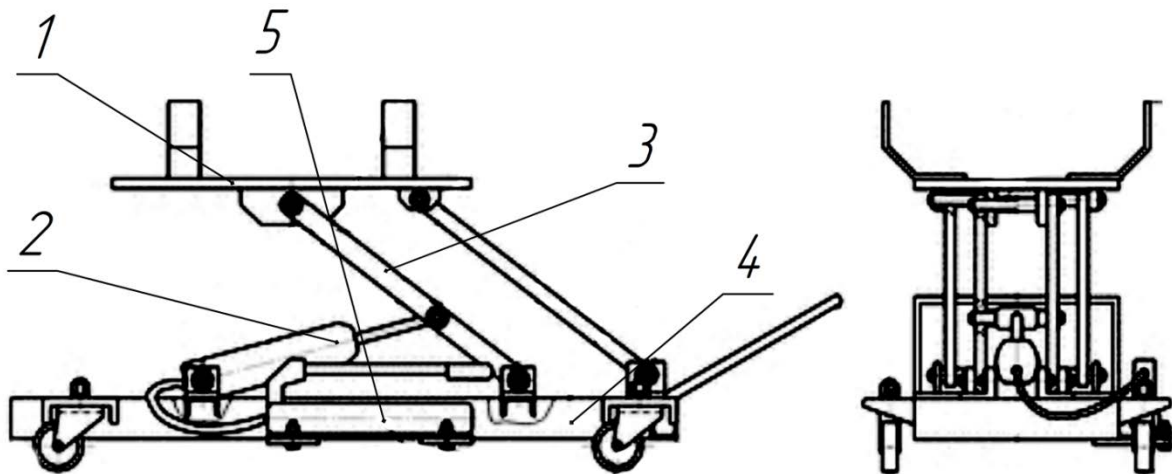


Рис 2.1. Пристрій для демонтажу – монтажу коробок передач: 1 – ложе для коробки передач; 2 – гідроциліндр; 3 – стійки; 4 – основа на шасі; 5 – ручний гідропривід.

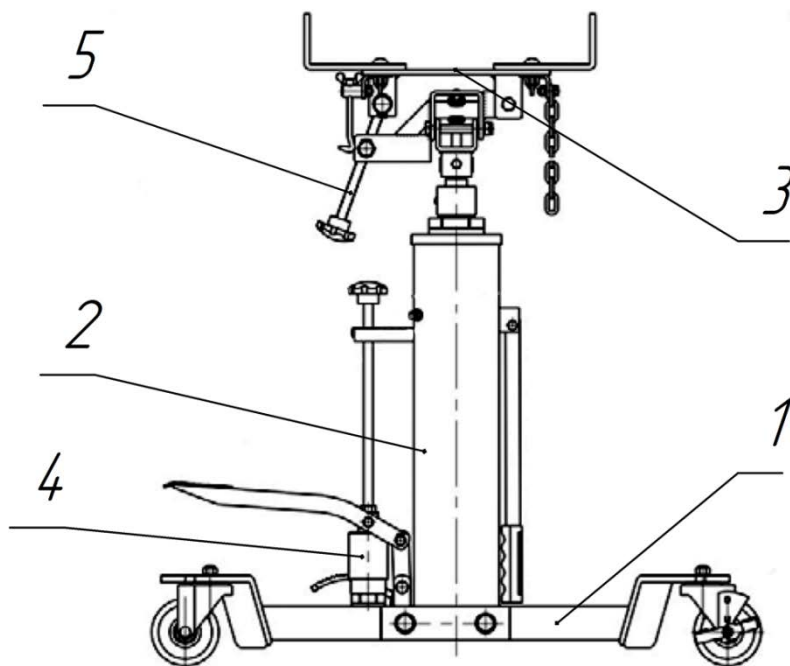


Рис 2.2. Пристрій для демонтажу – монтажу коробок передач: 1 – рухомий візок; 2 – гідрофікована стійка; 3 – ложе для коробки передач; 4 – гідропривід; 5 – фіксатор коробки передач.

2.2. Конструкція і принцип дії запропонованого стенда для демонтажу коробок передач.

Запропоновано стенд для демонтажу і монтажу коробок передач вантажних автомобілів.

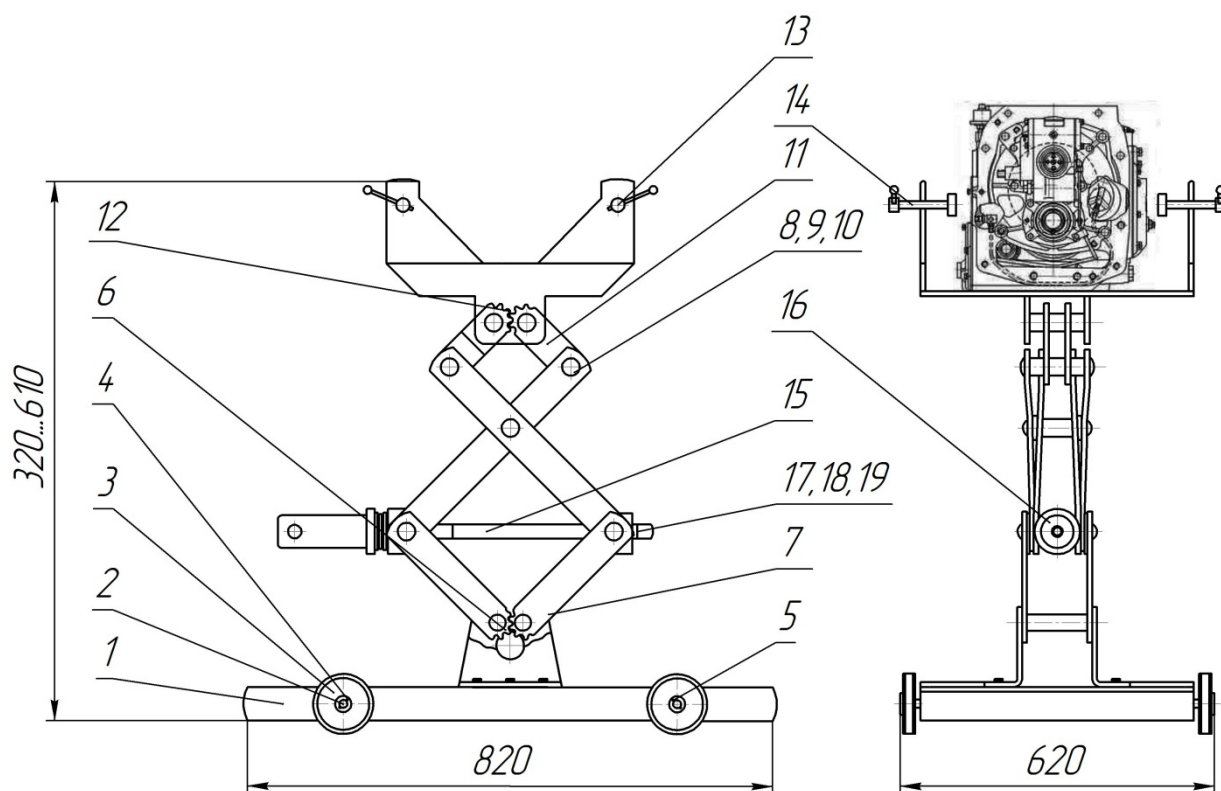


Рис. 2.3.

1 – рама стенда; 2 – вісь; 3 – ролик; 4 – шайба; 5 – шплінт; 6 – зубчастий сектор; 7 – важіль; 8 – вісь; 9 – шайба; 10 – шплінт; 11 – верхній важіль; 12 – зубчастий сектор; 13 – стопорні гвинти; 14 – воротки; 15 – ходовий гвинт; 16 – ходова гайка; 17 – упорний фланець; 18 – шайба; 19 – шплінт.

Основою стенда є візок який складається з рами 1 звареної з прямокутних труб. На кутах рами змонтовано осі 2 на яких насаджено ролики 3, що фіксуються шайбами 4 і шплінтами 5. На рамі змонтовано паралелограмний механізм який складається із зубчастих секторів 6, що взаємодіють між собою.

Сектори повертаються на осях нерухомо закріплених на рамі. До секторів приварено нижні важелі 7, які осями 8 з шайбами 9 і шплінтами 10 з'єднані з верхніми важелями 11. У верхній частині конструкції знаходиться друга пара зубчастих секторів жорстко з'єднаних з верхніми важелями 12. У верхній частині конструкції станда знаходиться опорна плита з'єднана осями з верхніми зубчастими секторами 13. Опорна плита зварена із кутників має по краях чотири стопорні гвинти 13 з воротками 14. Для піднімання і опускання станда в проміжних шарнірах паралелограмного механізму встановлено гвинтовий механізм, який складається з гвинта 15, ходової гайки 16, і упорного фланця 17. Край гвинта з'єднаний з фланцем за допомогою шайби 18 і шплінта 19, що встановлений в отворі на кінці гвинта.

2.3. Розрахунок основних деталей станда.

2.3.1. Розрахунок передачі гвинт-гайка.

У зовнішніх шарнірах станда встановлена гвинтова пара.

Матеріалом гвинта і гайки є сталь 35. Допустимі напруження в гвинті при розтягуванні:

$$[\sigma]_p = \frac{\sigma_T}{K}$$

де σ_T - межа текучості сталі 35 ($\sigma_T = 300$ МПа); K - коефіцієнт безпеки ($K = 3$); тоді $[\sigma]_p = 300/3 = 100$ МПа.

Допустимий питомий стиск в різьбі при частій роботі приймаємо такою, що дорівнює $(0,2 \dots 0,3)[\sigma]_p$, тобто:

$$[p] = 0,2[\sigma]_p = 0,2 \times 100 = 20 \text{ МПа}$$

Для передачі гвинт-гайка приймаємо самогальмуючу прямокутну ходову різьбу.

Основною причиною виходу з ладу гвинової передачі є знос. Критерієм працездатності і розрахунку для ходових різьб є зносостійкість, пов'язана з тиском зминання:

$$p = \frac{F}{\pi \cdot d_2 \cdot h} \leq [p]$$

де F - розрахункова осьова сила, що діє на гвинт:

$$F = \frac{P}{2} \operatorname{tg} \alpha$$

де P – вага вантажу (коробки передач – 960Н),

α - кут між вертикаллю і зовнішньою та внутрішньою стороною планок стенда.

З аналізу формули видно, що F_{\max} буде при значеннях α_{\max} , тобто на початку підйому вантажу, коли планки максимально складні. Приймаємо

$\alpha_{\max} = 85^\circ$, тоді:

$$F = \frac{960}{2} \operatorname{tg} 85 = 5486,4 \text{ Н}$$

Тепер знайдемо допустимий тиск зминання:

$$p = \frac{5486,4}{3,14 \cdot 0,016 \cdot 0,00125} = 87373057 \text{ Па} \quad \text{або } 87,4 \text{ МПа.}$$

Число витків різьби дорівнює:

$$Z = \frac{H}{S}$$

де H – висота гайки, S – крок різьби.

Введемо позначення:

$$\psi_n = \frac{H}{d_2} = \frac{32}{16} = 2 \quad \text{- коефіцієнт висоти гайки,}$$

$$\psi_k = \frac{h}{S} = \frac{1}{2} = 0,5 \quad \text{- коефіцієнт висоти різьби,}$$

де d_2 - середній діаметр різьби, м;

S - крок різьби, м;

h - робоча висота профілю, яка приймається для прямокутної різьби.

Тоді мінімальний діаметр різьби буде:

$$d_2 \geq \sqrt{\frac{F}{\pi \cdot \psi_n \cdot \psi_k \cdot [p]}} = \sqrt{\frac{5486,4}{3,14 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot 20}} = 9,3 \text{ мм},$$

Отже умова витримується.

Приймаємо крок різьби $S = 2,5$ мм, тоді висота профілю $h = 0,5S = 1,25$ мм.

Кут підйому гвинтової лінії:

$$\psi = \operatorname{arctg} \frac{S}{\pi \cdot d_2} = \operatorname{arctg} \frac{2,5}{3,14 \cdot 16} = 2,9^\circ,$$

Кут тертя f (для змащеного гвинта $f = 0,1$). Тоді $\varphi = \operatorname{arctg} 0,1 = 5,7^\circ$, умова самогальмування $\psi < \varphi$ дотримано.

Визначимо число витків Z різьби:

$$Z \geq \frac{F}{\pi \cdot d_2 \cdot h \cdot [p]} = \frac{5486,4}{3,14 \cdot 16 \cdot 1,25 \cdot 20} = 14$$

Висота гайки:

$$H = Z \cdot S = 14 \cdot 2,5 = 35 \text{ мм}$$

Зовнішній діаметр d різьби гвинта:

$$d = d_2 + \frac{h}{2} = 16 + 1,25 = 17,25 \text{ мм}$$

Внутрішній діаметр d_1 різьби гвинта:

$$d_1 = d - h = 16 - 1,25 = 14,75 \text{ мм}$$

2.3.2 Розрахунок зусилля робітника на ручці.

Момент загвинчування гвинта:

$$T = T_P + T_T,$$

де T_P - момент сил в різьбі;

T_T - момент сил тертя на торці головки гвинта.

Для даної конструкції домкрата $T_T = 0$, так як в цьому місці встановлюється підйомник. Тоді момент сил в різьбі дорівнює:

$$T_P = 0,5 \cdot F \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\psi + \varphi),$$

$$T_P = 0,5 \cdot 54,864 \cdot 16 \cdot \operatorname{tg}(2,9 + 5,7) = 66,4 \text{ НМ}$$

Зусилля робітника на ручці:

$$P_P = \frac{T_P}{l}$$

де l - плече рукоятки ($l = 0,35$ м).

$$P_p = \frac{66,4}{0,35} = 189,7 \text{ Н}$$

Допустиме зусилля 200 Н.

2.3.2. Розрахунок міцності осей.

Верхні важелі кріпляться до плити стенда 4-ма осями. Діаметр однієї осі – 12 мм. Необхідно перевірити їх на міцність.

Для сталі 20 допустиме напруження на зріз $\sigma_T=245 \text{ н/мм}^2$. Для осьового з'єднання приймаємо коефіцієнт запасу міцності – 2. Отже допустиме напруження буде становити:

$$[\sigma]_T = \frac{\sigma_T}{n} = \frac{245}{4} = 61,25 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

На одну вісь буде припадати максимальне зусилля $950/4=237,5 \text{ Н}$.

Діаметр основи осі, що витримає таке зусилля (враховуючи, що діаметр стержня становити 12 мм):

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi[\sigma_T]}} = \sqrt{\frac{4 \times 237,5}{3,14 \times 61,25}} = 6,5 \text{ мм}$$

Отже діаметри болтів мають достатню міцність щоб витримати максимальне навантаження на даному стенді.

3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

3.1. Структурно-функціональний аналіз травмонебезпечних ситуацій впродовж виконання робіт

Найбільш характерними причинами виникнення нещасних випадків є: відсутність або недостатній інструктаж персоналу про правила безпеки, порушення технологічного процесу, несправність устаткування, пристосування та інструмент або його невідповідність умовам виконуваних робіт, відсутність огорож, написів, невідповідна спецодяг, недостатнє освітлення, низький рівень технічної культури виробництва. Усунення зазначених недоліків сприяє різкому поліпшенню умов праці і, отже, зниженню травматизму.

Під час розбирально-складальних робіт можливі такі небезпечні чинники:

- ураження електричним струмом при дотику до струмоведучих частин електричних машин;
- фізичні травми при роботі з слюсарними інструментами;
- ураження елементами пружних деталей;
- травматична дія різного роду при роботі із стиснутим повітрям;
- травми різного роду механічного характеру при роботі з важкими виробами.

[12].

Будь-який небезпечний виробничий чинник незалежно від його виду, рівня та інших властивостей має певну зону дії. Якщо розміри цієї зони мають чітко фіксовані значення, то її можна вважати постійною. Якщо у процесі роботи така зона може змінюватися внаслідок зміни рівня небезпечного чинника, його переміщень у просторі, то вона буде змінною. У деяких випадках (аварійна ситуація) небезпечний виробничий чинник може значно виходити за межі визначено (фіксованої) зони. При цьому безпека травмування працюючого виникає уже за межами небезпечної зони. Тому кожен працівник на конкретній машині чи певному робочому місці завжди повинен знати про таку небезпеку. Постійні небезпечні зони існують або виникають у передачах, при обробці деталей на токарних, свердлильних, заточувальних верстатах, біля

різальних інструментів, у пресах, пневматичних та гідравлічних молотах, штампувальних верстатах, під машинами та платформами, піднятими за допомогою гідравлічної чи іншої системи [7, 12].

Небезпечні умови можуть визначатися недоліками конструкцій машин, технологічного обладнання і процесів, низьким рівнем організації виробництва (неефективність або відсутність необхідного контролю, низькі професійний рівень працюючих, підготовка їх з охорони праці), недостатньою надійністю виробничого обладнання тощо. Вони відіграють пріоритетну роль у формуванні й виникненні виробничих небезпек – певного стану, за якого виникає реальна загроза аварії або травми. Це пояснюється тим, що навіть при наявності кількох небезпечних виробничих факторів на певному робочому місці, але якщо жоден з них не має умов, за яких він міг би діяти на людину, то на цьому робочому місці відсутня реальна небезпека травмування. Інша справа, коли такі умови є, але про них працюючий не знає. Процес виявлення небезпечних умов у деяких випадках може бути досить складним, тому необхідно проводити спеціальні дослідження. Аналіз небезпечних умов, які існують чи виникають безпосередньо на виробництві показав, що за характером дії їх можна поділити на групи, які [7, 12]:

- характеризують стан або рівень безпеки виробничого обладнання або певного робочого місця (відсутність огороження рухомих деталей або робочих органів, відсутність або недосконалість спеціальних технічних засобів безпеки: блокувальних пристроїв, засобів сигналізації тощо), конструктивні недоліки окремого вузла чи машини та інші;

- спонукають працюючого допускати помилки у процесі праці (конструктивна недосконалість технологічного процесу роботи машин або самої машини чи певного обладнання), низька кваліфікація працюючого та рівень знань з охорони праці, відсутність відповідного контролю за дотриманням правил з охорони праці;

- створюють можливість проникнення працюючого у небезпечну зону (відсутність огорожень небезпечної зони і сигналізації про наближення до небезпечної зони, неправильна організація робочого місця та інші);

- призводять до виникнення інших небезпечних умов (помилки у монтажі роторів, що обертаються, деякі конструктивні недоліки);
- безпосередньо призводять до травмонебезпечної ситуації (наявність плям масла на підлозі, неправильно організоване робоче місце, не обґрунтовані режими роботи обладнання та інші);
- призводять до виникнення небезпечних дій (низький рівень професійної підготовки й організації навчання з охорони праці, відсутність або неефективність контролю з охорони праці та інші). Небезпечні обставини розпізнаються аналогічно звичайним обставинам, на що вказує та чи інша обставина. Небезпечні обставини розкривають дії, стан чи ознаки небезпечного фактора і обстановку, при якій він діяв на людину. Якщо внаслідок аварії технічної системи виникли травми у людей, то сам випадок травми необхідно розглядати як подію, що є наслідком аварії. Це стосується тих систем, у яких підсистемами одночасно є машина (технічний засіб) і людина [7, 12].

3.2. Моделювання виникнення травм та аварій

На даний час методикою оцінки рівня безпеки робочих місць, машин, виробничих процесів та окремих виробництв передбачено пошук об'єктивного критерію (показника) рівня безпеки для конкретного об'єкта. Таким показником вибрана ймовірність виникнення аварії, травми або катастрофи залежно від досліджуваного явища.

З метою запровадження оцінки рівня безпеки певного об'єкта чи явища на виробництві, необхідно застосувати простий і доступний метод обчислення значень ймовірності будь-якого випадкового явища. Основні принципи цього методу полягають у тому, що на основі обстеження робочого місця чи окремої машини (об'єкта) виявляють виробничі безпеки, можливі аварійні або травмонебезпечні ситуації. Для оцінки ситуацій визначають події, які можуть стати головною подією при побудові логіко-імітаційної моделі аварії або травми (чи катастрофи). Після цього будують модель («дерево

відказів і помилок оператора»). При цьому важливе значення має правильний вибір головної випадкової події.

Після вибору головного випадкового явища (події) розпочинають побудову моделі («дерева») [7, 12]. Використовуючи оператори «І» та «АБО», виконують набір ситуацій (відомих до цього), які можуть призвести до тієї події, яка вибрана як головна. Наприклад, під час розточування гільз в блоці циліндрів двигуна, небезпечним явищем цього буде травмування робітника різцем або намотування на обертові частини верстата частини одягу. Отже, приймаємо подію «травма» її як головну зв'язують з наступною подією шляхом логічного аналізу. Після визначення відповідних аварійних, травмонебезпечних або катастрофічних ситуацій та їх кількості, визначаємо інші події, що входять до кожної такої ситуації, логічним аналізом із застосуванням операторів «І», «АБО» та інших. Процес побудови моделі триває поки не будуть знайдені усі базові події, що визначають межу моделі.

Будь-яка логіко-імітаційна модель як правило характеризується із застосуванням різних символів тієї чи іншої події, яка першою чергою бере свій початок з головної події, а наступні розміщуються після неї зверху вниз, аж до базових подій [7, 12].

Основні принципи побудови моделі такі: вивчається виробництво, на якому мали місце раніше або можуть мати місце аварії та виробничі травми.

3.3. Розробка логічно-імітаційної моделі травм на виробництві

В процесі створення логіко-імітаційних моделей застосовують різні символи, які характеризують ті чи інші події. За звичай, побудова моделі розпочинається з головної події, а наступні розміщують зверху вниз, аж до базових подій (рис 3.1) [7, 12].

На схемі кожен блок, позначений відповідним номером, та означає подію (у загальному вигляді) або окремий етап побудови моделі [7, 12]:

- 1 – відмова (аварія, травма) системи – головна подія;
- 2 – послідовність подій, що призводять до відмови системи;
- 3 – послідовність подій зображується за допомогою логічних операторів “І”, “АБО” та інших;
- 4 – усі вхідні і вихідні події, що входять до моделі, зображуються у вигляді прямокутників з відповідними написами всередині;

5 – послідовний підхід до базових подій, частоти виникнення яких відомі;

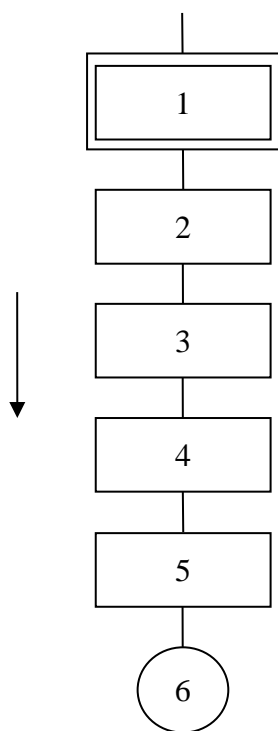


Рисунок 3.1 – Схема основних принципів побудови логіко-імітаційних моделей: 1 – головна подія; 2...5 – проміжні події; 6 – базова подія

6 – базові події зображують у вигляді у вигляді кружечків із написами всередині, вони є межею аналізу побудованої моделі ("дерева помилок").

Кожну із подій моделі ("розкрита", "не розкрита", "головна", "базова", "подія-умова" тощо) зображують у вигляді символів: коло – базова подія з відповідними числовими даними; ромб – нерозкрита подія (подія, яка вимагає проведення відповідних досліджень); прямокутник – подія, що виникає як результат дії символа-оператора; овал – подія-умова, що використовується з оператором "Заборона"; хатка (п'ятикутник, в якого один з боків є основою), – подія, яка може відбутися або не відбутися; трикутник (рівносторонній трикутник) – символ перенесення.

Як приклад відобразимо

процес розробки методики логічно-імітаційної моделі. Головну

випадкову подію, модель якої

нам необхідно побудувати,

вибираємо виходячи з оцінки

відповідного об'єкта,

виробництва чи окремої одиниці

обладнання і змісту його

найбільш небезпечного явища, яке за певних умов виробництва може виникнути. Вибором головної події розпочинають побудову моделі.

Використовуємо оператори «І» та «АБО» – виступають у ролі набору ситуацій, які можуть призвести до тієї події, яка вибрана як головна

слід зазначити, що кожна випадкова подія, до якої входять базові події, може формуватися й виникати при входженні у неї двох, трьох і більше базових подій за допомогою відповідних операторів.

Після побудови та перевірки, модель підлягає математичному опрацюванню для визначення ймовірності кожної випадкової події, що увійшла до моделі, починаючи з базових і закінчуючи головною.

Ймовірності базових подій визначають за даними виробництва. Наприклад, базова подія «стан контролю з охорони праці». Для визначення ймовірності ми повинні встановити наскільки (%) від ідеального рівня здійснюється відповідний контроль на об'єкті. Якщо буде встановлено, що

такий рівень контролю становить 50 або 30 %, то ймовірність відповідно дорівнює 0,5 і 0,3. При відсутності контролю ймовірність «не здійснення контролю» становитиме 1, якщо контроль ідеальний, то відповідна ймовірність дорівнює 0.

Після обчислення ймовірності всіх подій, розміщених у ромбах, і базових подій, починаючи з лівої нижньої гілки «дерева», позначають номерами всі випадкові події, що увійшли до моделі.

На цьому можна вважати, що певна модель підготовлена до математичної обробки. Для виконання математичних обчислень ймовірностей випадкових подій логіко-імітаційної моделі застосовують формули [7, 12].

Побудуємо логіко-імітаційну модель процесу, формування і виникнення аварії та травми в процесі миття деталей двигуна і складемо перелік базових подій. Кожній події (пункту) присвоюємо певне значення ймовірності його виникнення:

- | | |
|---|---------------|
| 1. Відсутність елементів системи | $P_6 = 0,19;$ |
| 2. Професійний рівень слюсаря | $P_1 = 0,25;$ |
| 3. Наявність дефектів | $P_8 = 0,15;$ |
| 4. Відсутність захистів | $P_7 = 0,13;$ |
| 5. Досвід роботи сервісного інженера | $P_2 = 0,18;$ |
| 6. Пошкодження елементів системи | $P_5 = 0,15;$ |
| 7. Психо-фізіологічний стан сервісного інженера | $P_3 = 0,13;$ |

Складені події дають можливість побудувати матрицю логічних взаємозв'язків між окремими пунктами.

Отже, розглядаємо травмонебезпечну ситуацію, яка може виникнути під час миття деталей двигуна та призвести до травмування працівника, а також зробимо розрахунок ймовірності виникнення подій, що формують логіко-імітаційну модель в процесі технічного сервісу машин .

Ймовірність виникнення події P_9 визначаємо наступним чином:

$$P_9 = 0,25 + 0,18 + 0,13 = 0,56;$$

Ймовірність виникнення події P_{10} визначаємо:

$$P_{10} = 0,19 \cdot 0,15 = 0,0285$$

Ймовірність виникнення події P_{11} визначаємо так:

$$P_{11} = 0,13 + 0,15 = 0,28;$$

Ймовірність події P_{12} :

$$P_{12} = (0,25 + 0,18 + 0,13) \cdot 0,18 = 0,1008;$$

Ймовірність події P_2 :

$$P_2 = 0,1008 \cdot 0,0285 \cdot 0,28 = 0,000804;$$

За нашими розрахунками ймовірність виникнення травми працівника під час демонтажу коробки передач є досить мала і становить $P_2 = 0,000804$.

Впровадження у практику підприємства логіко-імітаційних моделей дослідження аварій і травм, а також для обґрунтування заходів охорони праці, дають змогу знизити ймовірність виникнення аварійних та травмонезбезпечних ситуацій.

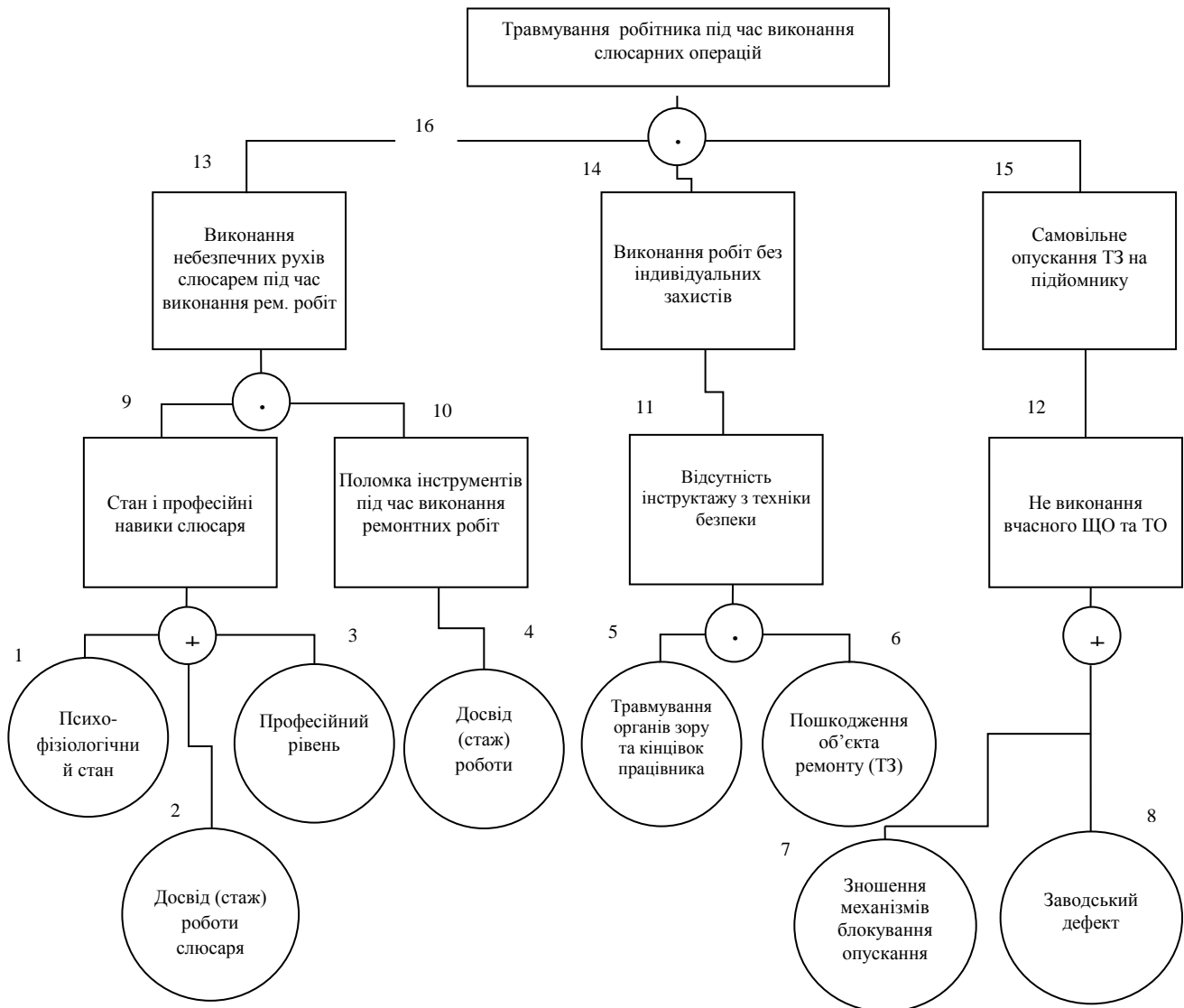


Рисунок 3.2 – Матриця логічних взаємозв'язків між окремими подіями травмонебезпечної ситуації

3.4. Безпека в надзвичайних ситуаціях

В залежності від ефективності розроблення та особливо від впровадження у практику заходів із запобігання та ліквідації надзвичайної ситуації в разі її виникнення залежатиме життя та здоров'я персоналу та відвідувачів підприємств і розміри заподіяної шкоди [12].

Відповідно до Кодексу цивільного захисту України, підготовка персоналу на підприємствах незалежно від форм власності до дій у надзвичайних ситуаціях здійснюється за спеціально розробленою схемою заходів захисту населення та територій.

Виходячи з цього, ст. 130 Кодексу цивільного захисту України передбачає, що на підприємствах з чисельністю персоналу 50 осіб і менше розробляються та затверджуються інструкції щодо дій при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій [12].

Крім того, у сфері промислового виробництва до малих підприємств можуть бути віднесені і такі, де чисельність працівників перевищує 50 осіб. Інструкції для таких підприємств розробляються за рішенням відповідного територіального органу Держслужби України з надзвичайних ситуацій.

Розроблена інструкція не повинна суперечити положенням та вимогам Кодексу цивільного захисту України.

Інструкція розробляється та підписується посадовою особою підприємства з питань цивільного захисту, затверджується керівником підприємства та доводиться до всіх працівників під підпис.

Крім інструкції, на малому підприємстві розробляється План евакуації при пожежі або загрозі вибуху. Особливо це важливо для тих об'єктів, на території яких може знаходитись значна кількість відвідувачів.

Деякі конкретні заходи, не відображені в нормативних документах підприємства, потребують внесення до посадових інструкцій працівників. Крім того, на малому підприємстві необхідно розробляти й доводити до всіх працівників “Порядок цілодобового оповіщення керівництва та працівників у випадку загрози або виникнення надзвичайної ситуації” [12].

Всі працівники підприємства повинні бути навчені діям, чітко знати свої обов’язки та неухильно їх виконувати. Це також стосується адміністрації малого підприємства, яка в екстремальній обстановці не може приймати помилкові рішення або віддавати необґрунтовані розпорядження.

Уникнути цього дозволить якісно розроблена “Інструкція щодо дій персоналу малого підприємства при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій” [12].

4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОГО СТЕНДА

Визначення собівартості розробки та виготовлення стенда для демонтажу автомобільних коробок передач.

Витрати на виготовлення стенда знаходять за формулою:

$$C_B = C_{ЗП} + C_M + C_{В.А.} + C_{ПР} \cdot \frac{\%HP}{100}, \quad (4.1)$$

де $C_{ЗП}$ – основна і додаткова заробітна плата працівників з нарахуваннями, яка витрачається на виготовлення стенда, грн;

C_M – вартість матеріалів і деталей, виготовлених на виготовлення стенда, грн;

$C_{В.А.}$ – вартість вузлів і агрегатів, витрачених на виготовлення стенда, грн;

$З_{ПР} = (C_{ЗП} + C_M)$ – прямі витрати на виготовлення стенда, грн;

$\%HP$ – відсоток накладних витрат.

Витрати на зарплату розраховують за формулою

$$C_{ЗП} = C_{ОЗР} + C_{ДОД} + C_H, \quad (4.2)$$

де $C_{ОЗР}$ – основна заробітна плата, грн;

$C_{ДОД}$ – додаткова заробітна плата, грн;

C_H – нарахування на заробітну плату, грн.

Основну заробітну плату розраховують, виходячи з норм часу, розрядів робіт і тарифних ставок, за формулою:

$$C_O = \frac{\sum t_{j1} \cdot C_{P1}}{60} + \frac{\sum t_{j2} \cdot C_{P2}}{60} + \dots + \frac{\sum t_{j6} \cdot C_{P6}}{60}, \quad (4.3)$$

де $\sum t_{j1}, \sum t_{j2}, \dots, \sum t_{j6}$ – суми тривалостей операцій першого – шостого розрядів на виготовлення стенда, хв;

$C_{P1}, C_{P2}, \dots, C_{P6}$ – погодинні тарифні ставки робітників першого – шостого розрядів, грн/год.

Приймаємо середній розряд роботи – 4, а середню погодинну тарифну ставку – 88,33 грн/год; трудомісткість виготовлення стенда – 42 люд·год.

Тоді на підставі формули (4.3) одержимо:

$$C_{OЗР} = 42 \cdot 83,33 = 3499,9 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата визначається за формулою:

$$C_{ДЗП} = (0,05...0,08) \cdot C_{OЗР} = 0,065 \cdot 3499,9 = 227,5 \text{ грн.}$$

Нарахування на соціальний захист ($C_{ВЗП}$):

$$C_{ВЗП} = 0,044 \cdot (C_{OЗР} + C_{ДЗП}) = 0,044 (3499,9 + 227,5) = 164 \text{ грн.}$$

Отже, заробітна плата виробничних працівників буде становити

$$C_{ЗПН} = 3499,9 + 227,5 + 164 = 3891,4 \text{ грн.}$$

Враховуючи, що сумарна трудомісткість проектно-конструкторських робіт складає $T_{кон} = 40$ люд·год., а середня годинна заробітна плата конструкторів і технологів $З_{ср} = 91,16$ грн. отримаємо.

$$C_{OЗК} = 40 \cdot 91,16 = 3646,4 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата визначається за формулою:

$$C_{ДЗП} = (0,05...0,08) \cdot C_{OЗК} = 0,065 \cdot 3646,4 = 237,02 \text{ грн.}$$

Нарахування на соціальний захист ($C_{ВЗП}$):

$$C_{ВЗП} = 0,044 \cdot (C_{OЗК} + C_{ДЗП}) = 0,044 \cdot (3646,4 + 237,02) = 171 \text{ грн.}$$

Отже, заробітна плата інженерно-технічного персоналу буде становити

$$C_{ЗПН} = 3646,4 + 237,02 + 171 = 4054,6 \text{ грн.}$$

Визначення вартості основних і допоміжних матеріалів, які використовуються для виготовлення установки визначається за виразом:

$$C_M = \sum M \cdot Ц_M \cdot A_m; \quad (4.4)$$

де C_m – ціна матеріалу. Для сталі беремо $C_{CT} = 69$ грн./кг, а для фарби $C_\phi = 72$ грн./кг;

A_m – коефіцієнт, який враховує транспортно-заготівельні витрати ($A_m = 1,1$);

M – маса матеріалу. Для сталі маємо $M_{CT} = 26$ кг, а для фарби – $M_\phi = 0,5$ кг.

За формулою (5.4) отримаємо:

$$C_M = (26 \cdot 69 + 0,5 \cdot 72) \cdot 1,1 = 2013 \text{ грн.}$$

Тоді прямі витрати:

$$Z_{пр} = C_{зпн} + C_M = 4054,6 + 2013 = 6067,6 \text{ грн.} \quad (4.5)$$

До виробів, що слід закупити, відносять елементи різьбових з'єднань, загальною вартістю 98 грн.

Таким чином, маємо $C_{B,A} = 98$ грн.

Приймаємо відсоток накладних витрат $\%HP = 50\%$ [12; 27]

Тому за формулою (5.1) отримаємо:

$$C_B = 3646,4 + 2013 + 98 + \frac{50 \times 6067,6}{100} = 8791,2 \text{ грн.}$$

Визначення балансової вартості установки здійснюється за виразом:

$$B_e = K_n \cdot C_B, \quad (4.6)$$

де K_n – коефіцієнт переводу у балансову вартість, $K_n = 1,2$.

За формулою (5.6) отримаємо

$$B_B = 1,2 \cdot 58687,6 = 10549,44 \text{ грн.}$$

Визначення річного економічного ефекту від впровадження станда у виробництво.

Річний економічний ефект від впровадження станда у виробництво буде досягнуто за рахунок зменшення трудомісткості процесів демонтажу-монтажу коробки передач за рахунок скорочення тривалості переходів на 26 хв $\approx 0,43$ год..

Визначення економічного приросту за рік від впровадження станда здійснюється за виразом: $E_p = (\Delta T \cdot C_{IV}) \cdot W_p$, (4.7)

де ΔT – зменшення трудомісткості ремонту внаслідок використання запроєктованого станда, $\Delta T = 0,43$ люд.·год;

C_{IV} – годинна тарифна ставка робітника четвертого розряду, $C_{IV} = 88,33$ грн;

W_p – річна програма ремонту, $W_p = 300$ од.

За формулою (5.7) отримаємо

$$E_p = 0,43 \cdot 88,33 \cdot 300 = 11394,76 \text{ грн.}$$

Термін окупності капіталовкладень.

Термін окупності капітальних вкладень розраховують за формулою

$$T_{ок} = \frac{B_B}{E_p}, \quad (4.8)$$

За формулою (4.8) отримаємо

$$T_{ок} = \frac{10549,44}{11394,57} = 0,93 \text{ роки.}$$

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ.

1. Розбирання, складання і регулювання вузлів і агрегатів машин під час технічного обслуговування і ремонту - дуже важливий технологічний процес, що впливає на продуктивність і якість ремонту машин.
2. Встановлено, що при неякісному розбиранні і складанні деталей сучасних машин ресурс їх знижується на 20...50%.
3. Недоліком технологій розбирання-складання деталей машин є наявність різних типів обладнання для виконання однакових операцій для різних об'єктів, а також висока вартість існуючого обладнання.
4. Річний економічний ефект від впровадження запропонованого стенда у виробництво буде досягнуто за рахунок зменшення трудомісткості процесів демонтажу-монтажу коробки передач за рахунок скорочення тривалості переходів на 0,43 год. Економічний приріст за рік від впровадження стенда буде становити 1394,76 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ремонт машин та обладнання. Підручник. За редакцією О.І. Сідашенка та О.І. Науменка. Харків 2010, 743 с.
2. Лауш П. В. Ремонт сільськогосподарської техніки (курсове і дипломне проектування): Навч. посібник / П. В. Лауш, Н. П. Лауш, Т. П. Лесюк. – Кіровоград : ПОЛІМЕД-Сервіс, 2005. – 266 с.
3. Охорона праці. Методичні рекомендації до виконання розділу з охорони праці у дипломних проектах. Львівський національний аграрний університет, 2012 р.
4. Ремонт машин. Методичні поради до курсового і дипломного проектування: у 2-х частинах/ За аг. Ред.. академіка О.Д. Семковича. – Частина 1 та 2. Львів : Львів. держ. агр. ун-т, 1997. 179 с.
5. Булей І.А. Проектування підприємств з виробництва і ремонту сільськогосподарських машин. Навч. посібник. – К.: Вища школа, 1993. – 287с.
6. Крижановський Р.Д. Довідник по нормуванню праці на ремонтних роботах. – К.: Урожай, 1988. – 264с.
7. Вознюк Л.Ф., Іщенко В.В., Технічне обслуговування і діагностування сільськогосподарських машин. К. : “Урожай” 1994.
8. Гайдучок Вал.М., Гайдучок Вол. М , Довідник слюсаря – ремонтника сільськогосподарських машин. Львів : “Каменярь” 1982.
9. Зерхалов Д.В., Береславський М.Л., Обладнання для технічного обслуговування і ремонту машин. Довідник. К. : “Урожай” 1991.
10. Чернов І.М., Порадник сільського умільця, К. : “Урожай” 1979.
11. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник/ Упор. В.Я. Чабанний. Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2007. 720 с.
12. Дудченко, О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Організація і управління : підручник / О. А. Дудченко. Київ: Знання-Прес, 2004. 478 с.
13. Ященко М.М. Проектування підприємств автомобільного сервісу / Ященко М.М. Київ: НТУ. 2004. 172 с.
14. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: Навч. посіб. / За

ред. проф. СІ. Андрусенка. Київ: Каравелла, 2009. 368 с.

15. Практикум з ремонту машин. Технологія ремонту машин, обладнання та їх складових частин. Том 2 / О.І. Сідашенко, та інші/ За ред. О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонова. Навчальний посібник. Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018. 491с.

16. Загально ремонтні роботи. Нормативи часу на розбиральні, складальні та ремонтні роботи. Книга 28. Розділ 6 За ред. Вітвицького В. В. Київ, "Поліграфкнига", 2007р. 286с.

17. Запорожець О.І., Протоєрейський О.С., Франчук Г.М., Боровик І.М. Основи охорони праці. Підручник. Київ: центр учбової літератури. 2009. 264 с.

18. Писаренко Г.С. та інші. Опір матеріалів: Підручник. Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Е.С. Уманський; За ред Г.С. Писаренка. 2-ге вид., допов. І переробл. Київ: Вища школа, 2004. 655 с.

19. Катренко Л.А. Кіт Ю.В., Пістун І.П. Охорона праці. Курс лекцій, практикум: науч. посіб. Суми: Університетська книга, 2009. 240 с.

20. Ткачук К.Н., Халімовський М.О., Зачарний В.В. та ін. Основи охорони праці: Підручник. Київ: Основа, 2003. 472 с.

21. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунків деталей машин. Київ: Вища школа. 1993, 556 с. 13. Правила проведення державного технічного огляду механічних транспортних засобів та причепів. Київ: Друк, 2000. 22 с.

22. Методичні рекомендації до виконання дипломних проектів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для студентів факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій за спеціальністю 208 "Агроінженерія". Львів. ЛНУП. 2023. 70 с.

23. Технологічне проектування автотранспортних підприємств : навч. посібник / С. І. Андрусенко, В. О. Білецький, П. І. Бортницький та ін. рец.: О. М. Коробочка, В. В. Рудзінський, В. В. Березняцький. Київ : Каравела, 2009. 368 с. (Українська книга)

24. Automobiles : навч. посібник з англійської мови / Н. І. Марченко, Н. О. Курносова, О. В. Забашта та ін. Житомир : ЖДТУ, 2005. 256 с.

25. Технічна експлуатація та надійність автомобілів : навч. посібник /

Є.Ю. Формальчик, М. С. Оліскевич, О. Л. Мастикаш, Р. А. Пельо.

Львів: Афіша, 2004. 492 с.

26. Кисликов, В. Ф., Луцик, В. В. Будова й експлуатація автомобілів :
підручник. 5-те вид. Київ : Либідь, 2005. 400 с.