

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Покращення виробничо-технічної бази автотранспортного підприємства з модернізацією пристосіблення для монтажних демонтажних операцій з дослідженням геометричних параметрів елементів знімачів.

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МАм-61
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Волощук Я.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Гевко І.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Левкович М.Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Ляшук О.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2021

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ляшук О.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«01» жовтня 2021 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Волощуку Ярославу Валерійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Покращення виробничо-технічної бази автотранспортного підприємства з модернізацією пристосування для монтажно-демонтажних операцій з дослідженням геометричних параметрів елементів знімачів.

Керівник роботи Гевко І.Б., д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «01» жовтня 2021 року № 4/7-829

2. Термін подання студентом завершеної роботи 13 грудня 2021

3. Вихідні дані до роботи Характеристика підприємства, знімач для дослідження.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Класифікація пристосування і стенду – 1А1.

Стенд для монтажу та демонтажу шин коліс – 2А1.

Механізм приводу колеса – 1А1.

Пристрій для монтажу і демонтажу шин – 1А1.

Деталювання – 1А1.

Результати наукових досліджень – 2А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н. доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. Клепчик В.М.		

7. Дата видачі завдання 01.10.2021р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	13.10.2021	
2	Технологічний розділ	27.10.2021	
3	Конструкторський розділ	03.11.2021	
4	Науково-дослідний розділ	17.11.2021	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	02.12.2021	
6	Оформлення графічної частини	08.12.2021	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра	20.12.2021	

Студент

(підпис)

Волощук Я.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Гевко І.Б.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної роботи магістра на тему: «Покращення виробничо-технічної бази автотранспортного підприємства з модернізацією пристосування для монтажно-демонтажних операцій з дослідженням геометричних параметрів елементів знімачів.».

Робота виконана на кафедрі автомобілів ТНТУ ім. І. Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи магістра д.т.н., професор Гевко І.Б.

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 63 сторінок формату А4 та 8 аркушів формату А1 графічної частини 5 сторінок додатків.

Ключові слова: знімач, демонтаж, дефектація, операція, надійність.

ЗМІСТ

Вступ	6
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1 Огляд обладнання для ремонту коліс автомобілів.....	7
1.2 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу.....	16
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	17
2.1 Огляд використання стенду для шино монтажних робіт.....	17
2.2 Огляд експлуатаційних параметрів стенду.....	18
2.3 Будова і принцип роботи стенду.....	18
2.4 Монтаж установки.....	19
2.5 Технічне обслуговування установки.....	21
2.6 Технічне нормування операцій.....	24
2.7 Економічна ефективність автосервісу.....	25
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	31
3.1 Розрахунок та електричного двигуна	31
3.2 Проводимо розрахунок основних деталей на міцність.....	32
3.3 Розраховуємо шпонкове з'єднання.....	37
3.4 Вибір клинопасової передачі.....	37
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	43
4.1 Огляд експериментальних зразків.....	43
4.2 Проведення дослідження конструкції знімача.....	44
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	53
5.1 Вимоги охорони праці, які треба врахувати при розробці стенду шино монтажного.....	53
5.2 Характеристики основних СДОР.....	51
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	61
БІБЛІОГРАФІЯ	62
ДОДАТКИ	

ВСТУП

В процесі роботи більшість елементів конструкції автомобілів навантажуються динамічними силами, а також має місце абразивне зношування та хімічного впливання і також впливає зовнішнє середовище. Швидкий знос деталей машин, замість витрат грошей на відновлення та виготовлення замінних деталей, що подовжує ремонтний час. Тому збільшення збільшення експлуатації машин перебуває важливою та актуальною проблемою ремонтних підприємств. Питання довготривалої експлуатації із вивчення закономірностей зносу деталей машин в умовах експлуатації і розробкою основ розрахунків деталей і машин на довговічність.

Ефективне виконання усіх видів ремонтних робіт і технічного обслуговування автотранспортних засобів може тільки тоді коли при новітніх технологічних процесів, нових зразків сучасного інструменту та обладнання при застосуванні у операціях технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту а також можна використовувати для систем наукового, виробничого і організаційного процесу.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Огляд обладнання для ремонту коліс автомобілів

Шиномонтаж автомобілебудування проводять на даному обладнанні ОР-6340. Яке включає в себе раму, каретку, редуктори, редукторний двигун, двигун електричний, пульт керування і механізм який приводить в рух колеса.

До даного обладнання входить комплекти різних інструментів а також принадлежностей. У набір входить складається ключ захватуючого пристосування, механізм забортовування, наладка, перехідна плита, зажим і крюк. Забортовочний механізм використовуємо для монтажу колісних шин всіх типорозмірів.

Пристосування ПИМ-746 в себе включає підставку у яку фіксують колеса на шино монтажній дільниці або підставки при виїзному ремонті, ричаг, ланцюг із двома крюками і ломика. При виконанні операцій технологічного процесу зняття та встановлення шини колеса у набір додається два затискачі.

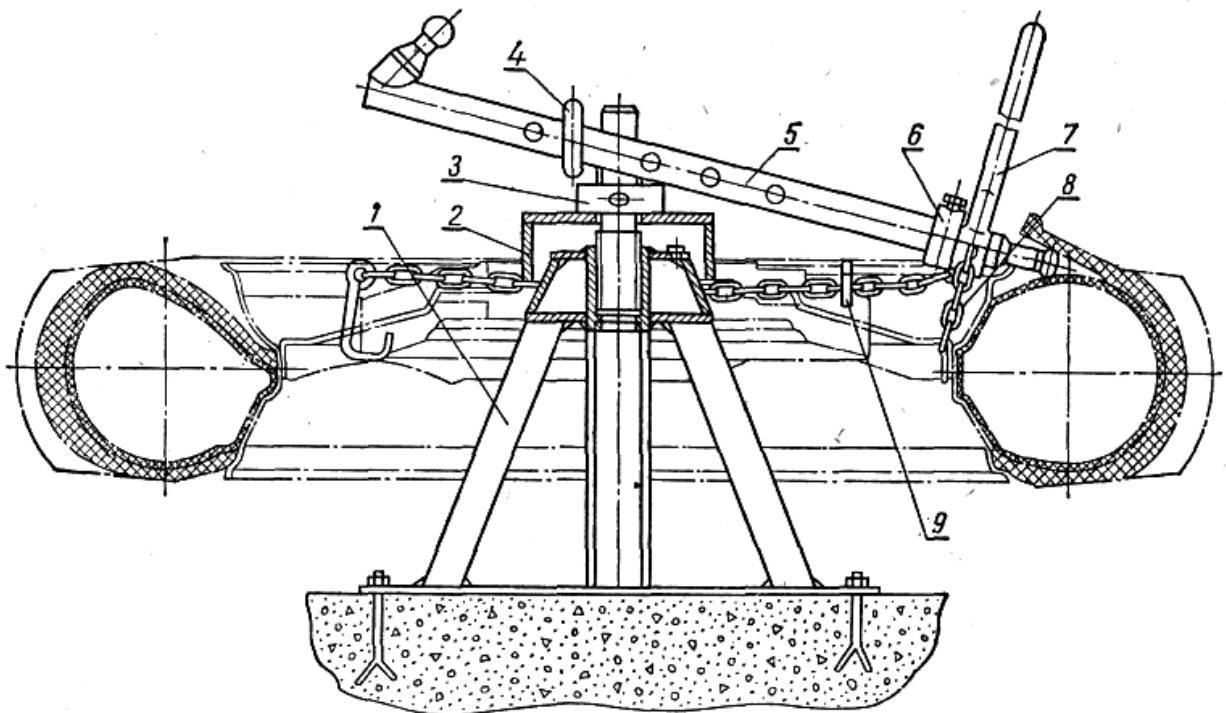


Рис. 1.1. Стенд ПИМ – 746:

1 – основа; 2 – кришка; 3 – гвинт; 4 – втулка; 5 – ричаг; 6 – втулка направляюча;
7 – ричаг; 8 – ланцюг; 9 – гачок.

Шини коліс демонтуються за допомогою важеля, ролик даного інструменту встановлюється під обід шини витримуючи відстань від 10 мм до 12 мм від золотника.

Використання даного пристосування надає змогу підвищити продуктивність виконання ТП ремонту у три чотири рази, і усуває можливість пошкоджень шини та диску коліс.

Проте дане пристосування вимагає прикладення значних зусиль слюсаря-ремонтника. Розсорткування проводиться вручну.

Стенд ОРГ – 1468 – 01 – 0,80А включає в себе основу 1, на яку встановлена плита 2 з корпусом 13. У корпусі встановлена стійка 11 на роликопідшипнику 12 диску меншого колеса. Встановлені у диску втулка 6 у ній вмонтовані штир 5 диску більшого колеса.

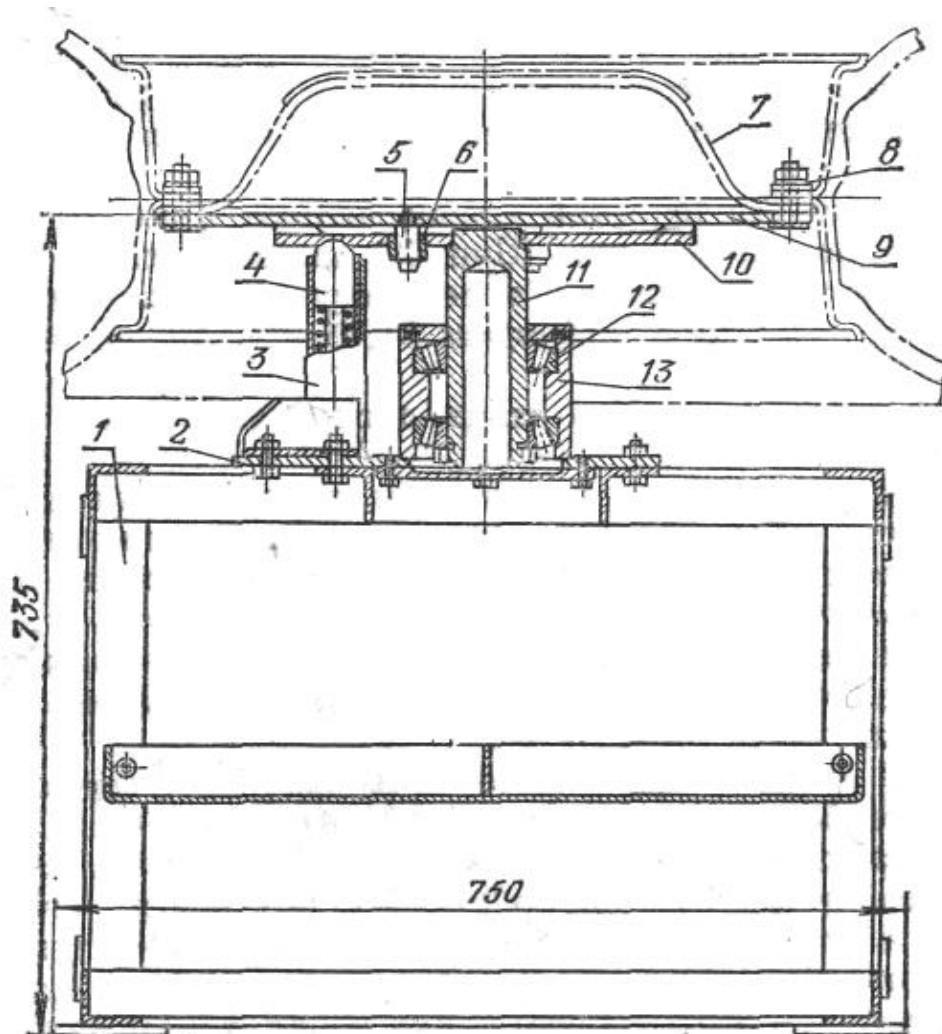


Рис. 1.2. Стенд ОРГ – 1468 – 01 – 0,80А

Збірне колесо від залежності виду монтують до одного диску стенду. Якщо потрібно розібрати колесо ведуче 7, яке монтують до диску 9 таким

чином, щоб болтові елементи 8, які з'єднують диск колеса із диском ободу колеса, розміщалися крізь отвори у диску. Це дасть можливість уникнути прокручення болтових з'єднань під час розбирання. Після того демонтують колесо. Збирання колеса відбувається у протилежній послідовності. Під час проведення ремонтних робіт веденого колеса демонтувати диск більшого колеса стану ведуче колесо змонтувати до диску 10.

Даний станд застосовується при ремонті великогабаритних коліс автотранспортних засобів та сільськогосподарської техніки.

Одним з головних недоліків являється відсутність механізації.

Станд ОР – 6334 включає в себе раму 1, основу 2, піднімальний механізм 3, механізм для монтажно-демонтажних операцій 4, каретки 5, блоку керування 6, відривний механізм борту шини від ободу 8 та гідроциліндра 9.

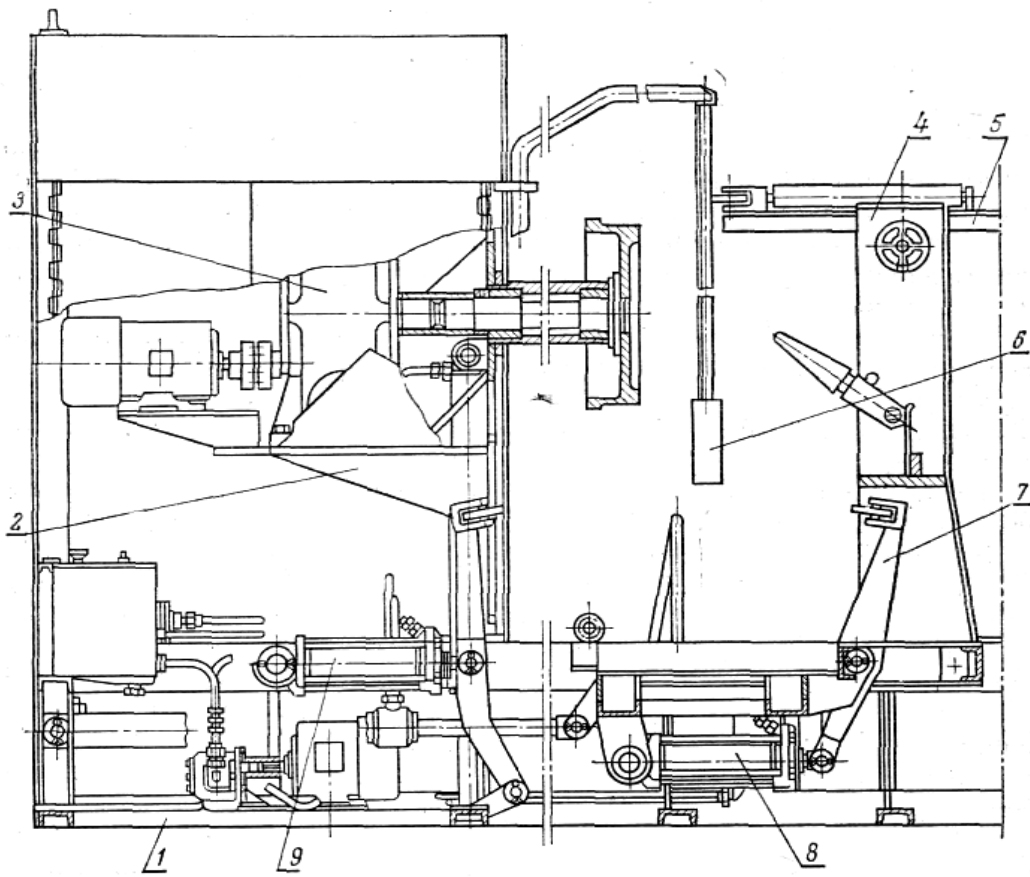


Рис.1.3. Станд ОР – 6334.

Даний станд має хороші експлуатаційні показники. Велика кількість виконуваних робіт проводиться за допомогою механізмів. Одним з основних недоліків являється те, що станд призначений тільки для виконання ремонтних робіт шин одного типу розмірів.

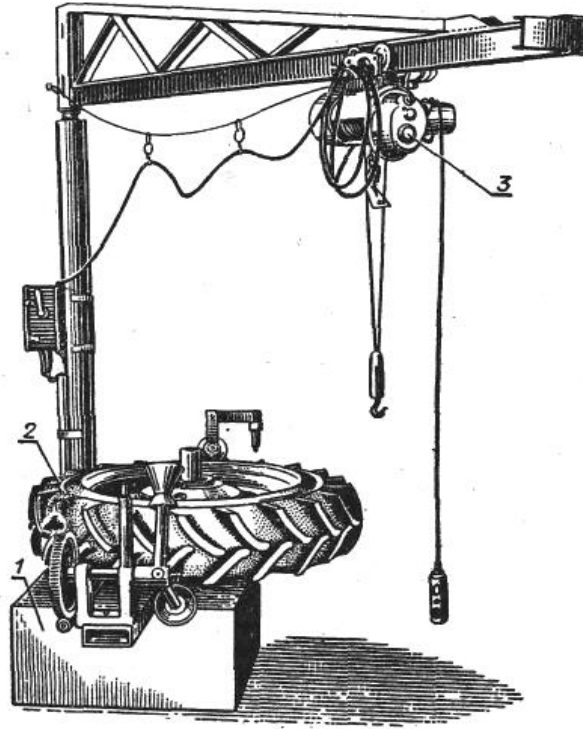


Рис. 1.4. Стенд ремонту шин одного типу розмірів.

Стенд С – 31 – 17 включає у себе раму, на яку встановлено вантажний піднімальне пристосування, платформу, механізм для монтажно-демонтажних операцій технологічного процесу, відривний механізм бортів, моторний редуктор, електричний двигун, блок керування механізмом приводу колеса.

Стенд ОПР – 1372 включає у себе раму, на яку встановлено поворотний механізм знятої шини з колеса, піднімальний механізм колеса з двох бабок для зривання шин від ободу.

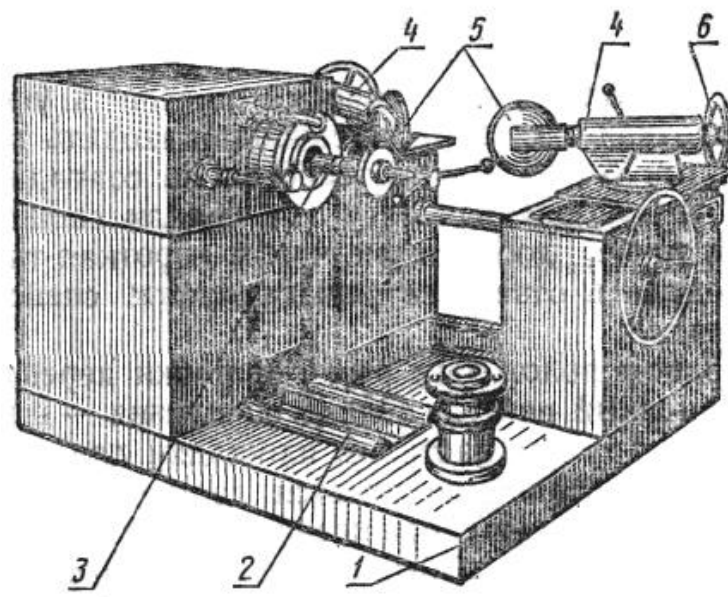


Рис. 1.5. Стенд ОПР – 1372.

Стенд ГАРО – 2467 конструкція якого надає можливість демонтувати дуже сильно прикипівші до диска шини.

Даний стенд включає в себе три колісних возики, на котрі встановлено хобіт із не жорстко зафіксованим гідравлічним циліндром, гідравлічний насос із електричним двигуном номінальною потужністю у 1 кВт на 1500 об/хв. Та блоком керування.

До гідравлічного циліндру встановлено знімач із шістьма лопатами, котрі представляють основні робочі механізми стенду.

Шток гідравлічного циліндру укомплектований механізмами автоматичного захоплення та роз'єднання хвостовикової шайби, котра приєднується до стенда та служить для підхоплення диску знятого колеса з автомобіля.

На основі стенду встановлений золотник, який змінює порядок руху штока, вимикач магнітного пускачу та контрольний манометр масла у гідравлічному циліндру.

Стенд ГАРО – 1102. Використовується для ремонту коліс розміром від 5,50 – 15 до 7,50 – 16 на шино монтажних дільницях.

Складається із каркасу, звареного із кутової смугової сталі, плити, на яких монтують основні вузли обертового стола з ступицею для коліс привідного механізму, має стіл та головку, має двохзаходний винт із двома ричагами та нажувальні ролики.

Навантажувальний ролик представляє основну робочу частину стенду, який виконує операції технологічного процесу демонтажних та монтажних операцій шин.

Основа з ступицею приводиться у роботу електричним двигуном номінальною потужністю 1 кВт на 930 об/хв. крізь редуктор, розташований у стенді.

Електричний двигун стенду управляють за допомогою кнопочної станції, яка встановлена у стенді.

Основа стенду включає у себе обліцовку, закриваючу редуктор, електричного двигуна та пусковий механізм.

В комплект станда входять додатково 2 зміні ступиці із запобіжниками та монтировка.

Нами оглянуто і зроблено висновки щодо обладнання яке використовується при виконанні шиномонтажних робіт. Рисунки і схеми не надаємо на які наведена технічна характеристика.

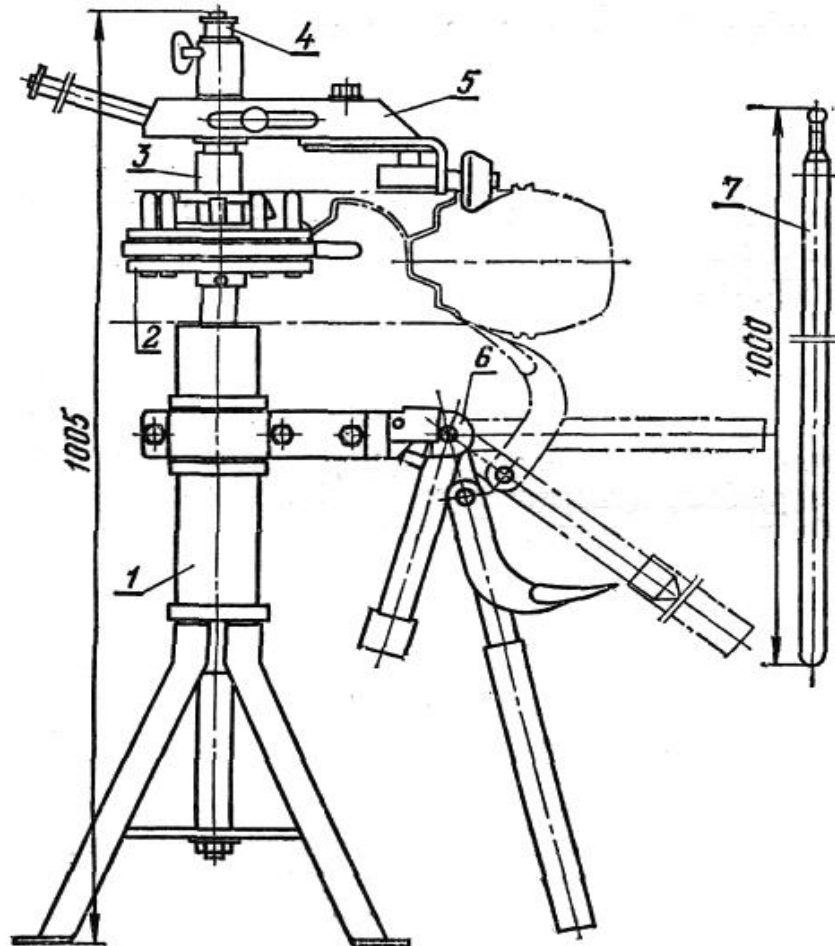


Рис. 1.6. Стенд НВІАТ:

1 – основа; 2 – ступінь загального використання; 3 – замок; 4 – вал; 5 – важіль з роликami для монтажу; 6 – відтискач бортів шин від пазу ободу диска; 7 – важіль демонтажний.

Застосування даного станду в малій перспективі убуменовлено тим, що стенд призначений тільки для використання ТП розбирання малих коліс автотранспортних засобів та сільськогосподарської техніки.

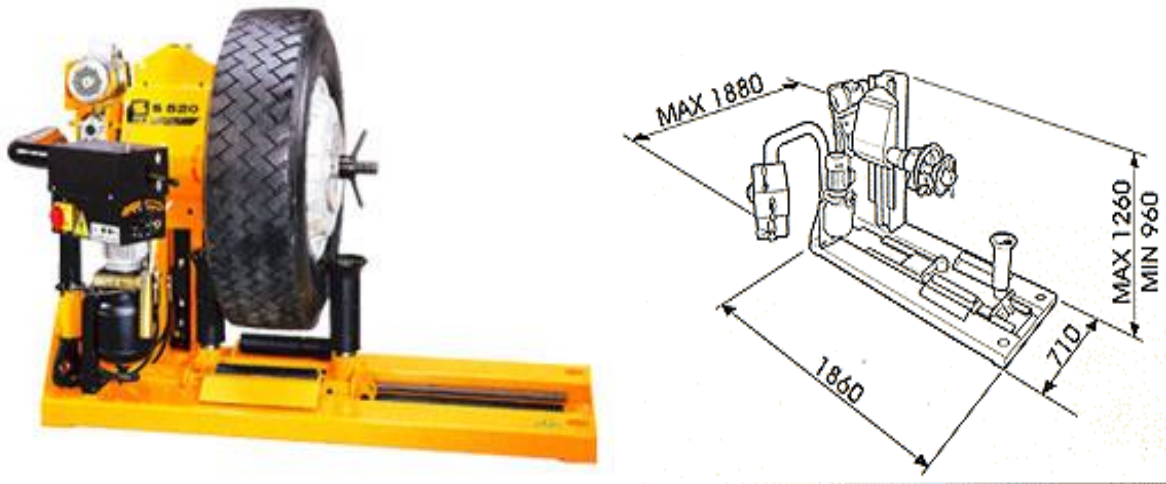


Рис. 1.7. Стенд шиномонтажний SICE S-520.

Стенд шиномонтажний КС-302 використовується при для роботи з камерними і безкамерними колесами легкових автомобілів в розмірному діапазоні коліс від 10 до 18 дюймів. Даний стенд застосовується для виконання технологічного процесу в температурному діапазоні навколишнього середовища від +10 до 35 град. С.



Рис. 1.8. Стенд шиномонтажний КС – 302.

Шиномонтажний стенд ШМЛ або УШ – 1А використовується при роботі з шинами легкових автомобілів посадочним діаметром 12 – 18 дюймів.



Рис. 1.9. Стенд шиномонтажний УШ – 1А.

Стенд представляє собою сучасну конструкцію, широкий діапазон обслуговуваних шин. Робочий тиск повітря становить 4 – 6 кгс/см², при роботі у 20 шин в год, 380В, 750Вт, 1100×720×1700мм, 300кг.



Рис. 1.10. Стенд шиномонтажний (напівавтомат) SICE S-403



Рис. 1.11. Стенд шиномонтажний (напівавтомат) S-390



Рис. 1.12. Стенд шиномонтажний MONTY 2300.

Стенд Monty 2300 призначений для використання у невеликих шиномонтажних дільницях.

1.2 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу

Проаналізувавши виробничо-технічну базу автотранспортного підприємства, було зроблено наступні висновки та поставлено наступні завдання, які слід вирішити в процесі виконання кваліфікаційної роботи магістра:

у другому розділі виконати технологічний розрахунок стенда для монтажу шин коліс. Розробити операційну карту демонтажу шини з використанням представленої установки. Провести економічний аналізи використання стенду, які підтвердять необхідність удосконалення установки, враховуючи показники зменшення затрат електроенергії, обов'язкових експлуатаційних і наведених витрат.

в конструкторському розділі модернізувати пристосування для монтажно-демонтажних операцій;

провести дослідження геометричних параметрів елементів знімачів.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Огляд використання стенду для шино монтажних робіт

Даний стенд який обрали буде використовуватися для виконання технологічного процесу ремонту коліс вантажних автомобілів, який ми рекомендуватимемо для використання шино монтажним дільницям.

Стендом шино монтажним будуть укомплектовані робочі місця для виконання технологічного процесу ремонту коліс автомобілів КаМАЗ, ГАЗ, ЗИЛ.

Процеси виконання операцій з монтажу шин колеса виконуватимуться в наступній порядковості.

1. Обід колеса закріпити у планшайбу.
2. Встановити забортовочний механізм роликком до вверху.
3. Шину колеса покласти в демонтажну частину обода.
4. Привести в дію привід обертання вала і роликком.
5. Завести борт шини у демонтажну частину диска.
6. Ввести у середину шини камеру.
7. За допомогою цехового підйомника протилежний борт перемістити крізь ролик так само завести другий борт шини на обід.
8. Провести наповнення колеса стисненим повітрям до встановлених параметрів тиску.

У процесі використання захватів каретки і зажиму, закріпленому на ободі, механізм забортовки не використовується.

Вибраний у даній кваліфікаційній роботі магістра стенд дуже простий в процесі використання. Також можна зменшити технологічний час на виконання технологічного процесу ремонту шин вантажних автомобілів і не тільки. Даний стенд ми рекомендуватимемо для використання у шино монтажних дільницях різного типу і форми власності.

2.2 Огляд експлуатаційних параметрів станду

Таблиця 2.1. Основні параметри і характеристики станду.

Назва	Од. вим.	Норма
Тип	–	Стационарний
Продуктивність, не менше	шт./год	2
Напруга сітки живлення	В	380 ^{+10%} –5%
Встановлена потужність, не більше	кВт	1,5
Частота обертання приводного валу, не більше	С ⁻¹ (об/хв)	0,047 (2,8)
Удільна енергомісткість, не більше	кВт шт/год	0,75
Габаритні розміри, не більше	мм	3300·1000·1830
Маса, не більше	кг	1200
Строк служби, не менше	років	8
Кількість обслуговуючого персоналу	чол.	1

2.3 Будова і принцип роботи станду

Вибраний станд для виконання операцій технологічного процесу ремонту шин коліс включає в себе раму 2, каретку 1, редуктор 3, редуктор 30, двигуна 29, електричну шафу, блок керування 11, механізм який приводить в рух колесо 4.

Рама 2 призначена для приймання тиску які виникають у процесі виконання монтажно-демонтажних операцій ТП, а також розташування усіх деталей станду. Завдяки направляючим каретка 1 переміщається по ним.

Привід 1 завдяки якому переміщається каретка включає в себе моторний редуктор 30, який з'єднаний напів муфтою і диском із гвинтом 22, змонтований на підшипниках. Винт 22 змонтований із гайкою 8, змонтованою у кронштейні 15 на каретці 1.

У комплект стенда входить набір інструментів і приналежностей. Набір включає у себе ключ заживного пристосування, механізм забортовки, наладки, перехідної плити, зажиму та крюка.

Монтаж шини виконуємо в наступній послідовності:

2.4 Монтаж установки

Комплектуючі складальних одиниць сучасного обладнання постачаються на складання комплектуваними одиницями. Таким чином процес складання елементів конструкції таких деталей як, вали, осі підшипників, муфти, зубчасті колеса, пасові передачі, ланцюгові передачі і так далі приймають такі рішення на заводах де вони виготовляються. На дільниці де проводиться буде монтаж взято за правило виконувати тільки ті роботи, які передбачають з'єднання укомплектованих елементів конструкції при використанні таких як, валів трансмісійних, зубчасті колеса як відкритого так і закритого типу, ланцюгові передачі так само і ременні передачі, муфти і так далі.

Для виконання даних умов важливо забезпечити відповідно правильне розташування з'єднувальних механізмів та деталей і вузлів, тому що вони мають великий перелік значень для забезпечення надійності та довговічності експлуатації готової конструкції. Бувають випадки коли необхідно виконати умову правильного взаємного розміщення кінематично не зв'язаних механізмів тобто їхня паралельність та перпендикулярність

Складання валів та муфт можуть бути певні відхилення від правильно-заданого геометричного розміщення осей. Даний показник може викликати торцеве биття з'єднувальних муфт у випадку перекошування осей, може бути присутнє і радіальне биття муфти ну і валів у випадку зміщення осей у радіальному випадку.

Для складання муфт можуть появитися такі самі відхилення від співвісності, що й у валах. Коли муфти розміщення неспіввісно буде викликане радіальне навантаження на втулки ковзання, підшипники кочення і відповідно на складові деталі муфти з яких вона складається, що призведе до некоректної роботи, або взагалі виходу з ладу. У процесі складання пружних втулочно –

пальцевих муфт потрібно обов'язково звернути увагу на затягування гайок пальців та резинових кілець. Набор кілець повинні бути в хорошому стані, а саме щоб була гладка поверхня і циліндрична, без виступів, впадин і надривів. В процесі складання муфт зубчастих потрібно забезпечити умову а саме радіальний зазор між зубчатими втулками.

Заключною складальною операцією муфт та валів які повинні бути співвісними виконується їхнє центрування тобто перевіряється і при необхідності регулюється співвісність.

Складання підшипників кочення проводиться таким чином що до їхнього встановлення на вал з використанням гідравлічного пресу, або простішим способом допомогою молотка і наставки для підшипників малих розмірів з попереднім нагріванні у оливі при температурі до 90 С а також підшипників великого розміру. Дотримуючись правильного складання потрібно забезпечити відповідний зазор між тілом обертання та кільцем. Якщо установка підшипників була проведена не правильно потрібно демонтувати підшипник використовуючи знімач, або гідравлічний прес і повторити установку до потрібного результату. Зусилля передається на тіло кочення під час монтажу та демонтажу даний процес не допускається.

Зубчасті передачі в процесі складання вирівнюють за розміщенням та розміру точок дотикання, і відповідно за боковими і радіальними зазорами, яке можна визначити використовуючи відповідно свинцевий дріт певного типу розміру.

В процесі перевірки за точками дотику поверхонь зубчастих коліс потрібно покрити фарбою можна також використовувати інші речовини з подібним ефектом що й і фарба, яка дозволяє виявляти площину зон контакту відповідних точок дотикання.

В процесі складання клиновидно-пасової передачі потрібно звернути увагу на такий показник як, взаємне розташування шківів і відповідно і на прогинання пасу.

Проведення динамічного та статичного балансування це потрібно для того щоб не було вібрації у деталях і механізмах котрі обертаються з великою швидкістю тому потрібно виконати дану операцію. Якщо все-таки деталі

незбалансовані їх називають незбалансованими або невірноваженими. Незбалансованість буває статична це коли центр ваги деталі зміщений відносно осі її обертання і динамічна це коли при обертанні виникає пара сил, яка діє на плече.

Деталь яка статично невірноважена яка знаходиться на оправці, розташована на призмі і хоче так повернутися щоб був центр її ваги змінив розташування у нижнє положення. На даній основі найпростіший метод статичного балансування – на призмах. Після того як було визначене місце нехватки ваги встановлюють тягарці певної ваги у верхню частину невірноваженої деталі. Після того як деталь займе стабільне розташування на призмах. Це можна зробити наприклад пластилін наклеїти потрібно домогтися такого стану, що деталь повернулася на будь який інший кут і залишиться нерухомою. Таким чином процес балансування являється закінченими тільки тоді коли тимчасові вагові тягарці замінити постійними.

Це процес балансування як і статичного так і динамічного проводять тільки на спеціалізованих верстатах.

Для уникнення самовільного відкручування болтових з'єднань, які сприймають змінні циклічні або динамічні навантаження потрібно зашплінтувати.

Шпонкові з'єднання а саме шпонки потрібно підігнати так щоб вони своїми боковими гранями стали щільно у посадочних місцях зазори потрібно проконтролювати за допомогою щупа який не повинен заходити між гранями гнізда і шпонки. Якщо шпонкове з'єднання буде не достатньо жорстким то дане з'єднання не забезпечить надійної роботи, що призведе до виходу з ладу увесь механізм.

Обслуговуючий персонал складе одна людина.

2.5 Технічне обслуговування установки

Проводимо зовнішній догляд установки оскільки усе стаціонарне обладнання працює як правило у закритому приміщенні, відповідно вони в меншій мірі забруднюються тому відповідно таке як зовнішній огляд можна

звести просто до прибирання обладнання, інструменту, робочих місць та інших. Провести вологе протирання поверхонь від пилу і бруду і так далі. Дані операції проводяться в ручному режимі або при використанні побутових або промислових приладів. Найбільш операції по миттю поверхонь установок і обладнання можна провести напівмеханізованим способом.

Операції по змащуванню призначені для багатоцільового використання у деталях які труться тонкий шар змащувального матеріалу роз'єднує поверхні та зменшує тертя в процесі чого сам процес зношування зменшується. Тому деталі і особливо підшипники змащуються різними видами мастильних матеріалів відповідно до умов в яких вони працюють.

Мінеральними мастилами проводимо змащування зубчасті а також черв'ячні передачі закритого типу. Муфти зубчастого типу проводимо змащування трансмісійним мастилом.

В процесі технічного обслуговування підшипників проводимо огляд, регулювання, та змащування. В процесі огляду за зовнішнім виглядом, появи або відсутності шумів, температури нагрівання, зміни кольору змащувального матеріалу робимо висновки щодо справності підшипників кочення і відповідно посадочних місць та їх кілець. В процесі виконання контрольних або регулювальних операцій проводимо вимірювання зазорів між валом та втулкою а також осьове биття підшипників.

В процесі виконання технічного обслуговування валів та осей вони підлягають контролю на надійність та герметичність зєднань з деталями які зєднанні між собою наприклад, напів муфтами, кільцями та підшипниками зубчастими колесами і так далі контроль проводимо зовнішнім оглядом, за допомогою похитуванням та визначення ступеня люфтів відносно деталі одна від одної. Вали та осі контролюємо за допомогою штангель циркуля або мікрометру.

Таблиця 2.2 – Перевірка технічного стану

№ п/ п	Що перевіряється і при допомозі якого інструменту, пристрою і обладнання, методика перевірки	Технічні вимоги
1	Перевіряємо у процесі зовнішнього стану та правдивості установки відбувається оглядово	Параметри контролю повинні відповідати відповідно до паспорта установки. Установка з поверхнями не повинна мати вм'ятин, не бути ржавою і так далі, тому що дефекти суттєво діють на усі характеристики і якість роботи обладнання
2	Контроль роботи агрегатів деталей проводиться випробуванням в процесі робочих операцій	Параметри в градусах головки що повертається повинен переміщуватися в межах від П до С. Деталь має переміщатися свobodо, без затримок в корпусі головки.
3	Змащування електричного двигуна та стана електроапаратури	Застосування часу в процесі промивання підшипників кочення не допускається, потрібно із періодичністю проводити очисні операції електроапаратури. Деталі які вийшли з ладу повинні вчасно замінюватися.

Обслуговування черв'ячної передачі проводимо аналогічно зубчастим. Для початку перевіряємо відсутність люфтів у шпонковому з'єднанні ступиці колеса із валом а також у з'єднанні вінця черв'ячного колеса з ступецею.

В процесі контролю муфт проводиться контроль посадочних місць напів муфти на валі, наявність з порожнин муфти протікання масла, а також зношування зубів.

Для нормального та ефективної роботи електричного двигуна напруга у мережі не повинна більш ніж на 5% від номінальної.

Технічне обслуговування електричних двигунів передбачає:

Огляд кріпильних елементів.

Перевірка щіток відсутність підгоряння, викришування.

Контроль контактних кілець та їх очищення.

Перевірка та контроль колектора.

Перевірка та контроль заземлення.

Перевірка та контроль щіток при необхідності їх заміна.

Продування двигуна повітрям.

2.6 Технічне нормування операцій

Для визначення штучного часу за допомогою даної формули:

$$T_{um} = T_o + T_{дон} + T_{об} + T_{г}, \text{ хв.}, \quad (2.1)$$

З окремих прийомів і затрат часу складеться допоміжний час:

$$T_{дон} = T_{в.з.} + T_{з.в.} + T_{уп} + T_{вим}, \text{ хв.}, \quad (2.2)$$

Час який затрачається на обслуговування робочих місць $T_{об}$ у при масових виробництвах і включає в себе час на організаційне обслуговування $T_{орг}$ а також складається із часу на технічне обслуговування $T_{тех}$ робочих місць:

$$T_{об} = T_{орг} + T_{тех}, \text{ хв.}, \quad (2.3)$$

Затрати часу на виконання технічного обслуговування розраховуємо за цією формулою:

$$T_{тех} = (T_o * t_{зм}) / T, \text{ хв.}, \quad (2.4)$$

2.7 Економічна ефективність автосервісу

Показники ефективності роботи автосервісу при умові їхньої конкурентно здатності. Власник автомобіля виходячи з умов якісного та ефективного їх використання. А також якість роботи оцінюється суспільством виходячи з умов розвитку транспортно-технологічних можливостей з повним комплектом позитивних наслідків, які виникли внаслідок цього і відповідно із розгляду забезпечення безпеки дорожнього руху а також усунення прояву шкідливих наслідків. А також якість роботи оцінюється автотранспортним підприємством або станцією технічного обслуговування за умови ефективної роботи та отримання прибутків.

Завод з виготовленням автомобілів може краще продавати свою продукцію на ринку в процесі розвитку каналів збуту за рахунок системної торгівлі. З використання привабливості автомобілів зростає їх продаж. В процесі розвитку мереж станцій технічного обслуговування та ремонту таким чином будуть зростати і мережі автомобільних шляхів, АЗС, автомобільних парковок і створення найкращих умов для використання автомобілів.

Якість життя автомобіля визначається якістю систем його інфраструктури: торгівлі; підтримання й відновлення; експлуатації; використання; забезпечення безпеки руху й усунення його шкідливих наслідків. Причому важливий розвиток не просто котроїсь із підсистем, а оптимізація інфраструктури в цілому.

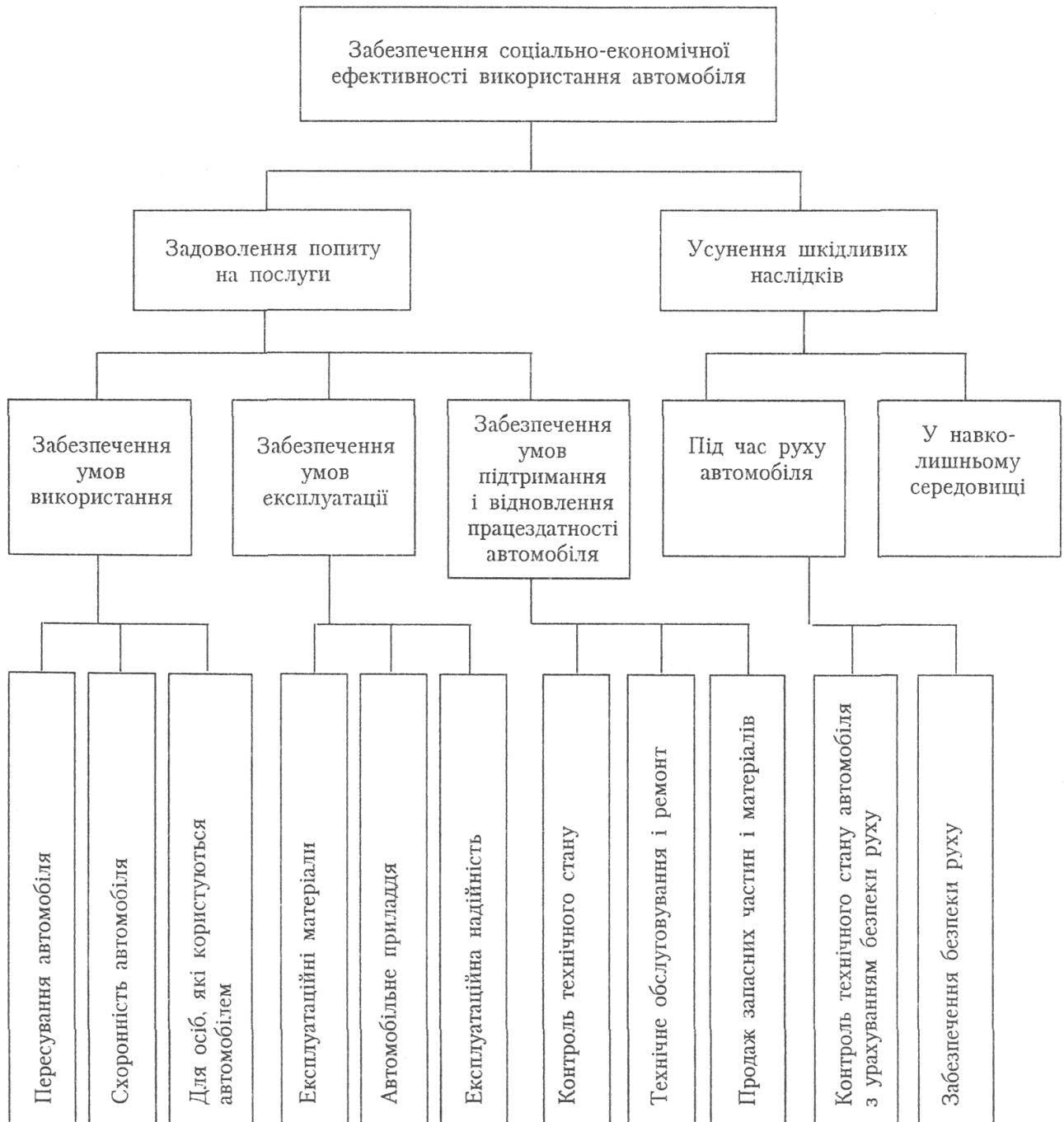


Рис. 2.1 – Станція технічного обслуговування – як система ефективного використання автомобіля

Розвиток інфраструктури автомобільного транспорту виглядатиме так:

$$Z = f (n, m, t, k, d, f, g, c, v). \quad (2.5)$$

Набуде трохи іншого вигляду:

$$Z = (CE_a - \partial CE_a) \quad \max; \partial CE_a > 0, \quad (2.6)$$

Економія будь яких показників підсумку призведе до економії часу а саме дані економічні показники має забезпечити автомобільна інфраструктура а даному випадку станції технічного обслуговування.

Наведені соціальні та економічні показники ефективності станції технічного обслуговування і також наведені розшифрування з даного приводу представлені у таблиці 2.3.

На рисунку 2.1. зображені схема комфортності пересування автотранспортними засобами.

Виходячи з існуючих міркувань автотранспортний засіб має велике соціальне значення для людини і з протилежного боку він вміщає у себе і негативні наслідки а саме:

Забруднює навколишнє середовище.

Надмірне заповнення міст з наслідками зміни його вигляду.

Являється небезпечним і спричиняє загибель людей при ДТП.

Таблиця 2.3 – Показники економічної ефективності станцій технічного обслуговування

Для кого	Ефектив. економічна	Ефектив. соціальна
1 Виробника автомобілів	Приріст конкурентоспроможності. Зростання кількості продажу. Збільшення прибутків.	Зростання рейтингу та привабливості виробника. Перелік позитивних умов оцінки автомобілів і виробника.
2 Споживач	Зменшення затрати часу. Збільшення експлуатаційного пробігу автомобілів. Підвищення ефективності використання автомобіля.	Гарантійне обслуговування автомобілів. Гарантійна безпека. Показник вільного часу збільшився.
3 Суспільство	Збільшення продуктивності.	Зростання показників

	<p>Зменшення робочого та вільного часу. Збільшення ефективного транспортного процесів.</p> <p>Зменшення в наслідок безпечних та екологічних складових.</p>	<p>мобільності та швидкості пересування. отримання нових можливостей.</p>
4 СТО	<p>Збільшення об'єму роботи.</p> <p>Зростання прибутків.</p>	<p>Робочі місця.</p> <p>Збільшення пропозицій на ринку.</p>

З огляду спостережень у зв'язку з поганими та неякісними автомобільними шляхами зростали витрати на збільшення витрати пального і на позапланові ремонтні роботи автомобіля.

Проблема в низькій якості запасних частин, і в роботі станцій технічного обслуговування, нерівномірна пропозиція щодо відношення до попиту викликана нераціональним розміщенням станції технічного обслуговування до виробничої структури, різкий дефіцит у запасних частинах призвів до надмірного с років доставки що у загальному значно перевищує доходи станції технічного обслуговування.

Енергетична криза в Україні 1992-1993 рр. спричинила використання автомобільного транспорту лише на 20-30 відсотків його потужності, від чого були величезні втрати.

Визначальним для інфраструктури автомобільного транспорту був і залишається парк автомобілів – усі інші її елементи повинні підпорядковуватися йому. Водночас реально існуюча інфраструктура є обмежуючою умовою приросту парку автомобілів. Правомірно постає запитання: що станеться, якщо протягом року парк збільшиться на 1-2 млн. автомобілів? На розвиток інфраструктури для цього парку потрібні будуть роки, протягом яких парк не використовуватиметься ефективно. А соціальні та економічні втрати від цієї диспропорції передбачити важко.

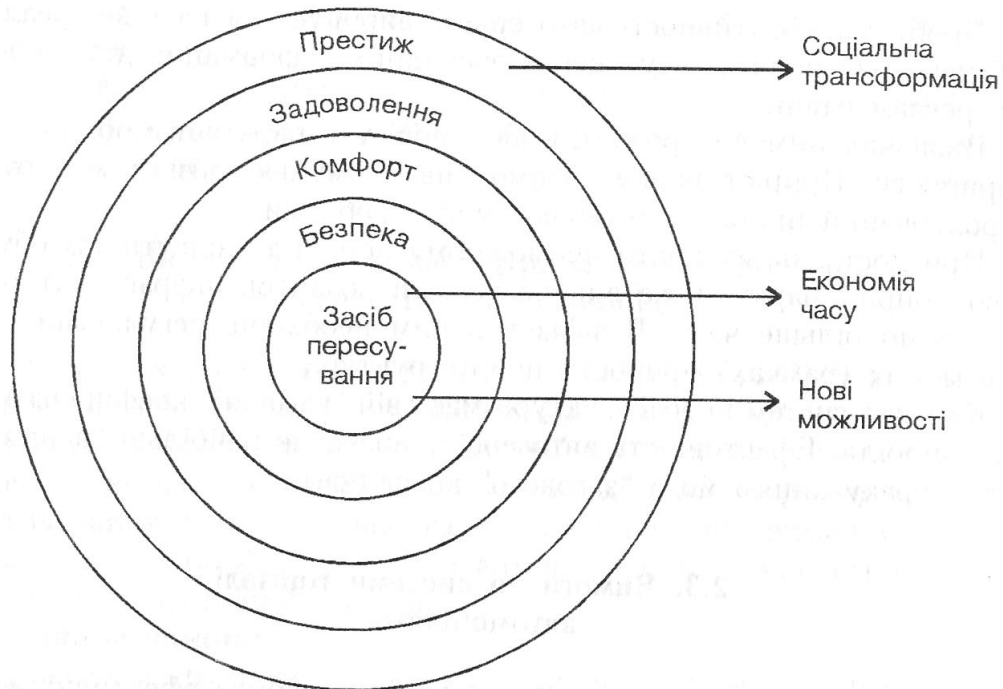


Рис. 2.2 – Ядро соціально-економічної ефективності автомобіля.

Усе вищевикладене можна резюмувати наступним чином.

Автосервіс у широкому розумінні слова – це інфраструктура автомобільного транспорту, яка включає в себе системи торгівлі, підтримання й відновлення працездатності автомобілів, його технічної експлуатації, використання й усунення шкідливих наслідків.

Автосервіс у вузькому і звичному розумінні слова – це система підтримання й відновлення працездатності автомобіля, що включає в себе підсистеми інформації про клієнтів і для клієнтів, продаж запасних частин, матеріалів і приладдя, управління запасами, обслуговування клієнтури, діагностики, технічного обслуговування і ремонту автомобілів.

Проблема ефективності автосервісу вирішується на рівні реальних завдань. Тепер вона полягає в усуненні очевидних деформацій, диспропорцій, недоліків, регламентації.

Визначальним для розвитку автосервісу є парк автомобілів і тенденція його приросту. Приріст парку автомобілів стимулює розвиток автосервісу, а неконтрольований приріст поглиблює його проблеми.

При достатньому платоспроможному попиті та відсутності обмежень на торгівлю приріст парку може випереджувати розвиток інфраструктури, що

потребує значно більше часу. В зв'язку з цим необхідне регулювання приросту парку в межах (рамках) приросту інфраструктури.

Кожна з систем інфраструктури має свій ваговий коефіцієнт в ефективності автомобіля. Ефективність автосервісу визначає найбільш відсталий його елемент з урахуванням його вагового коефіцієнта.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розрахунок та електричного двигуна

Вибираємо електричний двигун відповідно до номінальної потужності на валі роликів.

Вихідні дані:

$$n = 2,8 \text{ об./хв.}$$

Розраховуємо яку потрібно нам потужність електричного двигуна, кВт:

$$P_{\text{дв.н.}} = P_6 / \eta_{\text{заг}}, \quad (3.1)$$

$$\eta_{\text{заг}} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3$$

$$\eta_1 = 0,99;$$

$$\eta_2 = 0,975;$$

$$\eta_3 = 0,97;$$

$$\eta_{\text{заг}} = 0,99 \cdot 0,975 \cdot 0,97 = 0,936 \quad (3.2)$$

Після того

$$P_{\text{дв.н.}} = 0,65 / 0,936 = 0,69 \text{ кВт.}$$

Визначаємо межі кутових швидкостей валу двигуна, $\omega_{\text{дв.н.}}$ (рад/с).

$$\omega_{\text{дв.н.}} = \omega_6 (U_{\text{заг. min.}} \dots U_{\text{заг. max}}) (3 \dots 5), \quad (3.3)$$

$$U_{\text{заг.}} = U_1 \cdot U_p = U_1 \cdot U_2 \quad (3.4)$$

$$U_1 = 2 \dots 4;$$

$$U_2 = 3 \dots 5.$$

Кутову швидкість роликів розраховується за формулою:

$$\omega_{ном} = \frac{\pi \cdot n_{ном}}{30}; \quad (3.5)$$

$$\omega_{ном} = 0.29.$$

Тоді

$$\omega_{дв.п.} = 0.29 \cdot (2 \cdot 3 \dots 4 \cdot 5) = 1.74 \dots 5.8 \text{ рад/с} \quad (3.6)$$

Вибираємо електричний двигун

Відповідно до $P_{дв.п.} = 0,62 \text{ кВт}$ та $\omega = 104,7 \text{ рад/с}$ приймаємо електричний двигун АІР80А6УЗ, в нього номінальна потужність $P_{ном} = 0,75 \text{ кВт}$, частота обертання $n_{ном} = 1000 \text{ об/хв}$. Номінальна кутова швидкість обертання вала електричного двигуна.

$$\omega_{ном} = \pi \cdot n_{ном} / 30 = 3.14 \cdot 1000 / 30 = 104 \text{ рад/с} \quad (3.7)$$

при номінальному навантаженні: ККД-69 %, маса 18,3 кг.

Перевантаження двигуна.

$$P_{пер} = \frac{|P_{ном} - P_{дв.п.}|}{P_{ном}} \cdot 100\% \quad (3.8)$$

$$P_{пер} = \frac{|0,75 - 0,69|}{0,75} \cdot 100 = 8\%$$

3.2 Проводимо розрахунок основних деталей на міцність

Розраховуємо вал приймаючи умови, які відомі нам для розрахунку:

$$F_t = 308 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$T = 260 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$F_r = 34 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$a_4 = 116 \text{ мм}$$

$$F_a = 104 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$a_3 = 116 \text{ мм.}$$

$$a_2 = 110 \text{ мм.}$$

$$a_1 = 300 \text{ мм.}$$

Визначаємо допустиму напруженість

$$\sigma_p = \frac{\sigma_{-13\Gamma}}{\eta_{-1}} \quad (3.9)$$

Границя витривалості для сталі 45 дорівнює $\sigma_{-13\Gamma} = 250 \dots 340 \text{ МПа}$.

Вибираємо до розрахунку $\sigma_{-13r} = 296 \text{ МПа}$ $n-1 = 3.2 \dots 3.5$ – коефіцієнт запасу міцності.

Прийmemo $n-1 = 3,5$.

Таким чином

$$\sigma_p = \frac{\sigma_{-13r}}{\eta_{-1}} = \frac{296}{3,5} = 84,6 \text{ МПа} \quad (3.10)$$

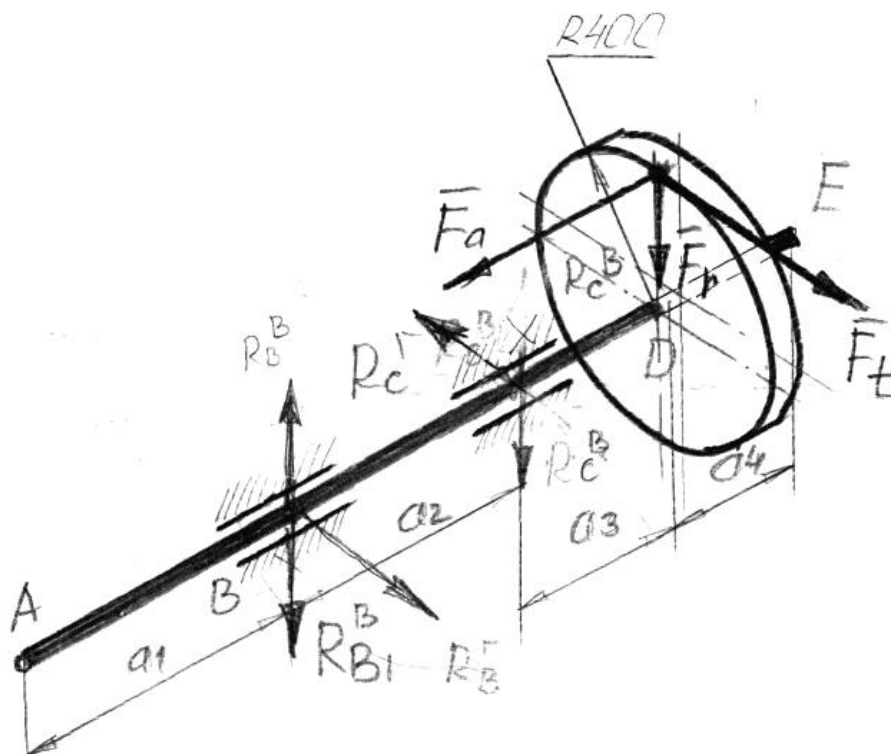


Рис.3.1. Розрахункова схема вала

Визначаємо сумарний згиний момент (рис. 3.1):

визначаємо реакції опор.

Для реакції опор направляємо перед тим їх у плюсовому напрямку та складемо суму моменту усіх сил відповідно до точок В і С.

Горизонтальна площина

$$\sum M_C^r = R_B^r \cdot a_1 - F_t \cdot a_3 = 0 \quad (3.11)$$

$$\sum M_B^r = R_C^r \cdot a_1 - F_t \cdot (a_2 + a_1) = 0 \quad (3.12)$$

Звідти

$$R_B^r = \frac{F_t \cdot a_3}{a_1} = \frac{308 \cdot 116}{110} = 324,4 H;$$

$$R_C^r = \frac{F_t \cdot (a_2 + a_3)}{a_2} = \frac{308 \cdot (116 + 110)}{110} = 632,8 H.$$

Перевірка рівності нуля суми усіх сил на вертикальну вісь

$$R_C^r - F_t - R_B^r = 0 \quad (3.13)$$

$$632,8 - 308 - 324,8 = 0.$$

Вертикальна площина.

$$\sum M_C^B = R_B^B \cdot a_2 - F_t \cdot a_3 + F_A \cdot R; \quad (3.14)$$

$$\sum M_B^B = -F_r \cdot (a_3 + a_2) + R_C^B \cdot a_2 + F_A \cdot R; \quad (3.15)$$

$$R_B^B = \frac{F_r \cdot a_3 - F_A \cdot R}{a_2} = \frac{34 \cdot 116 - 104 \cdot 400}{110} = -342,33 H;$$

$$R_C^B = \frac{F_r \cdot (a_3 + a_2) - F_a \cdot R}{a_2} = \frac{34 \cdot (110 + 110) - 104 \cdot 400}{110} = -308,33 \text{ Н.}$$

Перевірочний розрахунок:

$$-F_r - R_B^B - R_C^B = 0; \quad (3.16)$$

$$-34 + 342,33 - 308,33 = 0.$$

Креслимо епюр згиного моменту.

Горизонтальна площина.

Визначаємо моменти в перерізах А, В, С.

$$M_A = 0;$$

$$M_B = -R_A^r \cdot a_1 = -324,6 \cdot 0,3 = -97 \text{ Нм}; \quad (3.17)$$

$$M_C = -R_A^r \cdot (a_1) + R_C^r \cdot (a_1 + a_2) = -324,8 \cdot 0,3 + 632,8 \cdot 0,41 = 162 \text{ Нм} \quad (3.18)$$

$$M_C = -R_A^r \cdot (a_1) + R_C^r \cdot (a_1 + a_2) - F_t = -324,8 \cdot 0,3 + 632,8 \cdot 0,41 + 308 \cdot 0,526 = 0 \text{ Нм}$$

Вертикальна площина.

Визначаємо моменти в перерізах А, В, С.

$$M_A = 0;$$

$$M_B = R_A^B \cdot a_1 = 342,33 \cdot 0,3 = 103 \text{ Нм}; \quad (3.19)$$

$$M_C = R_A^B \cdot a_1 - R_C^B \cdot (a_1 + a_2) = 342,33 \cdot 0,3 - 308,33 \cdot (0,3 + 0,11) = -23 \text{ Нм}. \quad (3.20)$$

$$M_D^{\perp} = R_B^B \cdot a_1 - R_C^B \cdot (a_1 + a_2) - F_R \cdot (a_1 + a_2 + a_3), \text{ Н.} \quad (3.21)$$

$$M_D^{\text{II}} = 342,33 \cdot 0,3 - 308,33 \cdot (0,3 + 0,11) - 34 \cdot (0,3 + 0,11 + 0,116) = -41 \text{ Н.}$$

$$M_D^{\text{II}} = M_D^{\text{II}} + F_a \cdot R = -41 + 104 \cdot 0,4 = 0,6 \text{ Н.}$$

Просумований момент в вказаних попередній перерізах

$$MA = 0;$$

$$MB = \sqrt{M_B^{B2} + M_B^{\Gamma}} = \sqrt{103^2 + (-92^2)} = 138 \text{ Нм}$$

$$MC = 0.$$

Будуємо в масштабі значення моментів у точках А, В, С і креслимо епюр моменту у горизонтальній і вертикальній площині, і епюр сумарного моменту.

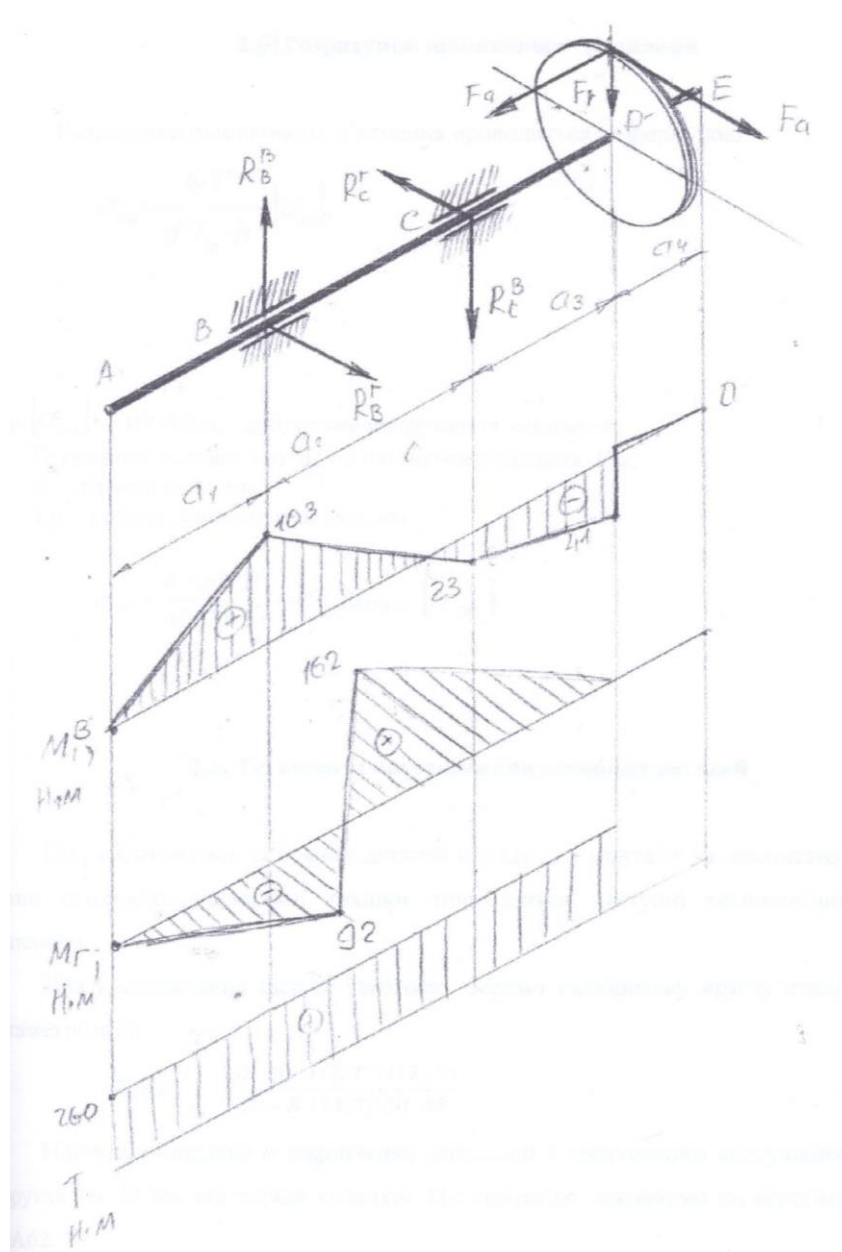


Рис. 3.2 – Епюри моментів

Знайдемо еквівалентний момент

$$M_{екв} = M_B^2 + 0,75 \cdot T^2 = 138^2 + 0,75 \cdot 260 = 264 \text{ Нм} \quad (3.22)$$

Визначаємо діаметр валу за формулою:

$$d = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{екв}}{\pi \cdot \sigma_p}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 264}{3,14 \cdot 84,6}} \cdot 10 = 31,68 \text{ мм}. \quad (3.23)$$

Приймаємо $d = 50 \text{ мм}$.

3.3 Розраховуємо шпонкове з'єднання

Розраховуємо шпонкове з'єднання за формулою:

$$\sigma_{зм} = \frac{4 \cdot T}{d \cdot L_p \cdot h} < [\sigma_{зм}], \quad (3.24)$$

$$\sigma_{зм} = \frac{4 \cdot 260}{30 \cdot 74 \cdot 5,5} = 51 \text{ МПа} < [\sigma_{зм}].$$

Відповідно до розрахунку вибираємо шпонкове з'єднання.

3.4 Вибір клинопасової передачі

Вибраний переріз паса може використовуватися для потужності, яка передаватиметься, до 2 кВт.

Розраховуємо розмір перерізу паса
 $l_p = 8,5; W = 10; T_0 = 6,0; A = 40 \pm 1^\circ$. Для даного перерізу паса завдяки таблиці вибрано діаметр ведучого шківів d_1 .

Діаметр ведучого шківів знаходимо за формулою:

$$d_2 = d_1 \cdot U_0(1-\varepsilon), \text{ мм} \quad (3.25)$$

$$e = 0,02;$$

Після підстановки маємо:

$$d_2 = 100 * 2(1 - 0,02) = 196 \text{ мм.}$$

Отримане значення діаметру ведучого шківу вибираємо з таблиці найближче до розрахункового $d_2 = 200 \text{ мм}$. В подальшому уточнюємо передаточне число яке будемо використовувати для подальшого розрахунку.

$$U = \frac{d_2}{d_1(1-\varepsilon)} \quad (3.26)$$

$$U = \frac{200}{100 \cdot (1-0,02)} = 2,04,$$

Різновид отриманих передаточних чисел з заданим не має бути більше 5 %.

А якщо перевищує то тоді змінюємо діаметр шківів d_1 .

$$\Delta U = \frac{U - U_0}{U_0} \cdot 100 \% \leq 5 \% \quad (3.27)$$

$$\Delta U = \frac{2,04 - 2}{2} \cdot 100 \% = 2 \% \leq 5 \% .$$

Відстань між осями клинопасової передачі приймаємо у залежності від передаточного числа за таблицею.

За визначеною міжосьовою відстанню визначаємо розрахункову довжину пасу.

$$L_p = 2a + \frac{\pi}{2}(d_1 + d_2) - \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}, \text{ мм} \quad (3.28)$$

$$L_p = 2 \cdot 235,2 + \frac{3,14}{2}(100 + 200) - \frac{(200 - 100)^2}{4 \cdot 235,2} = 930,8 \text{ мм.}$$

Розраховану довжину паса для відкритої передачі заокругляємо до найближчої стандартного значення. З таблиці вибрано $L_p = 900$ мм. В подальшому визначаємо кінцеве значення міжосьової відстані за формулою:

$$a = 0,25 \left[(L_p - b_1) + \sqrt{(L_p - b_1)^2 - 8 \cdot b_2} \right], \text{ мм} \quad (3.29)$$

$$b_1 = \pi \cdot \left(\frac{d_1 + d_2}{2} \right); \quad b_2 = \left(\frac{d_2 - d_1}{2} \right)^2.$$

$$a = 0,25 \left[(900 - 471) + \sqrt{(900 - 471)^2 - 8 \cdot 2500} \right] = 208,5 \text{ мм.}$$

$$b_1 = 3,14 \cdot \left(\frac{100 + 200}{2} \right) = 471 \text{ мм}; \quad b_2 = \left(\frac{200 - 100}{2} \right)^2 = 2500 \text{ мм.}$$

Розраховуємо кут обхвату пасу ведучого шківа.

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ \cdot \frac{d_2 - d_1}{a}, \text{ град} \quad (3.30)$$

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ \cdot \frac{200-100}{208,5} = 152 \text{ град.}$$

Кількість пасів z у передачі при забезпеченні середнього ресурсу експлуатації – (2500 год.) по ГОСТ 1283.2-80 розраховуємо за формулою.

$$z = \frac{P_1 \cdot C_p}{P_0 \cdot C_\alpha \cdot C_L \cdot C_z}, \quad (3.31)$$

$$P_0 = 0,78 \text{ кВт};$$

$$C_\alpha = 0,92;$$

$$C_L = 0,92;$$

$$C_z = 0,95;$$

$$C_p = 1,0.$$

$$z = \frac{0,62 \cdot 1,0}{0,78 \cdot 0,92 \cdot 0,92 \cdot 0,95} = 0,99.$$

Визначену кількість пасів заокругляємо до найближчого цілого, $z = 1$

Сили, які діють в пасовій передачі.

Попереднє натягнення F_0 розраховуємо:

$$F_0 = \frac{850 \cdot P_1 \cdot C_p \cdot C_v}{z \cdot V \cdot C_\alpha} + \theta \cdot V^2, \text{ Н} \quad (3.32)$$

$$F_0 = \frac{850 \cdot 0,62 \cdot 1,0 \cdot 0,96}{1 \cdot 5,2 \cdot 0,92} + 0,06 \cdot 5,2 = 107,4 \text{ Н.}$$

Для розрахунку коефіцієнту C_p приймем при роботі в одну зміну.

Швидкість пасу V розраховуємо:

$$V = \frac{d_1 \cdot \omega_1}{2 \cdot 10^3}, \text{ м/с}, \quad (3.33)$$

$$V = \frac{100 \cdot 104}{2 \cdot 10^3} = 5,2 \text{ м/с}.$$

$$C_v = 0,96.$$

$$q = 0,06 \text{ Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^2.$$

Визначаємо зусилля передачі в процесі роботи.

Визначаємо кругове зусилля

$$F_t = 10^3 \cdot \frac{P_1}{V}, \text{ Н}, \quad (3.34)$$

$$F_t = 10^3 \cdot \frac{0,62}{5,2} = 112,7 \text{ Н}.$$

Зусилля у ведучій вітці

$$F_1 = F_0 + \frac{F_t}{2}, \text{ Н} \quad (3.35)$$

$$F_1 = 107,4 + \frac{112,7}{2} = 163,75 \text{ Н}.$$

Зусилля у веденій вітці.

$$F_1 = F_0 - \frac{F_t}{2}, \text{ Н} \quad (3.36)$$

$$F_1 = 107,4 - \frac{112,7}{2} = 51,05 \text{ Н}.$$

Зусилля на ведучому та веденому валу.

$$F_{B1} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \alpha_1}, H \quad (3.37)$$

$$F_{B1} = \sqrt{163,75^2 + 51,05^2 - 2 \cdot 163,75 \cdot 51,05 \cdot \cos 152,66} = 210,4 H.$$

$$F_{B2} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \alpha_2}, H \quad (3.38)$$

$$F_{B2} = \sqrt{163,75^2 + 51,05^2 - 2 \cdot 163,75 \cdot 51,05 \cdot \cos 207,4} = 210,4 H.$$

Для відкритої передачі

$$\alpha_2 = 180^\circ + 57^\circ \cdot \frac{d_2 - d_1}{a}, \text{ град} \quad (3.39)$$

$$\alpha_2 = 180^\circ + 57^\circ \cdot \frac{200 - 100}{208,5} = 207,4 \text{ град.}$$

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Огляд експериментальних зразків

Експериментальний зразок знімача представлений на рис. 4.1.

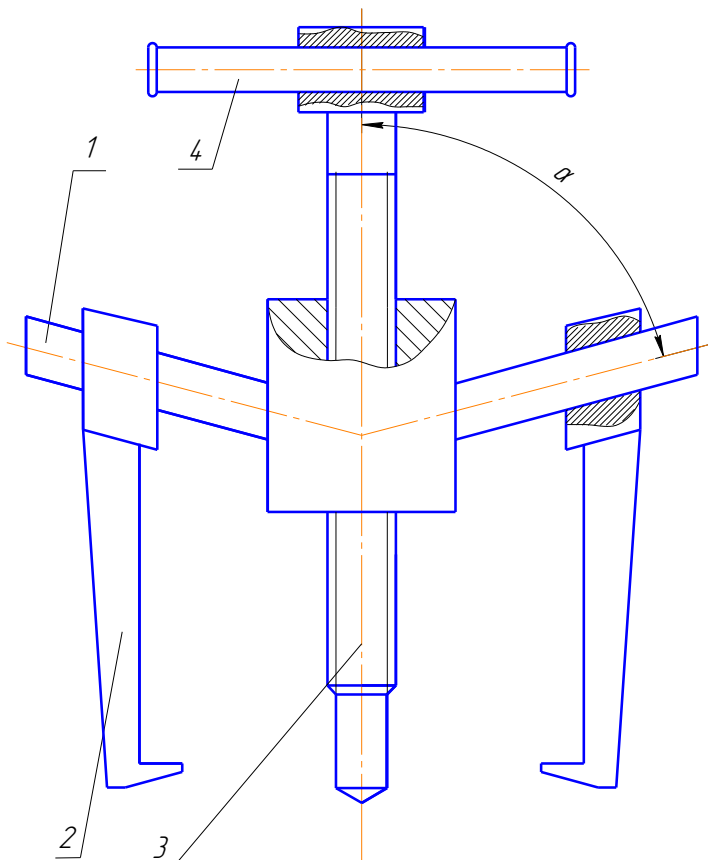
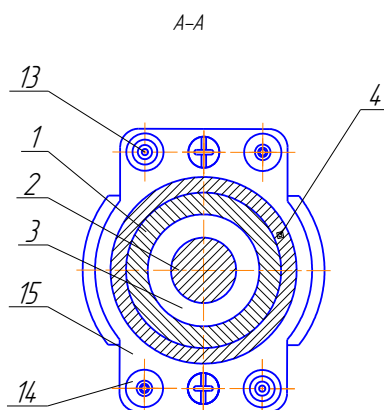


Рис. 4.1 – Знімач для демонтажних операцій технологічного процесу:
1 – траверса; 2 – лапа; 3 – силовий гвинт; 4 – важіль.

На рисунку 4.2 представлено знімач із керованим захоплювачем.



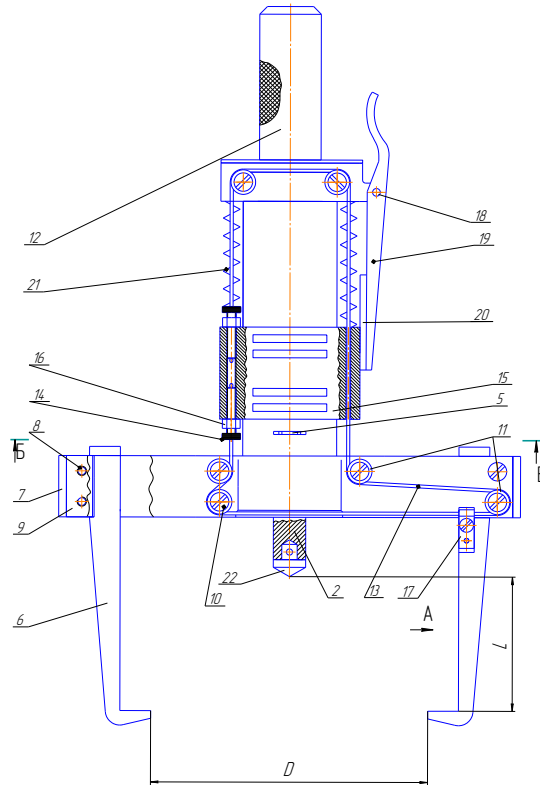


Рис. 4.2 – знімач із керованим захоплювачем:

1 – робочий циліндр; 2 – направляюча; 3 – робочий поршень; 4 – траверса; 5 – кільце стопорне; 6 – лапа для захоплення; 7 – вставка; 8, 9, 10 – гвинт; 11 – робочий ролик; 12 – клерувальна ручка; 13 – линва; 14 – робочий штуцер; 15 – муфта; 16 – гайка; 17 – затискач; 18 – направляючий штифт; 19 – важіль двоплечий; 20 – колодка фрикційна; 21 – робоча пружина; 22 – вставка зміна.

4.2 Проведення дослідження конструкції знімача

Моделюємо знімач у програмі Autodesk Inventor. Послідовність проведення експериментальних досліджень.

Створюємо експериментальну модель рис. 4.1. Вказую параметри експериментальних досліджень.

Програма видає відображений результат розрахунку у табличній формі.

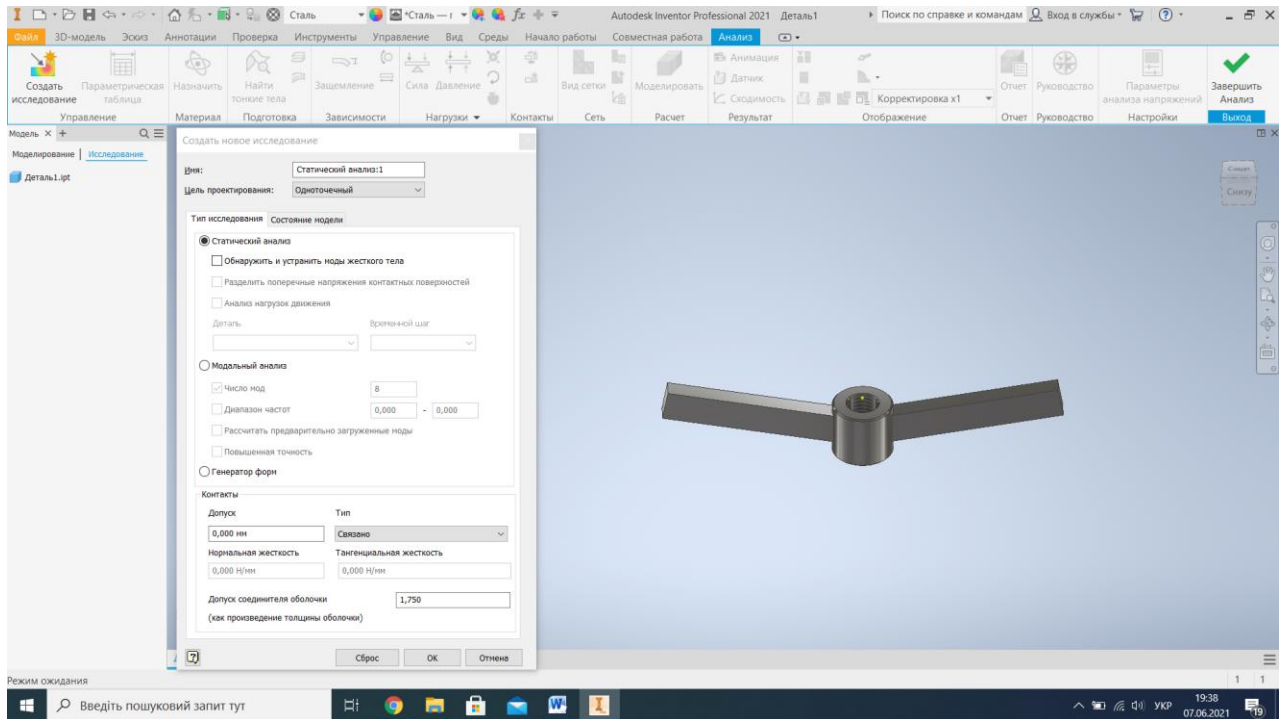


Рис. 4.1 – Створення деталі для моделювання

Задаємо параметри у параметричну таблицю як зображено на рис.4.2.

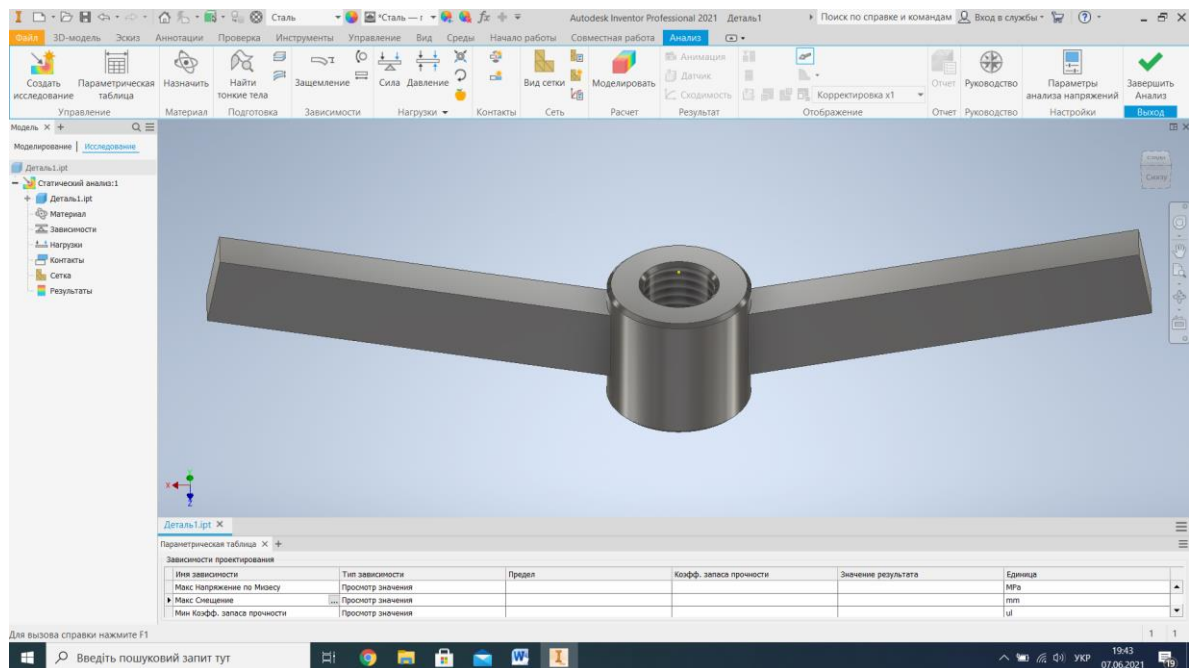


Рис. 4.2 – Додавання параметрів розрахунку в параметричну таблицю.

Вибираємо матеріал деталі сталь. В якості обрання іншого матеріалу для досягнення інших показників можемо змінювати матеріал як показано на рис. 4.3.

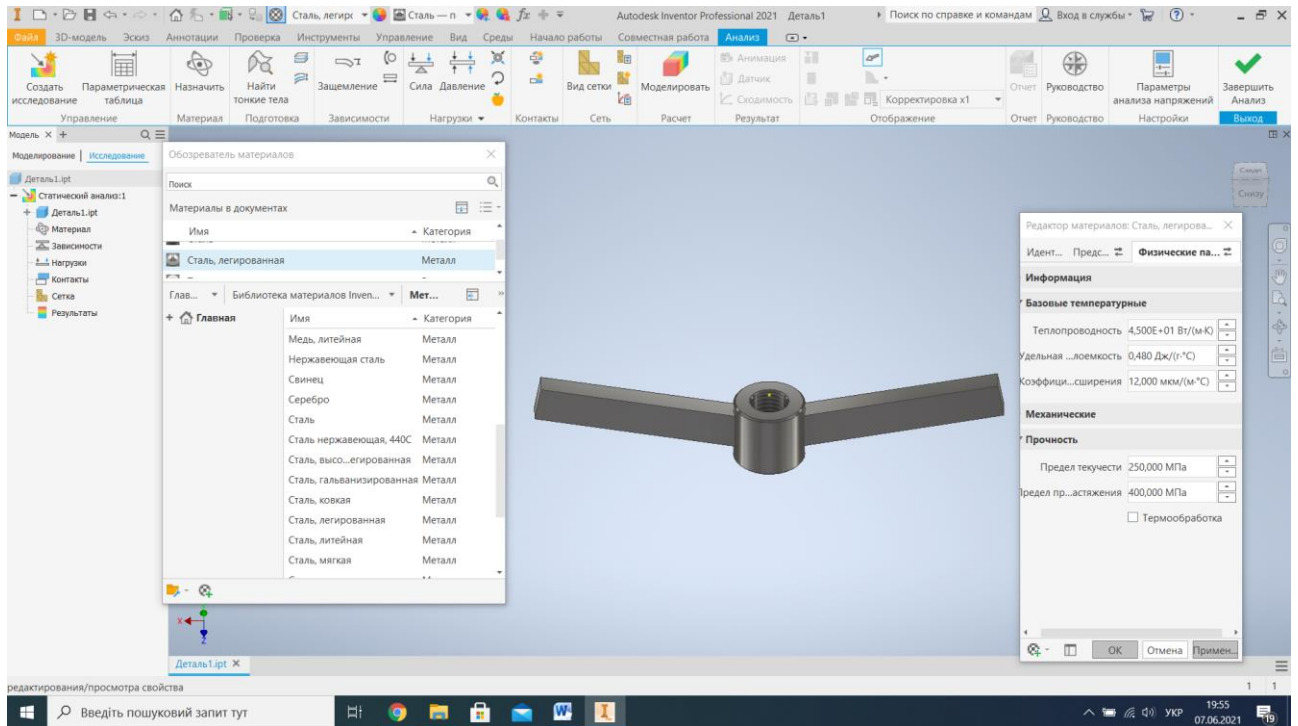


Рис. 4.3 – Вибір матеріалу та його властивостей.

В подальшому потрібна зафіксувати траверсу, тому обираємо усі параметри для цієї операції як показано на рис. 4.4. Для того фіксуємо деталь у просторі щоб забезпечити можливі переміщення від дії навантажень. При фіксації дотичних напрямків навантаження яке не дозволить деталі обертатися і переміщуватися у площині отвору.

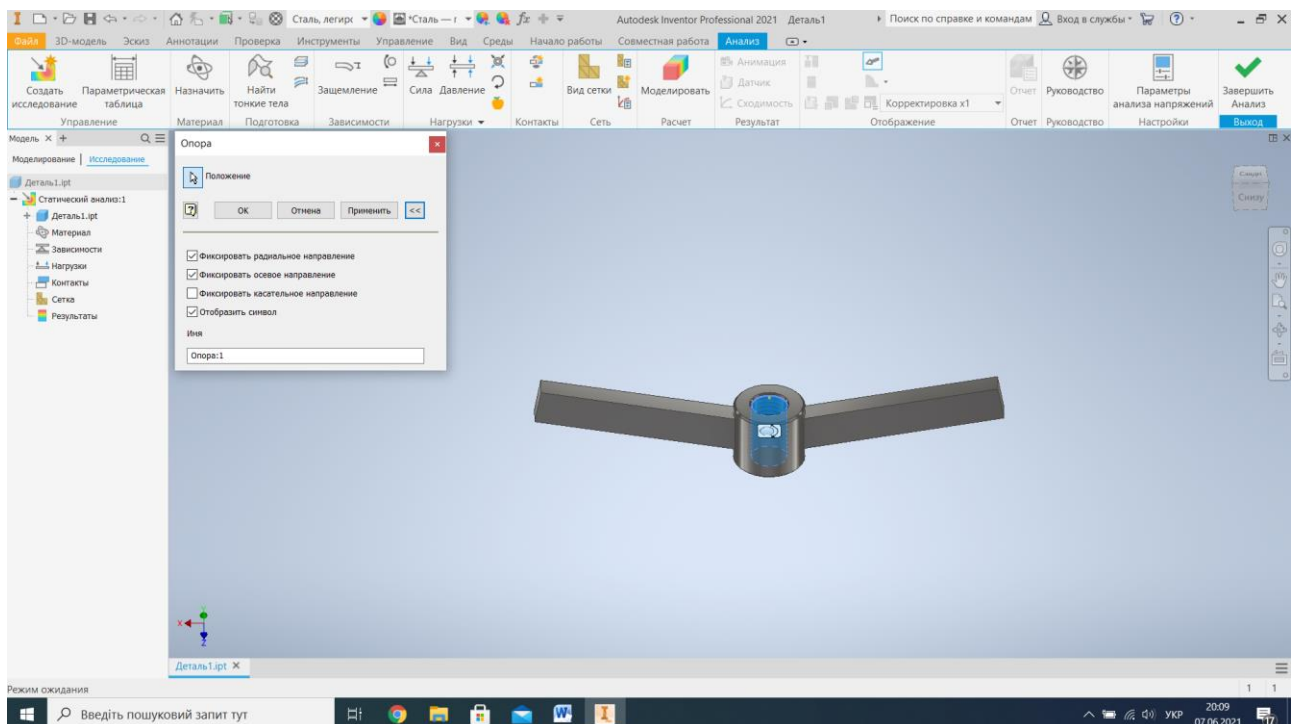


Рис. 4.4 – Задаємо умови впирання траверси.

Встановлюємо параметри зовнішнього навантаження з сторін захоплювача. Вибираємо місце у плечі траверси для розташування сили, задаємо напрямок впливу сили на усі осі отвору з номіналом сили у 1500 Н.

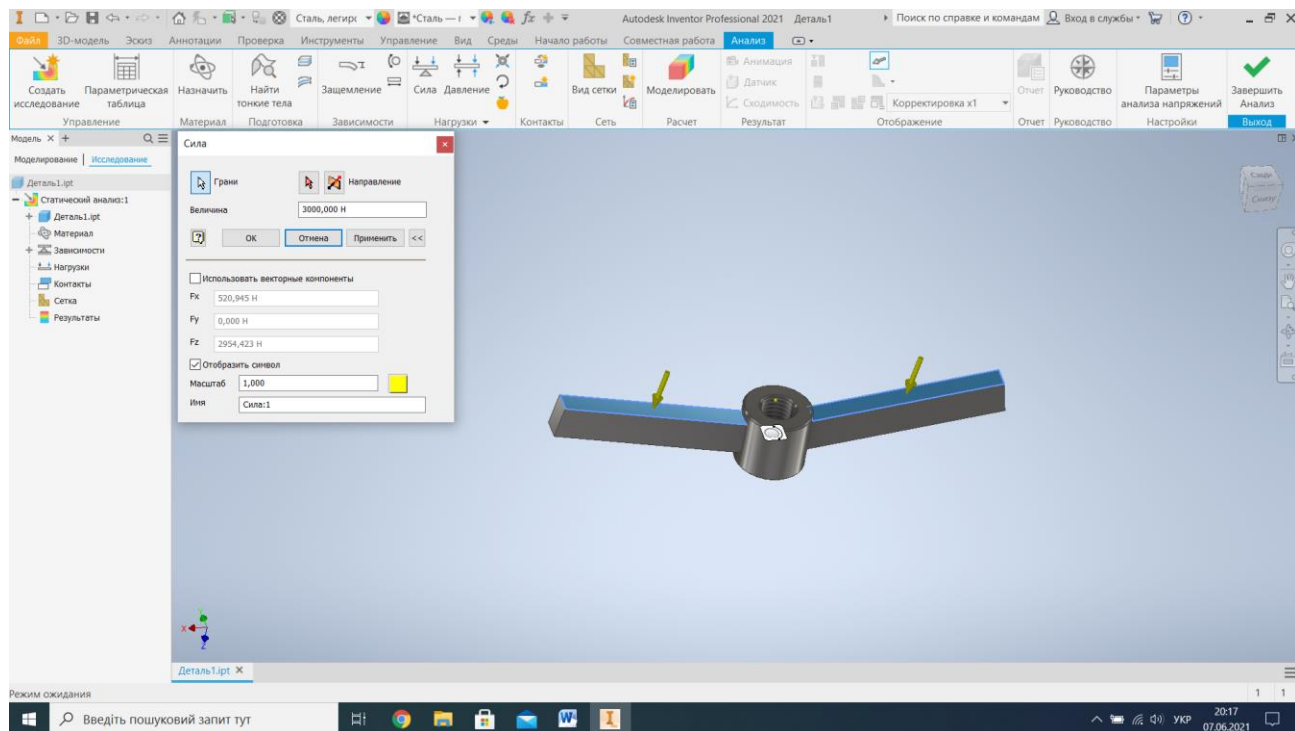


Рис. 4.5 – Задання навантажень на деталь

У даній програмі відображаємо сітку KE. Після налаштування параметрів сітки, як показано на рис. 4.6.

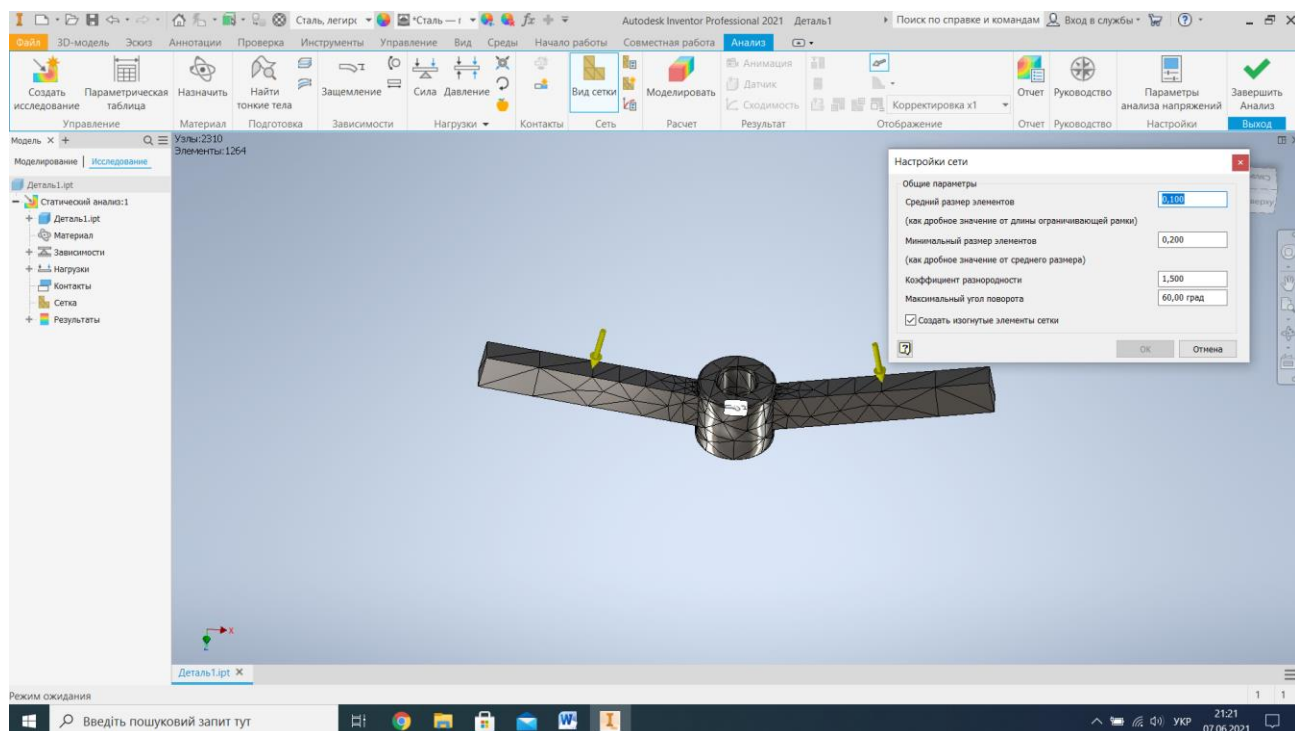


Рис. 4.6 – Отримані результати після налаштування сітки.

Виконуємо команду розрахунок деталі (рис. 4.7).

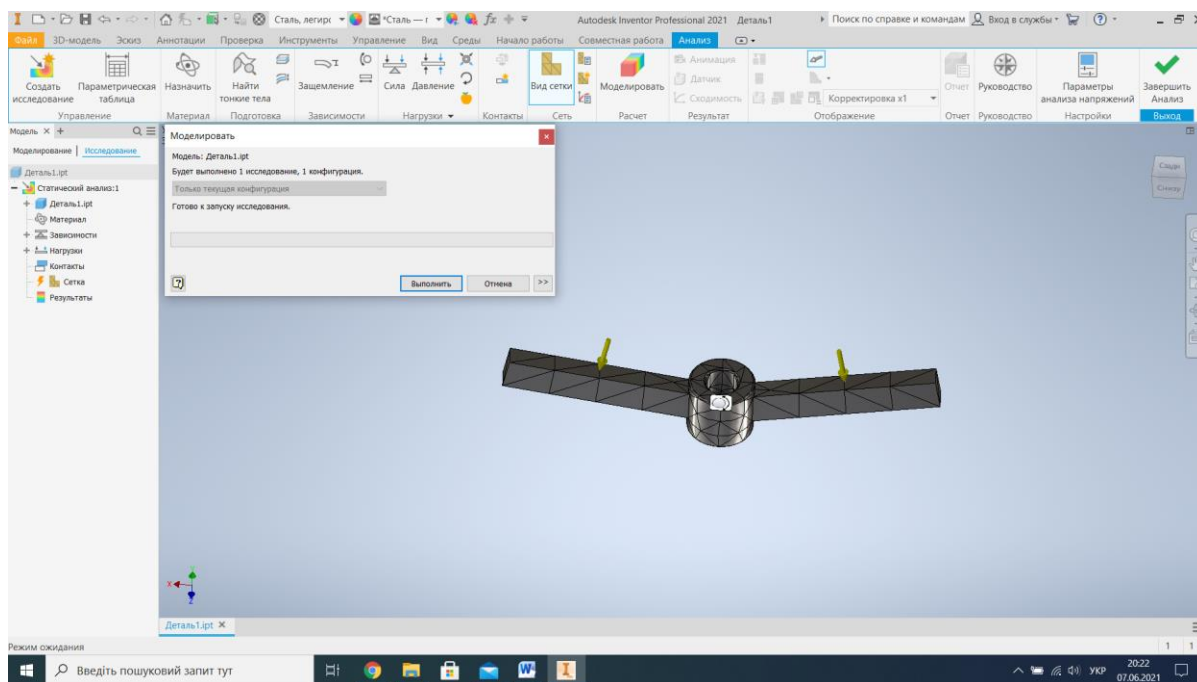


Рис.4.7 – Розрахунок деталі

Провівши аналізи розрахунків. Задавши у програмі вивід результатів пороховані у програмі, які показані на (рис. 4.8).

Програма виведе на екран параметричну таблицю.

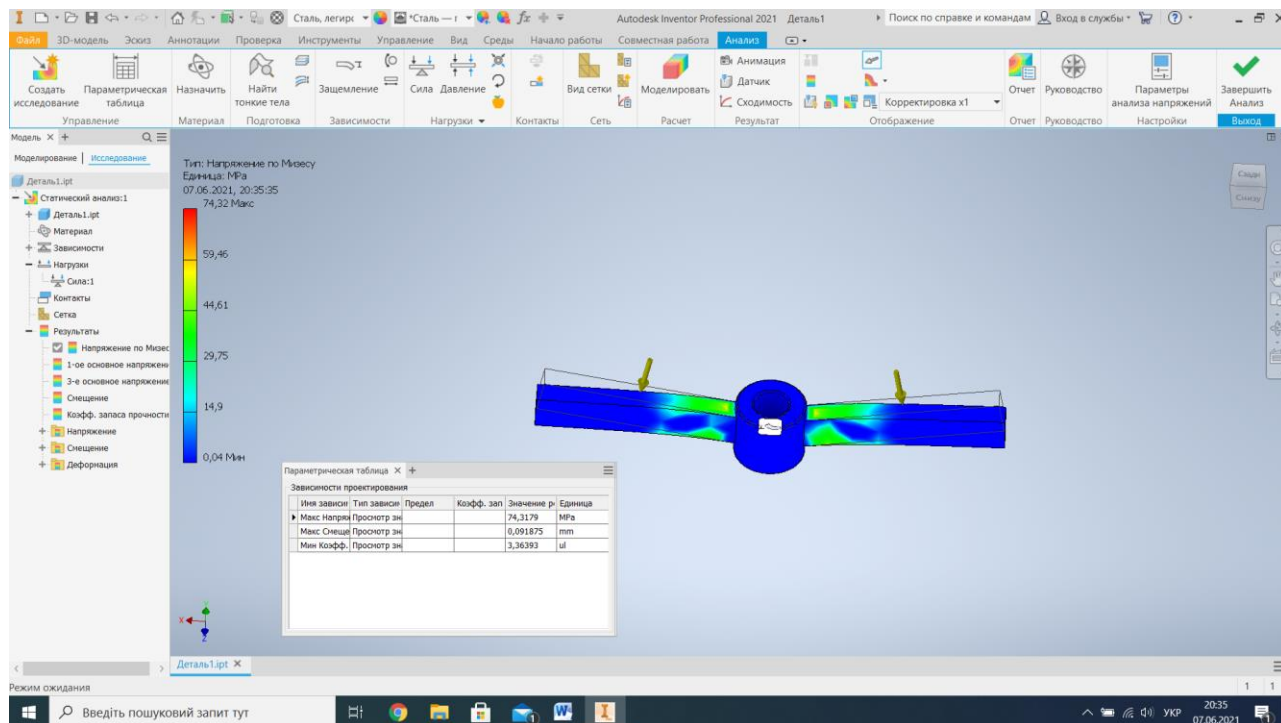


Рис.4.8 – Результат розрахунку траверси

Задаємо параметр сходження для розрахунку, як показано на рис. 4.9.

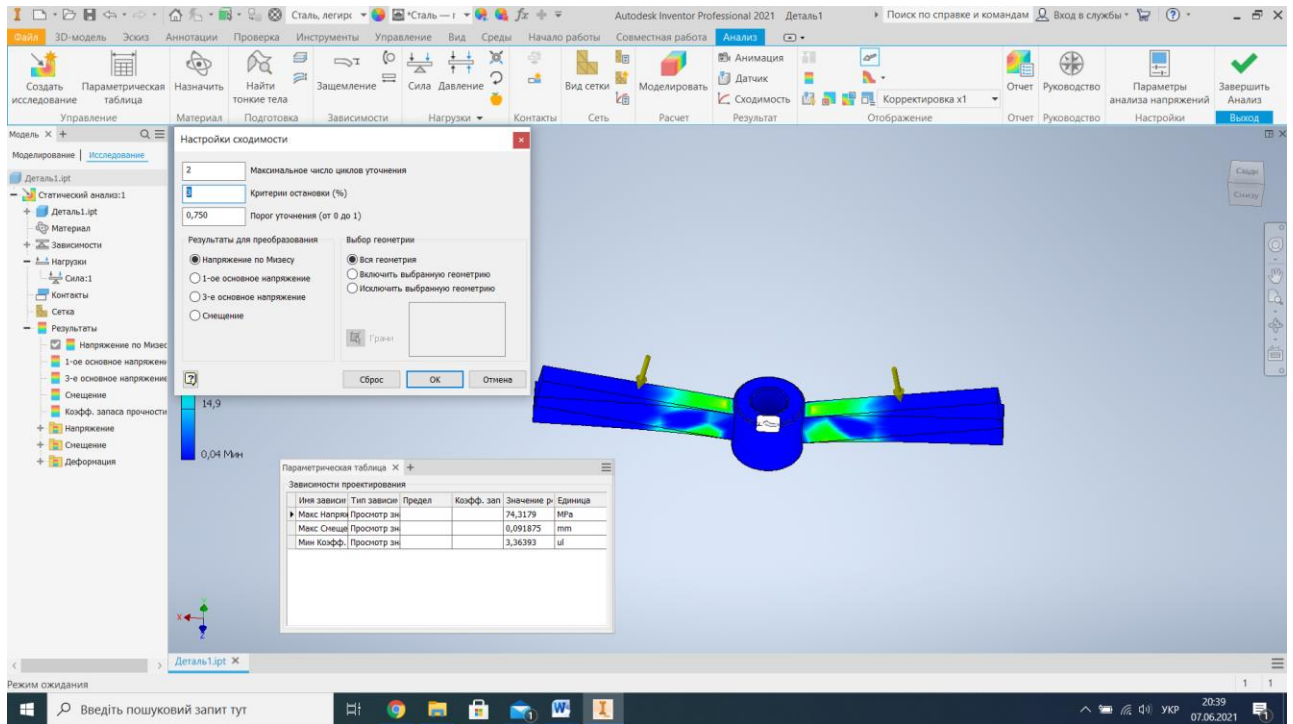


Рис. 4.9 – Налаштування сходимости

Запускаємо розрахунок на міцність командою Моделювання.

Результат повторного розрахунку показано на рис. 4.10.

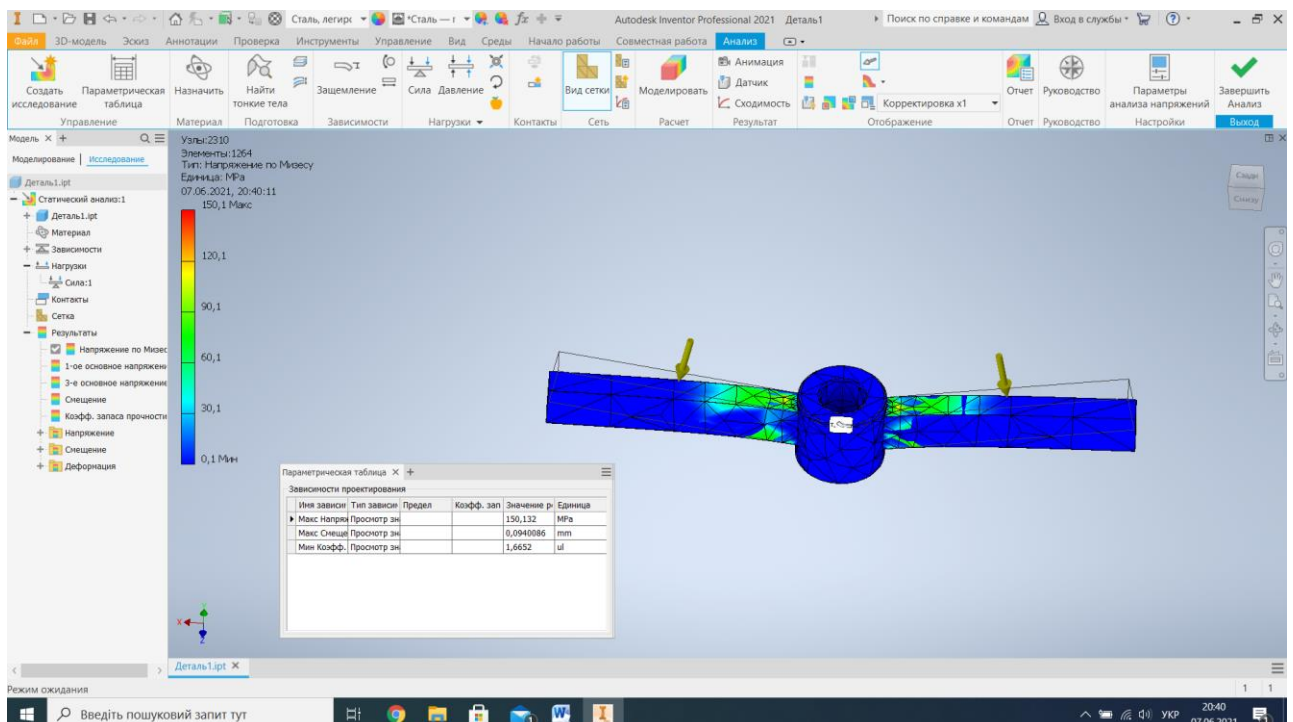


Рисунок 4.10 – Результаты повторного расчета

Так само проводимо розрахунок на міцність деталі - захоплювач знімача.

Водимо для моделювання один з двох захоплювачів деталі (рис. 4.11).

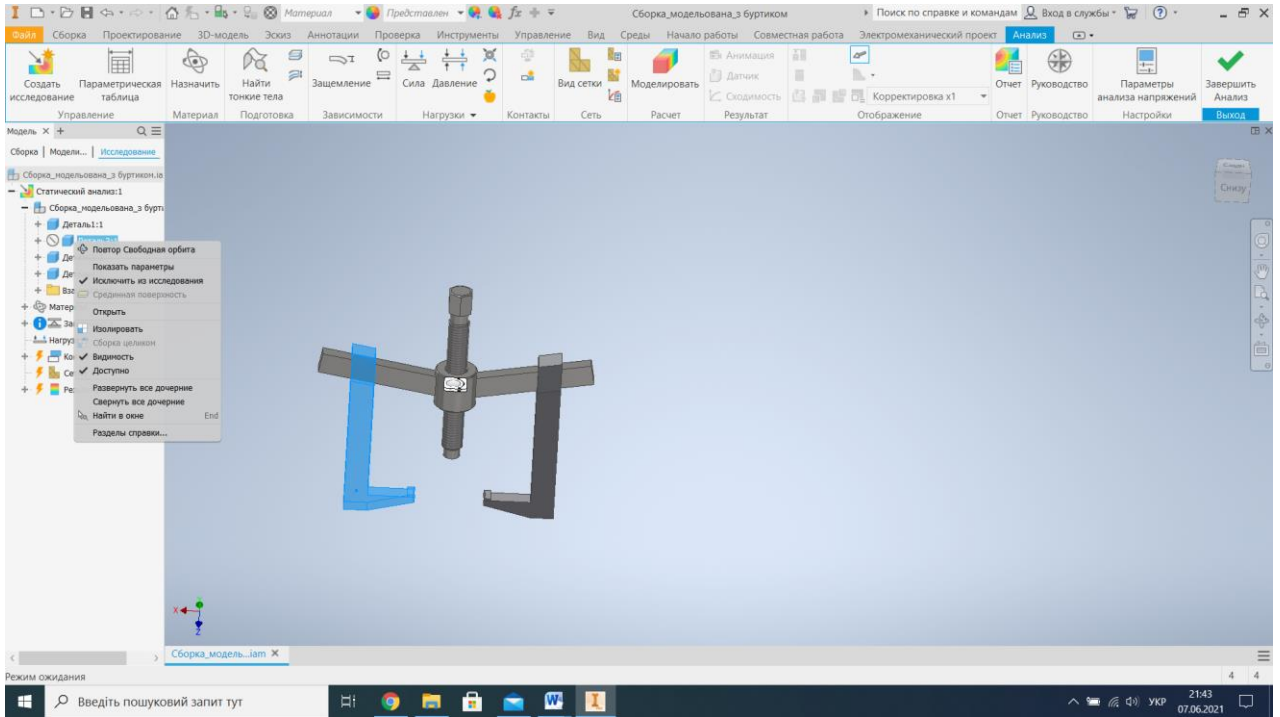


Рис. 4.11 – Виключення у моделювання одну лапу.

Фіксуємо усі напрямки траверси (рис. 4.12).

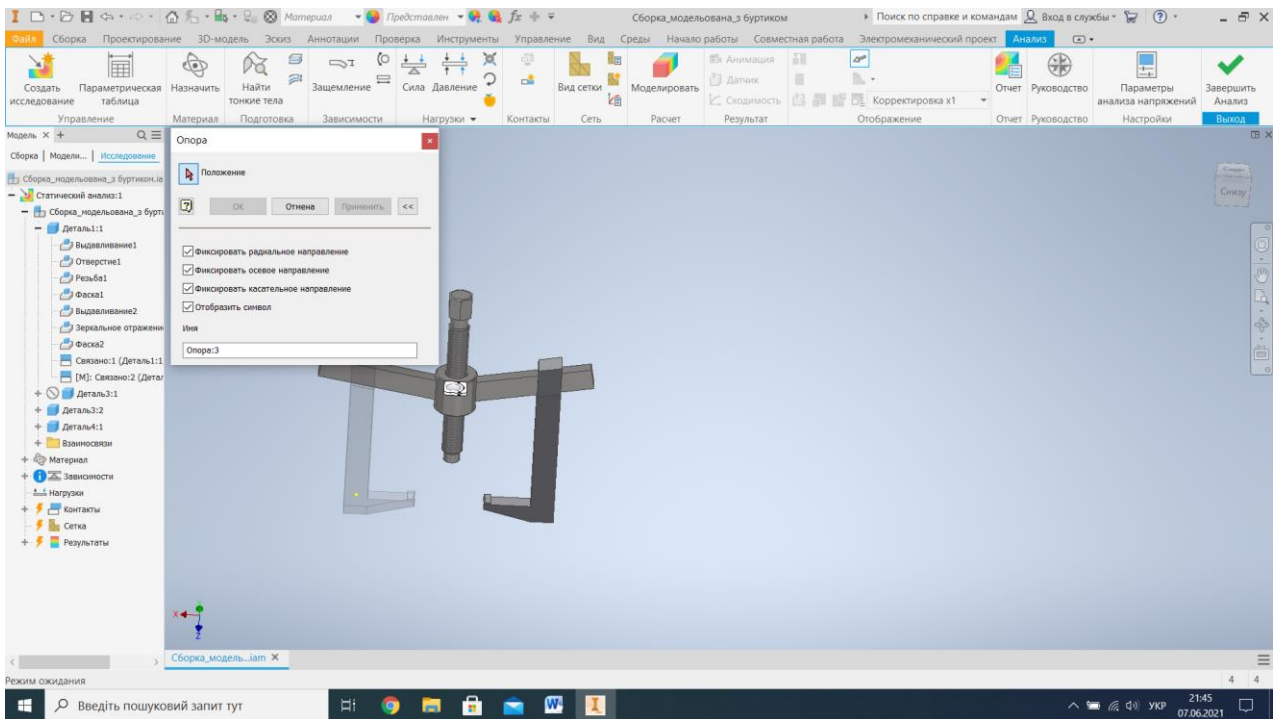


Рис. 4.12 – Задання умов обпирання

Зусилля яке діє боку підшипника також діє на лапу захоплювача у напрямку осі гвинта (рис. 4.13).

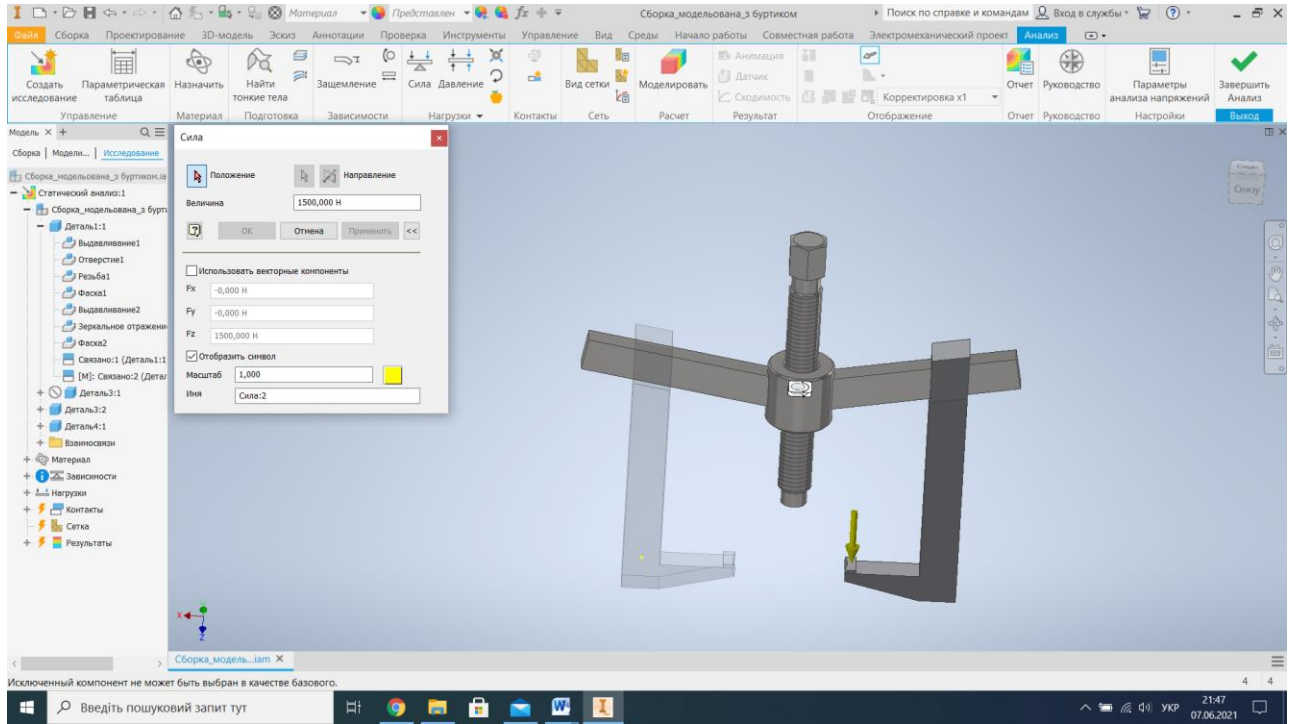


Рис. 4.13 – Задання зовнішнього навантаження

Контакти які відобразяться (рис. 4.14).

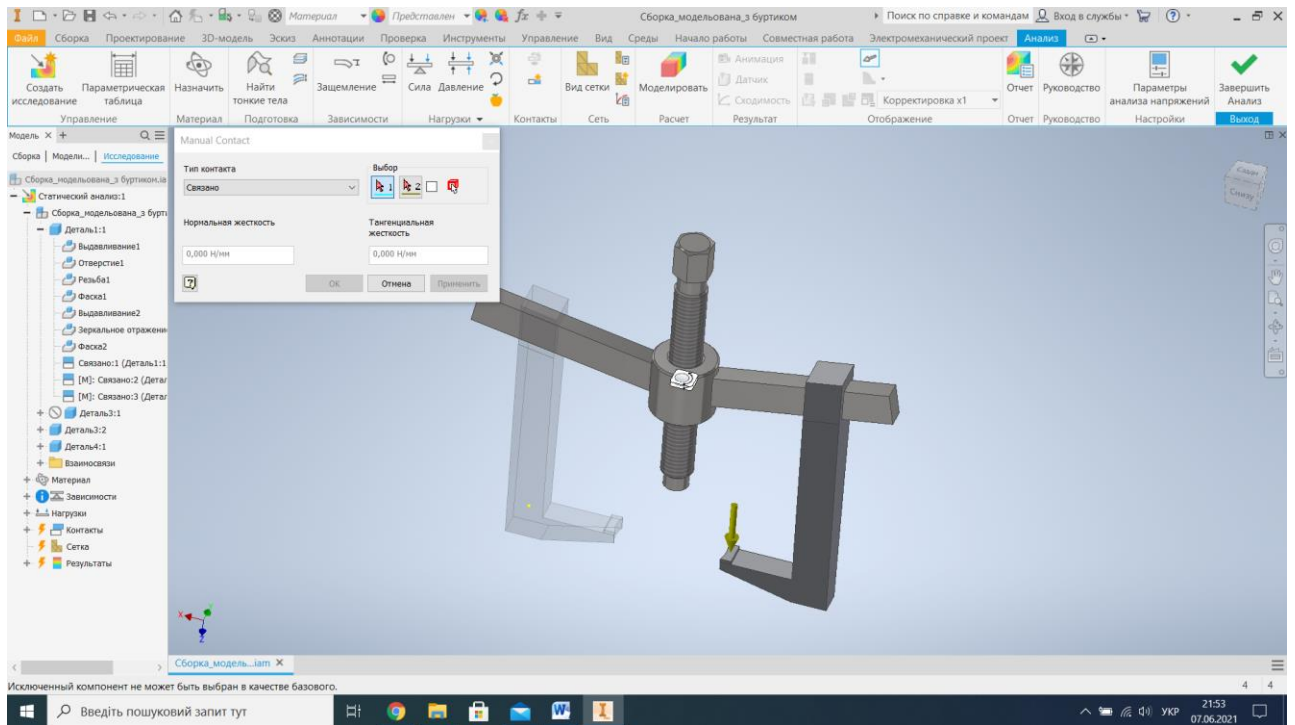


Рис. 4.14 – Створення нового контакту

Проведемо розрахунок на міцність деталі. Результ розрахунку показано на рис. 4.15.

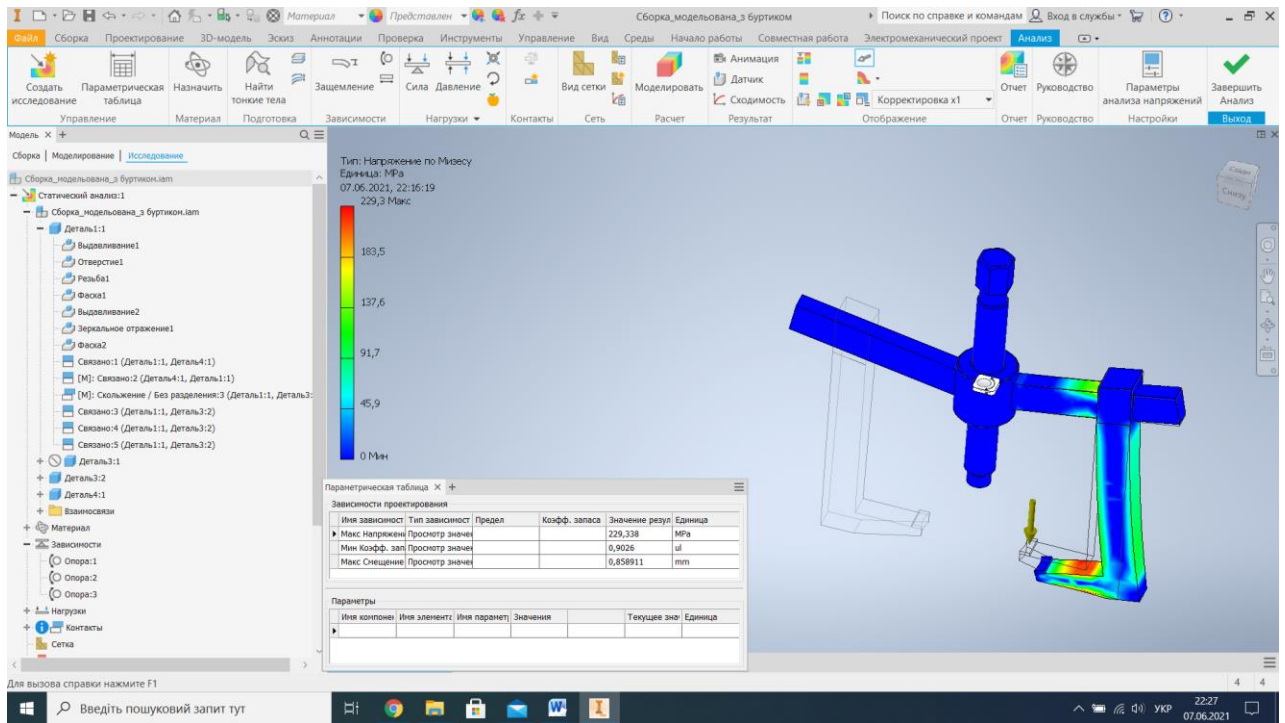


Рис. 4.15 – Результат розрахунку деталі.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Вимоги охорони праці, які треба врахувати при розробці стенду шиномонтажного

Відповідно до проекту Стандартів з охорони праці при роботі з машинами та механізмами при розробці будь-якого типу машин висуваються вимоги, які в деякій мірі будуть нижче розглянуті.

Конструкція та розташування вузлів, механізмів і систем техніки повинні забезпечувати безпечність праці та зручність при монтажу (демонтажу), експлуатації, технічному обслуговуванні, ремонті, транспортуванні та зберіганні. Робота не повинна супроводжуватись наявною небезпекою і шкідливими факторами машини.

Машина в процесі експлуатації не повинна забруднювати викидами шкідливих речовин навколишнє середовище (повітря, ґрунт, воду, тощо) вище встановлених норм.

Безпека виробничого обладнання має гарантуватися:

вибором принципів дії, конструктивних схем, безпечних елементів конструкції;

застосування у конструкції засобів механізації, автоматизації, дистанційного керування і засобів захисту;

дотримання ергономічних вимог; включення вимог безпеки у технічну документацію з монтажу, експлуатації, ремонту, зберігання;

застосування у конструкції відповідних матеріалів.

Відповідно до загальних вимог необхідно дотримуватись таких правил розробки основних елементів конструкції. Матеріали, що використовуються в конструкції виробничого обладнання, повинні бути безпечними і нешкідливими. Не допускаються використовувати нові речовини і матеріали, які не пройшли гігієнічну перевірку на пожежобезпеку у встановленому порядку.

Ходові частини виробничого обладнання (в тому числі провідники, кабелі тощо) виконуються з таким розрахунком, щоб виключалась можливість їх випадкового пошкодження.

Конструкція стенду, що має пневмо-, гідро- та інші системи повинна бути виконана відповідно до вимог безпеки, що дійсні для цих систем з урахуванням специфічних умов їх роботи у складі комплектів і технологічних систем.

Елементи конструкції стенду не повинні мати гострих кутів, країв і поверхонь з нерівностями, що являють небезпеку, якщо їх наявність не визначається функціональним призначенням обладнання. В останньому випадку мають бути передбачені засоби захисту від можливого травмування.

Конструкція стенду з метою запобігання виробничого травматизму повинна виключати можливість випадкового дотику працюючих до робочих поверхонь.

Кількість теплоти, що виділяється, чи поглинається стендом, а також шкідливих речовин і вологи у виробничих приміщеннях не повинна перевищувати гранично допустимих розмірів (концентрації в межах робочої зони, встановлених стандартами).

Для переміщення персоналу необхідно обладнати безпечні і зручні за конструкцією і розміром підходи і пристрої.

Органи керування виробничого обладнання повинні відповідати таким основним вимогам: мати форму, розміри поверхні безпечні, зручні для роботи, розміщуватися у робочій зоні так, щоб відстань між ними, а також до інших елементів конструкції не утруднювала виконання операцій та враховувалися необхідні для їх переміщення зусилля і напрямки.

Органи керування аварійного вимикання мають бути пофарбовані у червоний колір, відрізнятися формою від решти елементів керування, мати покажчики їх знаходження.

Сигнальне пофарбування органів керування аварійного вимикання повинно зберігатися протягом всього періоду експлуатації.

Засоби захисту повинні приводитися у готовність до початку функціонування обладнання так, щоб його експлуатація була б неможливою у разі відключення або несправності цих засобів. Вони мають безперервно

виконувати свої функції або спрацьовувати при виникненні небезпеки або наближенні людини до небезпечної зони. Їх дія не повинна припинитися раніше, ніж припиниться дія небезпечного (або шкідливого) виробничого фактора. Відмова окремих елементів не повинен впливати на захисну дію інших засобів або створювати будь-яку додаткову небезпеку. Засоби захисту мають бути легкодоступними для обслуговування і контролю. У необхідних випадках забезпеченими пристроями автоматичного контролю їх дії.

Для попередження про небезпеку як сигнальні елементи застосовують звукові, світлові і кольорові сигналізатори. Вони мають бути встановлені у зонах так, щоб їх добре бачив і чув обслуговуючий персонал. Тривожні сигнали (сигнали небезпеки) повинні відрізнятися у майстерні.

Частина виробничого обладнання, що являють небезпеку для людини, повинні бути пофарбовані у сигнальні кольори з нанесенням знаків небезпеки, встановлених стандартами.

Машина повинна бути забезпеченою комплектом інструменту необхідного для технічного обслуговування та ремонту машини з спеціальним ящиком, або сумкою для його зберігання.

Вимоги до систем, вузлів та агрегатів:

Вузли машин вихід з ладу яких може привести до аварії повинні мати підвищену міцність та надійність роботи.

Електрообладнання агрегату повинно відповідати ГОСТ-12.2.007 і ГОСТ3940, Правилам улаштування електроустановок, Правилам технічної експлуатації електроустановок споживачів та Правилам технічної безпечності при експлуатації електроустановок споживачів.

Система електрообладнання повинна забезпечувати включення „маси” з робочого місця оператора.

Система мащення тяжко доступних місць повинна бути виведена на єдину панель в зручну для обслуговування зону. Місця мащення повинні бути позначені кольоровими позначками, які б вирізнялись від кольору машини

Робочі органи стану, що в процесі роботи можуть заклинювати, а також існує небезпека залишення їх в „мертвій точці”, тому стэнд повинен бути обладнаним пристроями, які б зменшили ймовірність цього (засоби запобігання

заклинювання та автоматичної зупинки, сигналізація, відключення, реверс) або пристрій безпечного і легкого їх ручного розблокування та зняття з мертвої точки. Конструкція повинна виключати можливість її довільного включення та виключення.

Вимоги до огорожень, знаків безпеки, тощо:

Рухомі частини повинні бути захищені огороженням, які повинні утримуватись від самовільного зміщення.

Конструкція огороження повинна виключати можливість випадкового торкання працівника до огорожуваних частин. Міцність огороження повинна бути встановлена з врахуванням навантаження від дії працюючого органа, частин, що зруйнувались або їх викиду. Захисні функції огороження не повинні зменшуватись під дією виробничих факторів (вібрацій, температури).

Стенд повинен комплектуватись сигналізацією (звуковою або світловою), яка б інформувала про завершення роботи.

Електрифіковані стенди для шиномонтажних робіт повинні відповідати вимогам ГОСТ-12.2.007.0 та ГОСТ-12.2.007.7, „Правилам влаштування електроустановок”, Правилам технічної експлуатації електроустановок та Правилам технічної безпеки електроустановок та мати захисне заземлення з опором, що не перевищує 40м.

Конструкція електрифікованих машин повинна передбачати захист силових кабелів від механічних пошкоджень.

З метою безпечної експлуатації шиномонтажного стенда слід дотримуватись розглянутих вимог.

Перед початком роботи необхідно переконатись в повній справності установки і окремих її частин, наявності огорожень та захисних кожухів, справності електрообладнання.

Під час роботи установки не можна здійснювати мащення та очистку механізмів, їх регулювання.

Забороняється знімати огороження і кришку механізмів приводу, виконувати очистку, а також знімати кришки клемних коробок при включеній установці

Забороняється вмикати електрообладнання при відсутності надійного заземлення всіх не струмоведучих частин. Електричне заземлення не повинне мати опір більше 4 Ом.

Потрібно слідкувати за справністю ізоляції електричних проводів та кабелів. При виявленні несправності в електрообладнанні або в електропроводці необхідно вимкнути рубильник, що подає напругу на агрегат.

Всі ремонтні роботи і ТО проводяться тільки при повністю знятій напрузі електромережі. Для цього вимикають ввідний рубильник і вішають на ньому табличку: „Не вмикати – працюють люди!”.

В приміщенні майстерні повинні бути вивішені правила про заходи протипожежної безпеки та про дії обслуговуючого персоналу на випадок виникнення пожежі, а також санітарні норми при експлуатації установки.

5.2 Характеристики основних СДОР

В даний час в промисловості використовуються більше ста найменувань СДОР. Найбільш поширеними є: азотна, сірчана, соляна і фосфорна кислоти, аміак, метан, хлор, ртуть і ін..

Азотна кислота. Використовується при виробництві мінеральних добрив, травленні металів, виробництві вибухових речовин, лаків, для виготовлення хімічних реактивів. Безбарвна важка рідина, паруюча в повітрі. Під впливом світла і при нагріванні частково розкладається з виділенням бурих оксидів азоту. Найсильніший окисник, добре змішується з водою. Негорюча, але обпилювання при зіткненні з нею загоряються. Високотоксична рідина, подразнює дихальні шляхи, може викликати руйнування зубів, кон'юнктивіти. Вплив парів різко посилюється при наявності в повітрі моторних масел. При попаданні на шкіру викликає сильні опіки, виразки.

Аміак зріджений. Широко застосовується у виробництві азотної кислоти, мінеральних добрив, використовується при фарбуванні тканин, виробництві дзеркал, в холодильних установках. Безбарвний газ з різким запахом. Розчинний у воді, легко випаровується. Перевозиться у зрідженому стані під тиском у сталевих ємностях. При попаданні в атмосферу димить. Горючий газ.

Горить при наявності постійного джерела вогню. Пари з повітрям утворюють вибухонебезпечні суміші. Ємкості можуть вибухати при нагріванні. У порожніх ємкостях утворюється вибухонебезпечна суміш. Небезпечний при вдиханні. При високих концентраціях можливий летальний результат. Викликає сильний кашель, задуха. Пари діють сильно, викликаючи сльозотечі. Контакт з шкірою викликає обмороження. При витоку забруднює водойми.

Метан. Найпростіший вуглеводень, є компонентом природного газу; хімічно небезпечна речовина. Безбарвний легкий газ, який не має запаху. Майже розчинний у воді. Транспортується в зрідженому стані. Горить синюватим полум'ям з виділенням великої кількості теплоти. Горючий газ, паливо. Суміш метану з повітрям вкрай вибухонебезпечна (особливо у співвідношенні 1:10). Небезпечний при вдиханні, діє на центральну нервову систему, викликаючи наркотичний стан.

Ртуть. Широко застосовується в електротехніці, електроніці, приладобудуванні, металургії, хімії (термометри, барометра, реле, електричні дзвінки, лампи денного світла, кварцові ртутні лампи), виробництві хлору і лугів, для отримання металів високої чистоти, як каталізатор в органічній хімії. Блискучий, сріблясто-білий, рідкий, важкий метал. Помітно випаровується при кімнатній температурі, при підвищеній температурі швидкість випаровування сильно зростає. Розчиняє золото, срібло, цинк та ін., утворюючи тверді розчини (амальгами). Ртуть, особливо її пари, хімічні сполуки, токсичні, небезпечні для вдихання і інтенсивно забруднюють навколишнє середовище. Потрапляючи в організм людини, блокує біологічно активні групи білкової молекули, що викликає гострі та хронічні отруєння. Робить вражаючу дію на центральну нервову систему, серцево-судинну, шлунково-кишковий тракт, органи дихання, печінку, селезінку, нирки. Вражаюча дія проявляється, як правило, через певний проміжок часу (при гострому отруєнні через 8-24 години).

Сірчана кислота. Широко застосовується при виробництві мінеральних добрив, очищенні нафтопродуктів, сушінні вологих газів, травленні металів, використовується в харчовій промисловості, акумуляторах автотранспорту, в побуті. Безбарвна, важка масляниста рідина, без запаху. На повітрі повільно випаровується. Корозійна для більшості металів. Сильний окислювач. Добре

розчиняється у воді. З водою реагує активно, з виділенням тепла та бризок. Негорюча. Зневоднює дерево. Підвищує чутливість дерева до горіння. Запалює органічні розчинники та олії. Високотоксична рідина. Небезпечна при вдиханні парів, проковтуванні її з водою і їжею, викликає сильне роздратування верхніх дихальних шляхів; при попаданні на шкіру викликає сильні опіки, виразки.

Сірчистий ангідрид. Це безбарвний газ з різким запахом дратівливим, в 2,2 рази важчий за повітря, на повітрі димить, добре розчиняється у воді, в спиртах. Негорючий, вибухонебезпечний при нагріванні ємностей. Використовується у виробництві сірчаної кислоти, солей сірчаної та серноватистої кислот, в паперовому і текстильному виробництві. Рідкий сірчистий ангідрид застосовується як хладагент і розчинник. Небезпечний при вдиханні, вражає органи дихання.

Сірководень. Безбарвний газ з різким неприємним запахом. Зріджується при температурі $-60,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Щільність при нормальних умовах складає 1,7, тобто більше ніж у півтора рази важчий за повітря. Тому при аваріях накопичується в низинах, підвалах, тунелях, перших поверхах будівель. Забруднює водойми. Міститься у попутних газах родовищ нафти, у вулканічних газах, у водах мінеральних джерел. Застосовується у виробництві сірчаної кислоти, сірки, сульфідів, сіро-органічних сполук. Сірководень небезпечний при вдиханні, подразнює шкіру та слизові оболонки. Перші ознаки отруєння: головний біль, сльозотеча, світлобоязнь, відчуття печіння в очах, металевий присмак у роті, нудота, блювання, холодний піт.

Синильна кислота. Це ціаністий водень, ціаністоводнева кислота - безбарвна прозора рідина. Вона володіє своєрідним дурманним запахом, що нагадує запах гіркої мигдалю. При звичайній температурі дуже летюча. Її краплі на повітрі швидко випаровуються: влітку - протягом 5 хв, взимку - близько 1 ч. З водою змішується в усіх відношеннях, легко розчиняється у спиртах, бензині. Синильну кислоту використовують для одержання хлорціану, акрилонітрилу, амінокислот, акрилатів, необхідних при виробництві пластмас, а також як фумігант - засоби боротьби з шкідниками сільського господарства, для обробки закритих приміщень і транспортних засобів.

Соляна кислота. Використовується для виготовлення хімічних реактивів, в медичній і харчовій промисловості, при травленні металів, у виробництві пластмас і лакофарбових матеріалів. Безбарвна рідина з різким задушливим запахом. Легко випаровується і димить у повітрі. Добре розчиняється у воді. Корозійна для більшості металів. Негорюча. При взаємодії з металами виділяється легкозаймистий газ. Високотоксична рідина. Небезпечна при вдиханні, ковтанні і попаданні на шкіру та слизові оболонки.

Фосфорна кислота. Використовується у виробництві мінеральних добрив, фармакологічних препаратів, нафтопереробці і металообробці, текстильної, харчової промисловості. Безбарвна важка рідина, гидроскопічна. При нагріванні понад 150 °C повністю розкладається. Середній окислювач, розчинна в гарячій воді. Негорюча. При взаємодії з металами виділяється легкозаймистий газ. Токсична рідина. Пари кислоти викликають подразнення слизової оболонки носа, носові кровотечі, сухість у носі і горлі. При попаданні на шкіру кислота викликає запальні процеси.

Хлор. Використовується в хімічній промисловості для отримання органічних і неорганічних сполук, хлорування руд в металургії, дезінфекції води, відбілювання тканин. Зеленовато жовтий газ з різким запахом дратівливим. Щільніше повітря в 2,5 рази. Помірно розчинний у воді. Під тиском 0,6 мПа перетворюється в рідину. Сильний окислювач. Небезпечний при вдиханні. Викликає сильне роздратування очей і дихальних шляхів, яке може призвести до набряку легенів. Високі концентрації хлору можуть призвести до швидкої смерті від рефлекторного гальмування дихального центру.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Нами подано опис будови стану для проведення монтажу і демонтажу коліс, а також процес виконання роботи шиномонтажу автомобілів. Проведено удосконалення стану для операцій технологічного процесу ремонту шин, шляхом обрання номінальних параметрів валу методом розрахунку на міцність головних деталей конструкції. Розрахунково підтверджено вибраний електричний двигун, а також як механізм передачі вибрано клино-пасову передачу. Модернізований стан складає 700 кг. Обґрунтована потужність електричного двигуна складає 0,75 кВт. Збільшено продуктивність технологічного процесу ремонту шин 2 шт./год.

Нами також представлено операційну карту демонтажу шини з використанням представленої установки.

Проведений економічний аналіз запровадження модернізованого стану доведено шляхом зменшення затрати на електроенергію, а також зменшення затрат експлуатаційних.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ляшук О.Л., Гудь В.З., Пиндус Ю.І., Левкович М.Г., Хорошун Р.В. Методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи магістра за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2020. – 66 с.
2. Молодык Н.В. Методика оценки приспособленности деталей к восстановлению. – М.: ГОСНИТИ.1989. – 33с.
3. Ремонт машин. Сідашенко О.І., Науменко О.А., Поліський А.Я. та ін.; за ред. Сідашенка О.І. – К.: Урожай. 1994. – 400с.
4. Бабусенко С.М. Проектирование ремонтно-обслуживающих предприятий. – М.: Агропромиздат. 1990. – 352с.
5. Ю. Паливода. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки: навчально-методичний посібник / Ю. Паливода, А. Дячун, Р. Лещук. – Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет ім.І.Пулюя, 2019. – 240с.
6. Луців І.В. Розробка алгоритмів створення багатолезового оснащення адаптивного типу для обробки поверхонь обертання / І.В. Луців, Р.Я.Лещук // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Краматорськ, вип. №26, 2009. С.164 - 171.
7. Луців І.В. Динамічні характеристики підсистем верстатного оснащення адаптивного типу / І.В. Луців, Р.Я.Лещук // Вісник Тернопільського державного технічного університету, 2009, Том 14, №4. С.144-149.
8. Гевко І.Б. Техніко-економічне обґрунтування процесу механічної обробки з використанням комбінованого свердла-мітчика / І.Б.Гевко, Р.Я., Лещук, І.І.Стойко, Н.М.Марчук, М.Д.Сіправська // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст.–Вип. 40.–Луцьк, 2018. С.21-31.
9. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.

10. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів :
Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л.,
Гудь В.З., Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. - Тернопіль : Вид-во
ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.