

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра механічної інженерії та технології машинобудування

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ЗОСІМ ІГОР СЕРГІЙОВИЧ

УДК 621.9

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**МОДЕРНІЗАЦІЯ УНІВЕРСАЛЬНОГО ШИНОМОНТАЖНОГО
СТЕНДУ**

133 «Галузеве машинобудування»
Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

Кваліфікаційна робота містить результати власних розробок. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ Зосім І.С.

Керівник роботи
Забродський П.М.
кандидат технічних наук, доцент

Житомир - 2025

АНОТАЦІЯ

Зосім Ігор Сергійович. Модернізація універсального шиномонтажного станду. - *Кваліфікаційна робота на правах рукопису.*

Кваліфікаційна робота на здобуття першого освітнього ступеня бакалавр зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування». – Поліський національний університет, Житомир, 2025 р.

У ході виконання даної роботи було проведено аналіз основних аспектів, пов'язаних із зношуванням шин, пошкодженням дисків, а також удосконаленням їхньої надійності. В результаті отримано наступні висновки:

Визначено основні причини зношування шин та пошкодження дисків сільськогосподарської техніки.

Запропоновано заходи щодо покращення надійності коліс, включаючи використання спеціальних протекторних покриттів, оптимізацію конструкції дисків та впровадження технологій рівномірного розподілу навантажень.

Проаналізовано сучасне обладнання для шиномонтажних робіт, що дозволяє підвищити ефективність обслуговування та зменшити ризик механічного пошкодження шин та дисків.

Розроблено та обґрунтовано модернізаційні рішення, спрямовані на підвищення довговічності та безпечної експлуатації коліс сільськогосподарської техніки.

Виконано модернізацію універсального станду для обкатки (викатки) дисків, що забезпечує рівномірне навантаження та зменшення деформації в процесі експлуатації.

Розглянуто принципи роботи універсального шиномонтажного станду, що включають можливість виконання широкого спектра робіт із демонтажу, монтажу та балансування коліс.

Описано основні вимоги техніки безпеки та охорони праці при роботі на станді, що включають заходи щодо запобігання травматизму, використання засобів індивідуального захисту та дотримання нормативних вимог.

Наведено рекомендації щодо організації робочого місця та впровадження заходів із підвищення ергономічності роботи оператора.

Ключові слова: модернізація, станд, продуктивність, надійність, колесо, шина.

ANNOTATION

Zosim Igor Serhiyovych. Modernization of a universal tire fitting stand. - Qualification work in the form of a manuscript.

Qualification work for the first bachelor's degree in specialty 133 "Industrial mechanical engineering". - Polissia National University, Zhytomyr, 2025.

During the implementation of this work, an analysis of the main aspects related to tire wear, disk damage, and improving their reliability was conducted. As a result, the following conclusions were obtained:

The main causes of tire wear and disk damage of agricultural machinery were identified.

Measures were proposed to improve the reliability of wheels, including the use of special tread coatings, optimization of disk design, and the introduction of technologies for uniform load distribution.

Modern equipment for tire fitting was analyzed, which allows to increase the efficiency of service and reduce the risk of mechanical damage to tires and disks.

Modernization solutions aimed at increasing the durability and safe operation of agricultural machinery wheels have been developed and substantiated.

A universal stand for running-in (rolling out) of disks has been modernized, which ensures uniform loading and reduces deformation during operation.

The principles of operation of a universal tire mounting stand have been considered, which include the ability to perform a wide range of work on dismantling, mounting and balancing wheels.

The basic requirements for occupational safety and health when working on the stand are described, which include measures to prevent injuries, use of personal protective equipment and compliance with regulatory requirements.

Recommendations are given for organizing the workplace and implementing measures to improve the ergonomics of the operator's work.

Keywords: modernization, stand, productivity, reliability, wheel, tire.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНИЙ | 5 |
| 1.1. Причини зношування шин та пошкодження дисків..... | 5 |
| 1.2. Покращання показників надійності коліс с/г техніки..... | 9 |
| 1.3. Обладнання для шиномонтажних робіт..... | 14 |
| РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ | 18 |
| 2.1. Розробка та обґрунтування модернізаційних рішень..... | 18 |
| 2.2. Призначення, будова та робота проєктованого універсального станда для обкатки (викатки) дисків..... | 20 |
| 2.3. Принцип роботи універсального шиномонтажного станду..... | 23 |
| 2.4. Розрахунок деталей на міцність..... | 24 |
| 2.5. Розрахунок черв'ячного редуктора..... | 27 |
| РОЗДІЛ 3. СПЕЦІАЛЬНИЙ | 33 |
| 3.1. Техніка безпеки та охорона праці при роботі на станді..... | 33 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ | 36 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 37 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------------|-------------------------|---------------|-------------|--|-------------|-------------|----------------|--|--|--|------------------------------|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | | | | | | | | | |
| <i>Розроб.</i> | | <i>Зосім І.С.</i> | | | Модернізація універсального шиномонтажного станду | | | | | | | | | |
| <i>Перевір.</i> | | <i>Забродський П.М.</i> | | | | | | | | | | | | |
| <i>Реценз.</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Н. Контр.</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Затверд.</i> | | <i>Медведський О.В.</i> | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"><i>Літ.</i></td> <td style="text-align: center;"><i>Арк.</i></td> <td style="text-align: center;"><i>Акрушів</i></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;"><i>ПНУ, група ГМ-21+23ск</i></td> </tr> </table> | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Акрушів</i> | | | | <i>ПНУ, група ГМ-21+23ск</i> | | |
| <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Акрушів</i> | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>ПНУ, група ГМ-21+23ск</i> | | | | | | | | | | | | | | |

ВСТУП

Сучасний автомобільний транспорт вимагає високоякісного та ефективного обслуговування, зокрема у сфері шиномонтажу. В умовах зростаючої експлуатації автомобілів, розвитку технологій виготовлення шин та дисків, а також підвищених вимог до безпеки дорожнього руху, модернізація шиномонтажного обладнання набуває особливого значення.

Багато існуючих шиномонтажних стендів мають застарілі конструкції, що призводить до збільшення часу обслуговування, низької точності монтажу/демонтажу шин, а також підвищеного рівня фізичного навантаження на оператора. Удосконалення конструкцій універсальних шиномонтажних стендів дозволить покращити їхню продуктивність, знизити витрати на обслуговування та підвищити якість виконуваних робіт.

Модернізація включає впровадження автоматизованих систем керування, покращення ергономіки обладнання, використання нових матеріалів та конструкційних рішень, що забезпечить швидкість та точність виконання робіт. Таким чином, дослідження та вдосконалення універсального шиномонтажного стенду є актуальним напрямом у сфері автосервісу та машинобудування.

Основною **метою роботи** є підвищення ефективності та надійності універсального шиномонтажного стенду шляхом його модернізації. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі **завдання**:

- Аналіз існуючого конструкцій шиномонтажного обладнання та виявлення їхніх недоліків.
- Розробка та обґрунтування модернізаційних рішень, спрямованих на підвищення продуктивності та безпеки обладнання.
- Впровадження нових технологій та механізмів (автоматизованих систем управління, удосконалених затискних пристроїв тощо).
- Оцінка економічної доцільності модернізації з урахуванням вартості впровадження нових технологій.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 3 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Таким чином, модернізація шиномонтажного стенду сприятиме покращенню якості обслуговування автомобільних коліс, підвищенню безпеки операторів та зменшенню експлуатаційних витрат.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Основний обсяг роботи викладений на 50 сторінках, включаючи 12 рисунків та 6 таблиць. Список використаних джерел нараховує 12 найменувань.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 4 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНИЙ

1.1. Причини зношування шин та пошкодження дисків

Зношування шин та пошкодження дисків можуть бути спричинені різними факторами, які впливають на довговічність та безпеку експлуатації коліс транспортних засобів. Основні причини поділяються на механічні, експлуатаційні та зовнішні.

Причини зношування шин

1.1. Неправильний тиск у шинах

- Недостатній тиск – призводить до нерівномірного зношування бокових частин протектора, перегріву та збільшеного споживання пального.
- Надмірний тиск – спричиняє зношування центральної частини протектора та зменшує зчеплення з дорогою.

1.2. Невідповідний стиль водіння

- Різке гальмування та прискорення спричиняє передчасне стирання протектора.
- Проходження поворотів на великій швидкості сприяє прискореному зношуванню зовнішнього або внутрішнього краю шини.

1.3. Неправильний розвал-сходження

- Невірно налаштований розвал або сходження викликає нерівномірне зношування протектора (наприклад, "пилкоподібне" зношення).

1.4. Дисбаланс коліс

- Викликає нерівномірне стирання протектора, появу вібрацій і швидке пошкодження підвіски.

1.5. Перевантаження автомобіля

- Надмірне навантаження збільшує навантаження на шини, викликаючи їх перегрів та прискорене зношування.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 5 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1.6. Використання невідповідних шин

- Невідповідність типу шин сезону (наприклад, експлуатація літніх шин узимку) призводить до швидкого зношування.
- Використання шин з невідповідним індексом навантаження чи швидкості.

1.7. Погодні умови та якість дорожнього покриття

- Їзда по нерівних дорогах, ямах або бездоріжжю прискорює пошкодження шин.
- Надмірна вологість, сильний мороз або висока температура впливають на еластичність та довговічність шин.



Рис.1.1. Перевантаження шин трактора

Причини пошкодження дисків

2.1. Дорожні умови

- Наїзд на глибокі ями, бордюри або інші нерівності може спричинити деформацію дисків.

| | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------|
| | | | | | Арк. |
| | | | | | 6 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | |

- Їзда по нерівному дорожньому покриттю з високою швидкістю.

2.2. Неправильне встановлення та балансування

- Неправильне встановлення колеса або невідповідне балансування викликає вібрації, що поступово пошкоджує диск.

2.3. Використання невідповідних гайок або болтів

- Невідповідні кріпильні елементи можуть спричинити нерівномірний розподіл навантаження на диск.

2.4. Корозія та окислення

- Погана якість покриття, дія солі та вологи призводять до корозії металевих дисків.

- У випадку алюмінієвих дисків – окислення може спричинити тріщини та слабе зчеплення диска з матчиною.

2.5. Перегрів гальмівної системи

- Часте екстрене гальмування або проблеми з гальмами можуть спричинити перегрівання та деформацію диска.

2.6. Використання неякісних або несумісних дисків

- Диски, які не відповідають параметрам автомобіля (наприклад, неправильний діаметр або виліт), можуть призвести до їх деформації та зниження безпеки.

Щоб зменшити ризик зношування шин та пошкодження дисків, слід:

- Регулярно перевіряти тиск у шинах.
- Виконувати балансування коліс і регулювання розвал-сходження.
- Уникати агресивного стилю водіння.
- Не перевантажувати автомобіль.
- Використовувати якісні шини відповідно до сезону.
- Обережно кермувати на нерівних дорогах.
- Стежити за станом гальмівної системи та захищати диски від корозії.

Протягом досліджуваного періоду, з 2020 по 2024 рік, зафіксовано 468 випадків відмов автомобільних коліс, що становить 21% від загальної кількості. Експлуатація шин відбувається у складних умовах через низьку

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 7 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

якість дорожнього покриття. Під час руху на шину впливають сили різного напрямку та інтенсивності, що залежать від швидкості автомобіля, стану дороги, температури навколишнього середовища, ухилів та поворотів. Через ці фактори рівень зношення шин і термін їхньої служби можуть суттєво відрізнятись.

Аналіз відмов показав, що основними причинами несправностей є механічні пошкодження шин, тріщини та дефекти дисків, а також ушкодження посадочних отворів диска для шпильок. Графічне відображення розподілу причин відмов представлено на рис. 1.2.

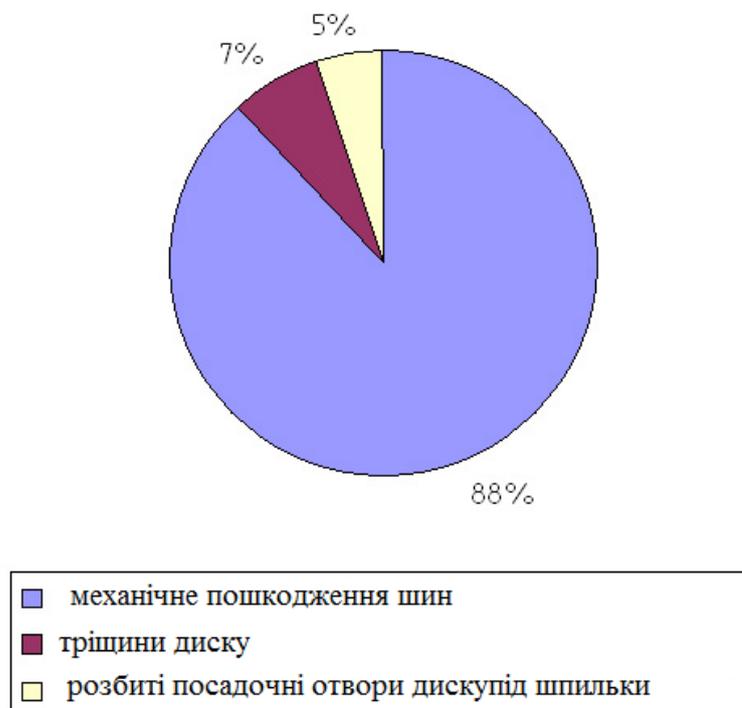


Рис.1.1. Причини несправностей автомобільних коліс

Як видно з рис. 1., найпоширенішими несправностями є механічні пошкодження шин, які усуваються на шиномонтажній дільниці. Для цього несправне колесо знімається з автомобіля та ремонтується. Якщо ж поломка сталася під час руху, то заміна проводиться безпосередньо на маршруті службою технічної допомоги. Після повернення автомобіля в автопарк відновлене колесо знову встановлюється на той самий транспортний засіб.

| | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------|
| | | | | | Арк. |
| | | | | | 8 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | |

Станом на сьогоднішній день на шиномонтажній дільниці найбільш трудомісткими операціями є підняття автомобіля, демонтаж пошкодженого колеса, зняття та встановлення шини. Використання механізованих засобів значно зменшує трудомісткість процесу, скорочує час виконання робіт та полегшує працю персоналу. Однак наразі підняття автомобіля, зняття та встановлення колеса виконуються вручну, що збільшує час простою транспорту. Вплив простою на шиномонтажній дільниці показано на рис. 1.3.

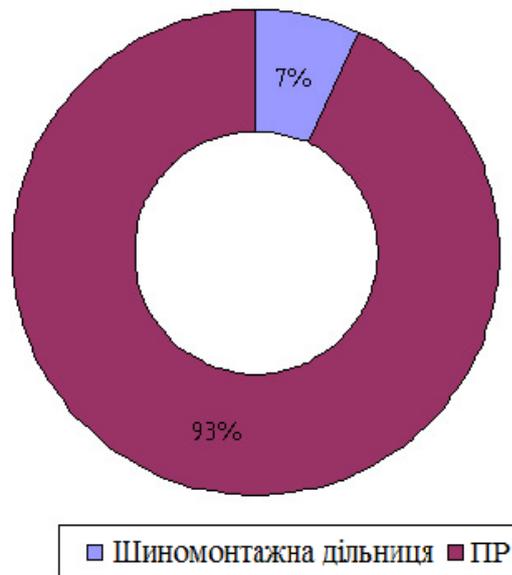


Рис.1.3. Частка простою автомобіля на шиномонтажній дільниці

1.2. Покращання показників надійності коліс с/г техніки

Огляд сучасних досліджень і публікацій підтверджує актуальність питання підвищення якості автомобільних шин та їх технічної експлуатації, а також уточнення нормативного ресурсу шин з урахуванням реальних умов використання. Аналіз наукових робіт, присвячених технічній експлуатації автомобілів [1, 2, 3], свідчить, що одним із ключових факторів підвищення ефективності автотранспорту є управління технічним станом шин, зокрема розробка системи технічних заходів на основі оцінки інтенсивності та характеру зносу протектора.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 9 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Порівняльний аналіз розподілу ресурсу шин на підприємствах Житомирського регіону виявив значні розбіжності між встановленими нормативами [4] та фактичним ресурсом шин. Статистична обробка даних підтвердила, що найбільша різниця між фактичним і нормативним ресурсом (визначеним за методикою [5]) спостерігається у вантажних автомобілів [5] (табл. 1.1, 1.2).

Таблиця 1.1. Фактичний ресурс пневматичних шин

| Марка вантажних автомобілів, позначення пневматичної шини | Кількість до-сліджених шин n , од. | Фактичний ресурс, тис. км | | Норматив ресурсу, тис. км ($t_{норм}$) | Відкоригований ресурс, тис. км ($t_{норм.кориг}$) |
|---|--------------------------------------|---------------------------|-------------------|--|---|
| | | min (t_{min}) | max (t_{max}) | | |
| КамАЗ-5511, Rosava 9,00R20 | 166,0 | 50,04 | 67,7 | 60,0 | 52,5 |
| КамАЗ-5410, Rosava 9,00R20 | 40,0 | 75,0 | 90,0 | 80,0 | 60,0 |
| КамАЗ-5511, ДШЗ 10,00R20 | 80,0 | 25,2 | 47,7 | 30,0 | 23,5 |
| КамАЗ-5511, ДШЗ 9,00R20 | 158,0 | 33,0 | 155,7 | 72,0 | 60,0 |
| КрАЗ-6510, ДШЗ 12,00R20 | 80,0 | 7,16 | 42,3 | 30,0 | 23,5 |
| КрАЗ-6510, Rosava 12,00R20 | 135,0 | 43,5 | 108,8 | 64,0 | 52,0 |

Таблиця 1.2. Статистична характеристика напрацювання на відмову автомобільних шин

| Позначення марки шини | \bar{l} , тис. км | σ , тис. км | Щільність розподілу | Вірогідність відповідності за критерієм Колмогорова | Відмова до досягнення ресурсу $P_{від}$, % |
|-----------------------------|---------------------|--------------------|--|---|---|
| Rosava 9,00R20 (КамАЗ-5511) | 59,98 | 3,99 | $f(l) = 0,1e^{-\frac{(l_i - 59,98)^2}{31,84}}$ | 1,0 | 3,1 |
| Rosava 9,00R20 (КамАЗ-5410) | 82,48 | 4,23 | $f(l) = 0,094e^{-\frac{(l_i - 82,48)^2}{35,79}}$ | 0,9739 | 0,5 |
| ДШЗ 10,00R20 | 37,89 | 6,04 | $f(l) = 0,066e^{-\frac{(l_i - 37,89)^2}{73,09}}$ | 1,0 | 0,8 |
| ДШЗ 9,00R20 | 90,16 | 29,17 | $f(l) = 0,015e^{-\frac{(l_i - 90,16)^2}{1476,49}}$ | 0,997 | 15,2 |
| ДШЗ 12,00R20 | 27,45 | 8,41 | $f(l) = 0,047e^{-\frac{(l_i - 27,45)^2}{141,46}}$ | 0,92 | 36,4 |
| Rosava 12,00R20 | 67,33 | 11,45 | $f(l) = 0,03e^{-\frac{(l_i - 67,33)^2}{262,31}}$ | 0,864 | 13,4 |

Статистичний аналіз даних (див. табл. 1.2) свідчить, що для вантажних автомобілів характерні такі особливості: значний відсоток шин (10-40%) не досягає нормативного ресурсу, а також спостерігається велика варіативність їхнього зносу (середнє квадратичне відхилення становить 35-50% від математичного очікування ресурсу).

Таким чином, актуальним завданням є визначення реальних нормативних показників ресурсу шин вантажних автомобілів для кожного окремого підприємства. Залежно від типу та масштабу автотранспортного підприємства система управління технічним станом шин може мати різну складність. Одним із ключових показників, що впливає на економічну ефективність підприємства, є ресурс шин та можливість його прогнозування.

Прогнозування ресурсу шин, з урахуванням реальних умов експлуатації на конкретному підприємстві, здійснюється на основі:

- встановлених норм середнього ресурсу пневматичних шин колісних транспортних засобів із коригуванням відповідно до методики Міністерства транспорту та зв'язку [5];
- норм ресурсу, визначених виробником шин, із використанням розширеної системи коефіцієнтів [6];
- власних статистичних досліджень пробігу шин у реальних умовах експлуатації для кожного типорозміру [7];
- постійного контролю залишкової висоти протектора під час технічного обслуговування та аналізу інтенсивності зносу.

Кожен із цих методів має свої переваги та недоліки, а їх вибір залежить від низки організаційних факторів, зокрема розміру підприємства, кількості рухомого складу, рівня розвитку технічної служби, наявності якісних статистичних даних, стабільності виробничих процесів, дотримання дисципліни, а також функціонування систем контролю та обліку.

У процесі комплексної діагностики можливе виявлення трьох типів несправностей. Однією з основних вимог до технічного обслуговування є

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 11 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

його гнучкість, що дає змогу мінімізувати часові та матеріальні витрати на виявлення та усунення дефектів. У цьому контексті визначено комплекс завдань:

- ідентифікація можливих несправностей;
- підтвердження їх наявності;
- локалізація дефектів;
- усунення виявлених несправностей.

Отже, необхідно впровадити логічну послідовність процесів: визначення типу зносу, ідентифікація можливих несправностей, проведення діагностичних заходів (як загальних, так і поглиблених), а також виконання ремонтно-регулювальних робіт. Саме така схема дозволяє сформувавши комплекс заходів, спрямованих на підвищення надійності шин. Гнучкість цієї системи досягається завдяки можливості варіативного переходу між етапами та широкому спектру вузлів, які беруть участь у процесі.

Сільськогосподарська техніка експлуатується в складних умовах, що включають нерівний рельєф, значне навантаження та вплив агресивного середовища (волога, пил, хімікати). Колеса є критичною складовою, що визначає надійність і довговічність техніки. Покращення їхньої надійності дозволяє зменшити витрати на технічне обслуговування, підвищити ефективність роботи та знизити ризик поломок.

Основні фактори, що впливають на надійність коліс:

1. Конструкційні особливості
 - Матеріал шини (натуральний каучук, синтетичні полімери)
 - Посилена боковина для захисту від механічних пошкоджень
 - Посилені кордові шари та металевий брекер
2. Якість дорожнього покриття та робочих умов
 - Робота в полі, де нерівності можуть спричинити ударні навантаження
 - Вологість і температура, що впливають на зчеплення та стирання гуми

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 12 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3. Навантаження на вісь та тиск у шинах

- Невідповідний тиск може спричиняти прискорене зношування
- Надмірне навантаження – одна з основних причин розриву або деформації шини

4. Агресивні хімічні фактори

- Дія пестицидів, добрив, мінеральних речовин може призводити до руйнування гумової суміші

Методи підвищення надійності коліс:

1. Використання інноваційних матеріалів

- Полімерні домішки для збільшення зносостійкості
- Спеціальні армуючі вставки для підвищення міцності
- Використання радіальних шин замість діагональних

2. Оптимізація конструкції

- Поліпшення протектора для рівномірного розподілу навантаження
- Введення саморегенерувальної гуми (здатної закривати невеликі тріщини)

- Покращене зчеплення з ґрунтом для зменшення пробуксовки

3. Контроль тиску та навантаження

- Впровадження датчиків контролю тиску та температури
- Використання адаптивних систем змінного тиску (зменшення навантаження в полі, підвищення на дорогах)

4. Технології запобігання пошкодженням

- Самогерметизувальні шини
- Використання безповітряних шин або шин із жорсткими полімерними вставками

- Антипрокольні рідини

5. Регулярне технічне обслуговування

- Контроль рівня зношення протектора
- Перевірка тиску перед кожним виходом у поле

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 13 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- Використання рекомендованих виробником навантажувальних параметрів

Підвищення надійності коліс сільськогосподарської техніки можливе за рахунок використання нових матеріалів, удосконалення конструкції шин, контролю тиску та впровадження технологій захисту від пошкоджень. Це дозволяє знизити експлуатаційні витрати, підвищити продуктивність техніки та зменшити ризик її простою.

1.3. Обладнання для шиномонтажних робіт

Шиномонтажне обладнання відіграє ключову роль у технічному обслуговуванні коліс транспортних засобів, зокрема сільськогосподарської техніки, вантажних і легкових автомобілів. Використання сучасних шиномонтажних станцій дозволяє ефективно виконувати роботи з демонтажу, балансування, накачування та ремонту шин.

1. Основні види обладнання для шиномонтажних робіт

1.1. Шиномонтажні стенди

Це основне обладнання для встановлення та демонтажу шин. Вони бувають:

- Напівавтоматичні – оператор вручну зміщує монтажну головку.
- Автоматичні – мають пневматичний або електромеханічний привід, що підвищує продуктивність роботи.
- Для легкових авто – працюють з колесами діаметром до 24".
- Для вантажних автомобілів і сільгосптехніки – можуть обробляти колеса до 56".

► Популярні моделі: Sicam, Corghi, Hofmann, Beissbarth.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 14 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1.2. Балансувальні стенди

Призначені для визначення дисбалансу коліс і встановлення балансувальних вантажів.

- Динамічні та статичні балансувальні стенди – розраховані на точне вирівнювання маси.
- Автоматичні балансувальні стенди – швидко аналізують дисбаланс і підказують місце розташування вантажів.
- Для вантажних і сільськогосподарських коліс – мають підвищену вантажопідйомність.

► Популярні моделі: Hunter, Haweka, Sicam.

1.3. Компресори для шиномонтажу

Забезпечують подачу стисненого повітря для накачування шин і роботи пневмоінструменту.

- Поршневі компресори – бюджетний варіант, але мають обмежений ресурс.
- Гвинтові компресори – працюють безперервно, підходять для великих шиномонтажних майстерень.

► Популярні бренди: Fini, AVAC, Remeza.

1.4. Підйомники та домкрати

Необхідні для підняття автомобіля під час демонтажу коліс.

- Гідравлічні домкрати – мобільні та зручні.
- Ножичні та двостійкові підйомники – використовуються в шиномонтажних майстернях.

► Популярні виробники: Launch, BendPak, Rotary.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 15 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1.5. Інструменти для шиномонтажу

- Монтажні лопатки – для зняття та встановлення шин.
 - Гайковерти – дозволяють швидко відкручувати та закручувати колісні болти.
 - Манометри – використовуються для перевірки тиску в шинах.
 - Ролики та щітки для очищення дисків – запобігають корозії та забезпечують якісний монтаж шин.
- Рекомендовані бренди: Milwaukee, Makita, Bosch.

1.6. Устаткування для ремонту шин

- Вулканізатори – використовуються для відновлення пошкоджень на протекторі та боковинах.
 - Шнурові та грибкові латки – для заклеювання проколів.
 - Преси для відновлення протектора – популярні у вантажному та аграрному секторі.
- Популярні виробники: Best, TIP TOP, Aircraft.

Вибір шиномонтажного обладнання (рис.1.4) залежить від типу транспорту, обсягів роботи та бюджету майстерні. Для ефективної роботи шиномонтажного сервісу необхідно мати повний комплекс інструментів – від монтажних стендів і балансувальних верстатів до компресорів, домкратів та інструментів для ремонту шин.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 16 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Стенди для правки дисків



Sirius 62 00 CE

Балансувальні стенди



Bright CB-460B

Шиномонтажні стенди



CORCHI 1400 EVO автомат



Unitrol PO-22



ShiningBerg W69B



TCS 656 Invento

Рис.1.4. Обладнання для шино монтажних робіт

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 17 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

2.1. Розробка та обґрунтування модернізаційних рішень

Стенди для правки автомобільних і спецтехніки дисків є важливими елементами автосервісного обладнання, що дозволяють виправляти деформації та пошкодження дисків, забезпечуючи їхню подальшу безпечну експлуатацію. В сучасних умовах зростає потреба у вдосконаленні цих пристроїв для підвищення їхньої продуктивності, точності роботи, автоматизації процесів і забезпечення безпеки оператора.

Мета роботи – розробити та обґрунтувати модернізаційні рішення для підвищення ефективності та безпеки роботи стендів для правки дисків автомобілів та спецтехніки.

1. Аналіз існуючих конструкцій стендів для правки дисків

Сучасні стенди поділяються на:

- Гідравлічні стенди – застосовують гідроциліндри для виправлення дисків.
- Механічні стенди – працюють за допомогою важелів та механічного пресування.
- Електромеханічні стенди – використовують електроприводи для виконання виправлення.

Основні недоліки існуючих конструкцій:

1. Недостатня автоматизація – більшість стендів вимагають ручного налаштування.
2. Низька точність контролю деформацій – відсутність сучасних систем візуалізації та вимірювання.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 18 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3. Проблеми безпеки – оператори можуть піддаватися ризику отримання травм через велику силу, що застосовується під час правки.

2. Модернізаційні рішення для підвищення продуктивності

2.1. Впровадження цифрових систем вимірювання

- Використання лазерних датчиків для визначення ступеня деформації диска.

- Впровадження системи комп'ютерного аналізу для автоматичного розрахунку сили виправлення.

2.2. Автоматизація процесу правки

- Використання електромеханічних приводів з програмним управлінням.

- Створення автоматизованої системи позиціонування диска.

2.3. Оптимізація конструкції стану

- Покращення жорсткості рами за рахунок застосування нових матеріалів (високоміцні сплави, композитні матеріали).

- Використання поворотного механізму, що дозволяє швидко змінювати положення диска без ручного втручання.

3. Економічна ефективність модернізації

- Зменшення витрат на ручну працю через автоматизацію.

- Збільшення швидкості виправлення дисків на 30-50% за рахунок точнішого позиціонування та контролю.

- Підвищення терміну служби обладнання через використання високоякісних матеріалів.

- Підвищення рівня безпеки зменшує ризики нещасних випадків і витрати на компенсації.

Запропоновані модернізаційні рішення, такі як інтеграція цифрових систем вимірювання, автоматизація процесу правки, покращення конструкції та підвищення рівня безпеки, дозволяють суттєво збільшити продуктивність станів для правки дисків автомобілів і спецтехніки. Реалізація цих рішень

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 19 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

сприятиме покращенню якості обслуговування, скороченню часу виправлення дисків та зменшенню виробничих ризиків.

2.2. Призначення, будова та робота проєктованого універсального станда для обкатки (викатки) дисків

Стенд призначений (рис.2.1) для виправлення деформованих штампованих і литих дисків коліс автомобілів та спецтехніки. Він є стаціонарним обладнанням, оснащеним електромеханічним та ручним гвинтовим приводами. Процес виправлення виконується методом обкатки роликками.

Основні технічні характеристики

- Максимальний діаметр оброблюваних дисків – 20 дюймів;
- Напруга живлення – 380 В;
- Споживана потужність – 3 кВт;
- Габаритні розміри – 1680×1442×1300 мм;
- Вага – 245 кг.

При набутті відповідних навичок мінімальний рівень відновлення геометрії дисків досягає 98%.

Конструктивні особливості

На станині розміщена приводна оправка для закріплення диска, що підлягає виправленню, а також механізм правки. Основний елемент механізму – центральний профілюючий ролик, встановлений на опорах, а також два бічні правильні ролики, змонтовані на поворотних важелях. Важелі з'єднані між собою траверсою, що забезпечує синхронність їх роботи.

Опора механізму виконана у вигляді вилкоподібного важеля, одна вісь якого закріплена на станині з можливістю хитання, а інша підтримує центральний ролик. Вісь центрального ролика може переміщуватися в наскрізних прорізах бічних важелів, що дозволяє налаштовувати його

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 20 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

положення. Привід бічних роликів є ручним – він реалізований через ходовий гвинт, який взаємодіє з траверсою, встановленою на опорі.

Під час роботи обід колеса обертається між роликами, які притискають його із заданою силою. Це забезпечує поступове вирівнювання геометрії диска.

Недоліки конструкції

Серед основних недоліків стану можна виділити:

- Складність конструкції, що ускладнює її експлуатацію та обслуговування;
- Використання гідроциліндрів і гідросистеми, що збільшує вартість ремонту;
- Висока вартість обладнання, що обмежує його доступність для невеликих майстерень.

Призначення стану та додаткові можливості

Цей станд входить до категорії ремонтного обладнання для транспортних засобів. Він може використовуватися для відновлення ободів маточин і дисків, пошкоджених унаслідок експлуатації автотранспорту.

Конструкція включає:

- Електропривод, що забезпечує обертання диска під час правки;
- Фланець для встановлення та закріплення диска;
- Механізм правки, який складається з роликотобразних пуансонів і матриць;
- Силовий механізм для попереднього вирівнювання локальних деформацій, реалізований у вигляді пуансона-важеля з ручним гвинтовим приводом.

Механізм правки дозволяє встановлювати змінні кільця різної довжини, що дає змогу переналаштовувати обладнання для роботи з дисками різних розмірів.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 21 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Фланець має наскрізні отвори, призначені для кріплення автомобільних коліс із дисками шириною від 4 до 6 дюймів. Отвори виконані у вигляді радіальних пазів різної довжини та ширини, розташованих зі зміщенням для забезпечення універсальності кріплення.

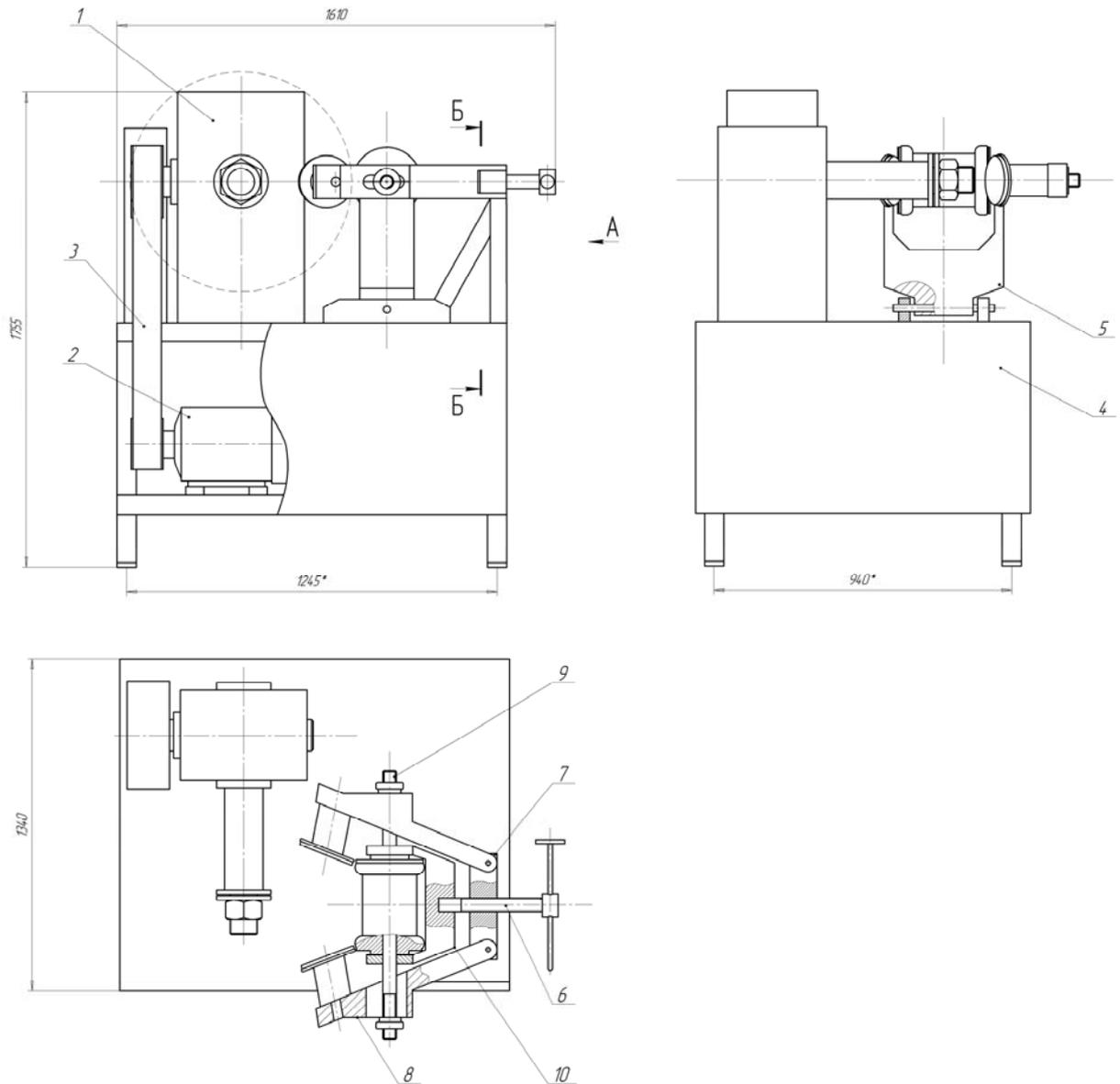


Рис.2.1. Універсальний шиномонтажний стенд

Технічне вдосконалення стенду

Щоб розширити технологічні можливості стенду, запропоновано механізм регулювання притисної сили, який включає:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 22 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- Гідравлічний привід бокових роликів для рівномірного розподілу навантаження;
- Центральний профілюючий ролик із приводом, що забезпечує більш точну корекцію деформацій;
- Оправку з центральним отвором для спрощення центрування диска;
- Каретку з направляючими та гідравлічним приводом, що дозволяє плавно переміщувати деталь у потрібному напрямку;
- Механізм правки маточини, виконаний у вигляді гідроциліндра, що притискає маточину через спеціальну склянку.

Модернізований стенд для правки дисків забезпечує розширені функціональні можливості, покращену точність ремонту та підвищену продуктивність. Завдяки вдосконаленню конструкції та інтеграції нових механізмів стенд дозволяє працювати з дисками різних типорозмірів та виконує правку з високою якістю, зменшуючи трудовитрати та підвищуючи ефективність процесу ремонту.

2.3. Принцип роботи універсального шиномонтажного стенду

Процес роботи стенду передбачає наступні етапи:

1. Фіксація диска:

Оброблюваний диск встановлюється на шпинделі електроприводу за допомогою фланця та фіксується кріпильними елементами, а також гайкою на різьбовому кінці шпинделя, що проходить крізь центральний отвір диска.

2. Розташування та регулювання:

Деформовані ділянки обода розміщуються між роликopodobними пуансонами та матрицями механізму правки за допомогою важелів, встановлених на осях з можливістю обертання. Притиск обода між пуансонами та матрицями регулюється за допомогою гвинтового механізму.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 23 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Для налаштування механізму під різні розміри дисків перед матрицями на осі встановлюються кільця відповідної довжини.

3. Запуск процесу правки:

Після фіксації диска запускається електродвигун, і електропривод починає обертати колесо. Виправлення обода виконується шляхом його обкатки між пуансонами та матрицями. Притискання диска до механізму правки регулюється гвинтом.

4. Попереднє вирівнювання сильних деформацій:

У разі значних деформацій попереднє вирівнювання здійснюється за допомогою силового механізму. Деформована частина обода затискається між пуансоном-важелем і матрицею за допомогою гвинта та вилки. Ступінь виправлення контролюється гвинтовим механізмом, а оператор утримує диск, притискаючи його до опорної поверхні руками.

5. Універсальність кріплення:

Завдяки фланцю з радіально розташованими пазами стенд може використовуватися для роботи з дисками різних типорозмірів, незалежно від країни виробництва, що розширює його функціональні можливості.

6. Розширені можливості стенду:

Додатковий силовий механізм для попереднього вирівнювання деформацій підвищує ефективність виправлення дисків. Конструкція фланця дозволяє працювати як з вітчизняними, так і з імпортними колесами, що значно збільшує продуктивність обладнання порівняно з аналогами.

2.4. Розрахунок деталей на міцність

Розрахунок шпонкових з'єднань

Шпонки підбираються за ДСТУ залежно від діаметра вала, а потім

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 24 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

виконується перевірочний розрахунок, на змінання.

Діаметр вихідного кінця вала електродвигуна $d = 24$ мм.

По таблиці К42 [8] вибираємо ширину шпонки «b» і висоту шпонки «h».

$b = 8$ мм, $h = 7$ мм, $t_1 = 4$ мм.

Довжину шпонки приймаємо з ряду стандартних довжин, враховуючи при цьому, що довжина шпонки повинна бути менше довжини ступені вала на 3 ... 10 мм.

Так як довжина вихідного кінця вала $L = 50$ мм.

Довжина шпонки дорівнює 45 мм.

Розрахункова довжина шпонки:

$$L_p = L_{ш} - b,$$

$$L_p = 45 - 8 = 37 \text{ мм.}$$

Розрахунок шпонки на змінання:

$$\sigma_{см} = \frac{F_T}{A_{см}} \leq [\sigma_{см}],$$

де F_T - колова сила, передана шпонкою.

$$F_T = \frac{2T_1}{d}$$

T_1 - обертовий момент електродвигуна.

$$T_1 = \frac{N_{двг} \cdot 10^3}{2\pi n_{двг}};$$

$$T_1 = \frac{1.5 \cdot 10^3}{2 \cdot 3.14 \cdot 935} = 0.26 \text{ Нм};$$

$$F_T = \frac{2 \cdot 0.26}{0.024} = 1.7 \text{ Н.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 25 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

де A_{CM} - площа зминання.

$$A_{CM} = \frac{h - t_1}{L_P};$$

$$A_{CM} = \frac{7 - 4}{37} = 0.08 \text{ мм}^2.$$

$[\sigma_{CM}] = 110-190 \text{ Н/мм}^2$ - допустима напруга зминання.

$$\sigma_{CM} = \frac{1.7}{0.08} = 21.3 \text{ Н/мм}^2.$$

Умова міцності виконується, шпонка є міцною.

Вибираємо шпонку 87×36 ДСТУ 23360 – 99.

Розрахунок болтового з'єднання

При роботі дископравильного станду болтове з'єднання працює на зріз.

Формули перевірного та проектувального розрахунків болта на зріз мають такий вигляд:

$$\tau_{CP} = \frac{4F}{\pi \cdot d^2 \cdot i} \leq [\tau_{CP}],$$

де F - зовнішня сила,

$$F = \frac{2T}{d};$$

$d = 60 \text{ мм}$ – діаметр болтового зєднання.

$$F = \frac{2 \cdot 507.9}{0.06} = 16930 \text{ Н.}$$

де i - число площин зрізу, 1 [за даними станду];

$[\tau_{CP}] = 120 \text{ МПа}$ - допустима напруга на зріз, для сталі 40Х таблиця 25.1 [8].

$$\tau_{CP} = \frac{4 \cdot 16930}{3.14 \cdot 60^2 \cdot 1} = 6 \text{ МПа.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 26 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Міцність болтового з'єднання виконується.

Розрахунок на міцність осі

Качаючий важіль впливає на вісь, що викликає навантаження і деформації, тому вісь потрібно розрахувати на деформацію зрізу.

Формули на зріз мають такий вигляд:

$$\tau_{CP} = \frac{4F}{\pi \cdot d^2 \cdot i} \leq [\tau_{CP}];$$

де $F = 33860$ - сила, що діє на вісь в двох напрямках;

d - діаметр вісі;

i - число площин зрізу, 2 [за даними стенду];

$[\tau_{CP}] = 140$ МПа - допустима напруга на зріз, для сталі 45Х [8].

$$140 = \frac{4 \cdot 33860}{3.14 \cdot d^2 \cdot 2}$$

$d = 12.4$ мм.

Діаметр вала повинен бути більше 12.4 мм, приймаємо 16 мм при цьому міцність буде забезпечена з запасом.

2.5. Розрахунок черв'ячного редуктора

Вибір електродвигуна

Обчислення необхідної потужності двигуна

Обчислення необхідної потужності двигуна проводиться за формулою:

$$P_{\text{вд}} = \frac{P_{\text{в}}}{\eta_{\text{ЗАГ}}};$$

де $P_{\text{в}} = F_t \cdot V$ - потужність необхідна на виході черв'ячного редуктора;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 27 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

F_t - колова сила на зірочці пластинчастого конвеєра;

V - швидкість руху ланцюга;

$\eta_{\text{общ}} = \eta_p \cdot \eta_n \cdot \eta_m \cdot \eta_{\text{цп}}$ - ККД механізму;

$\eta_p = 0,8$ - ККД червячної передачі;

$\eta_n = 0,99$ - ККД пари підшипників кочення (на приводному валу);

$\eta_m = 0,98$ - ККД муфти;

$\eta_{\text{цп}} = 0,94$ - ККД ланцюгової передачі.

$$\eta_{\text{зАГ}} = 0,8 \cdot 0,99 \cdot 0,98 \cdot 0,94 = 0,73$$

$$P_{\text{эд}} = \frac{F_t \cdot V}{\eta_{\text{общ}}} = \frac{4000 \cdot 0,25}{0,73} = 2,67 \text{ кВт}$$

Приймаємо: $P_{\text{эд}} = 3,0 \text{ кВт}$

Проектування редуктора

Попередній розрахунок діаметрів валів

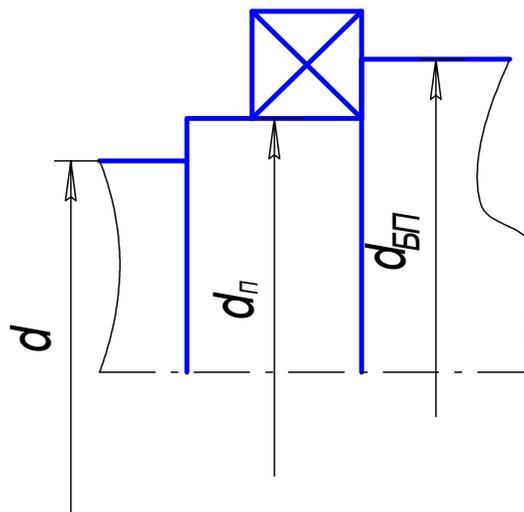


Рис.2.2. Розрахунок валів

| | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------|
| | | | | | Арк. |
| | | | | | 28 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | |

а) Для швидкохідного валу вибираємо:

$$d \geq (7...8) \cdot \sqrt[3]{T_B} = 15.113...17.282$$

Вибираємо: $d = 26$.

Діаметр валу посадочних місць підшипників:

$$d_{\Pi} \geq d + 2 \cdot t_{\text{цвл}} = 40 \text{ мм}$$

де $t_{\text{цвл}} = 3,5 \text{ мм}$ - висота заплечика для конічного кінця валу.

Діаметр основної частини валу розрахований по формулі:

$$d_{\text{БП}} \geq d_{\Pi} + 3r$$

де $r = 2,5$ - координата фаски підшипника.

$$d_{\text{БП}} \geq 40 + 3 \cdot 2,5 = 47,5 \text{ мм}$$

Але так як черв'як порожнистий з глухим отвором і шпонковим пазом для шпоночно з'єднання з електродвигуном, то та частина, яка з'єднується з валом електродвигуна повинна мати більший діаметр. А саме, більший діаметра валу електродвигуна ($d = 26 \text{ мм}$). Діаметр черв'яка посадкового місця підшипника для цієї частини валу приймається $d_{\Pi} = 40 \text{ мм}$.

Діаметр основної частини валу розрахований по формулі:

$$d_{\text{БП}} \geq d_{\Pi} + 3r$$

де $r = 2,5$ - координата фаски підшипника.

$$d_{\text{БП}} \geq 40 + 3 \cdot 2,5 = 47,5 \text{ мм}$$

Вибираємо:

$$d_{\text{БП}} = 48 \text{ мм}.$$

б) Для валу черв'ячного колеса:

$$d \geq (5...6) \cdot \sqrt[3]{T_T} = 22.606...27.127 \text{ мм}$$

Вибираємо:

$$d = 32 \text{ мм}; d_{\Pi} = 40 \text{ мм}$$

$$d_{\text{БП}} \geq d_{\Pi} + 3r = 47,5$$

Вибираємо:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 29 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$d_{\text{БП}} = 48 \text{ мм} .$$

Розрахунок відстані між деталями редуктора

Зазор до бічної стінки розрахований за формулою:

$$a \approx \sqrt[3]{L + 3} .$$

де $L = a_w + \frac{d_1}{2} + \frac{d_2}{2}$ - попередня довжина корпусу.

$$a_w = 140 \text{ мм} .$$

$$L = 140 + \frac{214.2}{2} + \frac{63}{2} = 278,6 \text{ мм}$$

$$a \approx \sqrt[3]{278,6 + 3} = 9,53 \text{ мм}$$

Округлюється в більшу сторону: $a = 10 \text{ мм} .$

Розрахунок шпонкового з'єднання

Для з'єднання вала і черв'ячного колеса вибрано шпонкові з'єднання.

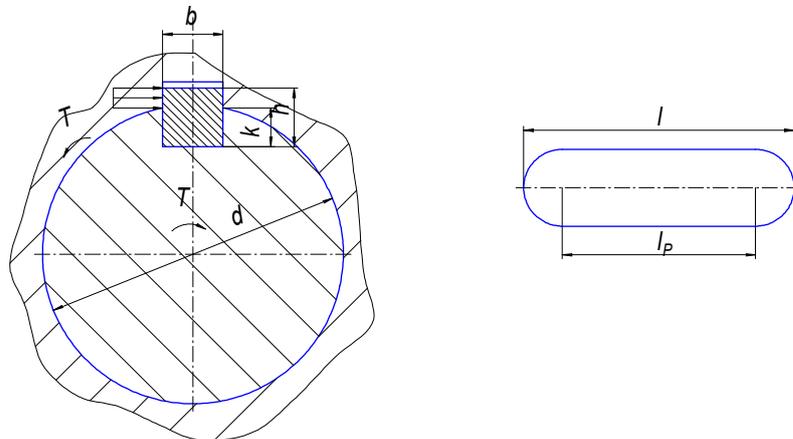


Рис.2.3. Шпонкові з'єднання

$$D_1 = 26 \text{ мм}$$

$$D_2 = 32 \text{ мм}$$

$$D_3 = 42,7 \text{ мм}$$

$$D_4 = 60 \text{ мм}$$

- діаметр валу;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 30 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$T_1 = 10,063H \cdot m$$

$$T_2 = 92,419H \cdot m \quad - \text{момент на валу.}$$

$$T_3 = 367,25H \cdot m$$

$$T_4 = 367,25H \cdot m$$

Із атласу «Детали машин» для заданого діаметру вала знаходимо розміри поперечного січення шпонки:

$$h_{1,2} = 8\text{мм}, b_{1,2} = 10\text{мм};$$

$$h_3 = 8\text{мм}, b_3 = 12\text{мм};$$

$$h_4 = 11\text{мм}, b_4 = 18\text{мм}$$

$$k_{1,2} = 3\text{мм};$$

$$k_3 = 4\text{мм}; \quad - \text{величина виступу шпонки із валу.}$$

$$k_4 = 4\text{мм}.$$

$$l_p \geq \frac{2 \cdot T}{[\sigma]_{cm} \cdot k \cdot D};$$

Допустиме напруження на зминання: $[\sigma]_{cm} = 110\text{МПа}$;

$$l_{P_1} \geq 2,346\text{мм}$$

$$l_{P_2} \geq 16,973\text{мм}$$

$$l_{P_3} \geq 37,89\text{мм}$$

$$l_{P_4} \geq 27,8\text{мм}$$

Приймаємо:

$$l_1 = 32\text{мм};$$

$$l_2 = 32\text{мм};$$

$$l_3 = 52\text{мм};$$

$$l_4 = 70\text{мм}.$$

Вибір мастильного матеріалу

Для зменшення витрат потужності на тертя і зниження інтенсивності зносу поверхонь, що труться, а також для запобігання їх від заїдання, задирів,

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 31 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

корозії і кращого відведення теплоти третьові поверхні деталей повинні мати надійне змащення.

Для редуктора необхідно застосовувати картерну систему змащування. Масло заливається до середини черв'яка.

Контактні напруження:

$$\sigma_H = 186,8 \text{ МПа}.$$

Колова швидкість колеса:

$$V = \omega \cdot r$$

де $\omega = 2\pi \cdot n$ - кутова швидкість колеса;

$$r = \frac{d_1}{2} = \frac{0,063}{2} = 0,0315 \text{ м} - \text{ радіус ділильної окружності черв'яка};$$

$n = 1395 \text{ с}^{-1}$ - частота обертання черв'яка.

$$\omega = 2\pi \cdot 1395 = 8765,04 \text{ рад/с}$$

$$V = 260,75 \cdot 0,11 = 28,6 \text{ м/с}^2$$

Згідно цим даним вибрано мастило: І-В-Д-100.

І – індустріальне;

В – важко навантажені вузли;

Д – мастило з антиокислювачами, антикорозійними і протизносними присадками.

Допустимі рівні занурення черв'яка в масляну ванну:

$$h_M = d_1 / 2 + b_0 = 40 / 2 + 33 = 53 \text{ мм}$$

Рівень масла щодо дна корпусу редуктора обраний:

$$h_M = 53 \text{ мм}$$

Обсяг мастила обчислений за формулою:

$$V_M = L_B \cdot h_M \cdot B_B - V_K$$

де $L_B = 3\delta \text{ м}$ - внутрішня довжина корпусу;

$B_B = 1,06\delta \text{ м}$ - внутрішня ширина з черв'яком (частина черв'яка);

$V_K \approx 0,5 \text{ л}$ - об'єм, займаний черв'яком.

$$V_M = 0,53 \cdot 3 \cdot 1,06 - 0,5 = 1,2 \delta \text{ м}^3$$

| | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------|
| | | | | | Арк. |
| | | | | | 32 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | |

Обсяг масла заокруглений в більшу сторону:

$$V_M = 1.2 \text{ дм}^3 \approx 1.5 \text{ л.}$$

РОЗДІЛ 3. СПЕЦІАЛЬНИЙ

3.1. Техніка безпеки та охорона праці при роботі на стенді

Робота на стенді для правки дисків пов'язана з використанням механічного та електричного обладнання, що створює потенційні ризики для оператора. Для забезпечення безпечних умов праці необхідно дотримуватись правил техніки безпеки та охорони праці [9, 10].

1. Загальні вимоги безпеки

1. Доступ до роботи

До роботи на стенді допускаються лише кваліфіковані працівники, які пройшли відповідний інструктаж та ознайомлені з правилами експлуатації обладнання.

Перед початком роботи оператор повинен переконатися у справності стенду та засобів захисту.

2. Робоче місце

Робоча зона повинна бути чистою та вільною від сторонніх предметів.

Поверхня підлоги має бути рівною, не слизькою та без перешкод.

Стенд повинен бути встановлений на стійкій основі та заземлений.

3. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)

Оператор повинен використовувати:

Захисні окуляри або щиток для запобігання потраплянню уламків металу.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 33 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- Рукавички для захисту рук від травм.
- Закритий спецодяг та взуття із нековзною підошвою.
- Беруші або навушники для захисту від шуму (за необхідності) .

2. Безпечна експлуатація станду

2.1. Підготовка до роботи

- Перед запуском необхідно переконатися у відсутності сторонніх осіб у робочій зоні.
- Візуально перевірити стан електропроводки, кріплення фланця та цілісність механізмів.
- Забороняється працювати на станді при виявленні несправностей.
- Переконатися, що всі рухомі частини добре змащені та працюють без заклинювань.

2.2. Робота на станді

- Встановлювати диск лише після повного зупинення шпинделя.
- Не доторкатися до обертових частин станду під час роботи.
- Контролювати правильність фіксації диска на шпинделі, щоб уникнути його розбалансування.
- Виконувати регулювання тиску лише після повної зупинки механізмів.
- Уникати різких рухів і надмірного зусилля, щоб не пошкодити диск або станд.

2.3. Завершення роботи

- Після завершення роботи станд потрібно вимкнути від мережі.
- Очистити робочу зону від металевих ошурків та забруднень.
- Провести візуальний огляд станду на предмет пошкоджень або зносу деталей.

3. Додаткові заходи безпеки

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 34 |

- Забороняється працювати на стенді в небезпечних умовах (вогкість, мокра підлога, несправне освітлення).
- У разі поломки стенду зупинити роботу, повідомити керівництво та не намагатися виконати ремонт самостійно без відповідної кваліфікації.
- При виникненні надзвичайної ситуації негайно зупинити стенд та діяти відповідно до інструкцій з охорони праці.
- У разі ураження електричним струмом або травми слід негайно викликати медичну допомогу.

4. Вимоги до електробезпеки

- Стенд повинен бути підключений через заземлену електромережу.
- Заборонено працювати при пошкодженому ізоляційному покритті проводів.
- Не торкатися оголених електропроводів і контактів.
- Всі електричні роботи проводити тільки після відключення стенду від живлення.

Дотримання правил техніки безпеки при роботі на шиномонтажному стенді для правки дисків дозволяє запобігти травмам, забезпечити довговічну експлуатацію обладнання та підвищити ефективність роботи. Оператор повинен регулярно проходити інструктаж і дотримуватись встановлених вимог для збереження свого здоров'я та безпеки оточуючих [9, 10].

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 35 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У ході виконання даної роботи було проведено аналіз основних аспектів, пов'язаних із зношуванням шин, пошкодженням дисків, а також удосконаленням їхньої надійності. В результаті отримано наступні висновки:

- Визначено основні причини зношування шин та пошкодження дисків сільськогосподарської техніки.
- Запропоновано заходи щодо покращення надійності коліс, включаючи використання спеціальних протекторних покриттів, оптимізацію конструкції дисків та впровадження технологій рівномірного розподілу навантажень.
- Проаналізовано сучасне обладнання для шиномонтажних робіт, що дозволяє підвищити ефективність обслуговування та зменшити ризик механічного пошкодження шин та дисків.
- Розроблено та обґрунтовано модернізаційні рішення, спрямовані на підвищення довговічності та безпечної експлуатації коліс сільськогосподарської техніки.
- Виконано модернізацію універсального станду для обкатки (викатки) дисків, що забезпечує рівномірне навантаження та зменшення деформації в процесі експлуатації.
- Розглянуто принципи роботи універсального шиномонтажного станду, що включають можливість виконання широкого спектра робіт із демонтажу, монтажу та балансування коліс.
- Описано основні вимоги техніки безпеки та охорони праці при роботі на стенді, що включають заходи щодо запобігання травматизму,

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 36 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

використання засобів індивідуального захисту та дотримання нормативних вимог.

○ Наведено рекомендації щодо організації робочого місця та впровадження заходів із підвищення ергономічності роботи оператора.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ткаченко В.П., Сакно О.П. Порівняльне дослідження законів розподілу фактичного ресурсу пневматичних шин різних видів автотранспорту. // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. – Донецьк: ДААТ, 2010 №4. – С. 84 – 94.

2. Про затвердження Експлуатаційних норм середнього ресурсу пневматичних шин колісних транспортних засобів і спеціальних машин, виконаних на колісних шасі. Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України від 20 травня 2006 року № 488.

3. Кравченко О.П., Сакно О.П., Лукічов О.В. Порівняльний аналіз норм та фактичного ресурсу шин автотранспорту в умовах Донбасу. // Вісник СНУ ім. В. Даля, №7 (149). – Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2010 – С. 110 – 114.

4. Kravchenko Alexander, Sakno Olga. Tire life adjustment on the coefficients of operational and road conditions. // ТЕКА Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture. Volume XIA. – Lublin, Poland: Polish academy of sciences, 2011. – P. 121 – 128.

5. Кравченко О.П., Сакно О.П., Лукічов О.В. Прогнозування фактичного терміну експлуатації та призначення нормативного ресурсу шин вантажних автомобілів. // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту, №4. – Донецьк: ПП «Молнія», 2011. – С. 84 – 94.

6. Кравченко О.П., Сакно О.П., Лукічов О.В. Поліпшення технічного сервісу автомобілів на підставі контролю інтенсивності зносу шин. // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. Випуск 122. – Харків: ХНТУСГ, 2012.–С.41–48.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 37 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

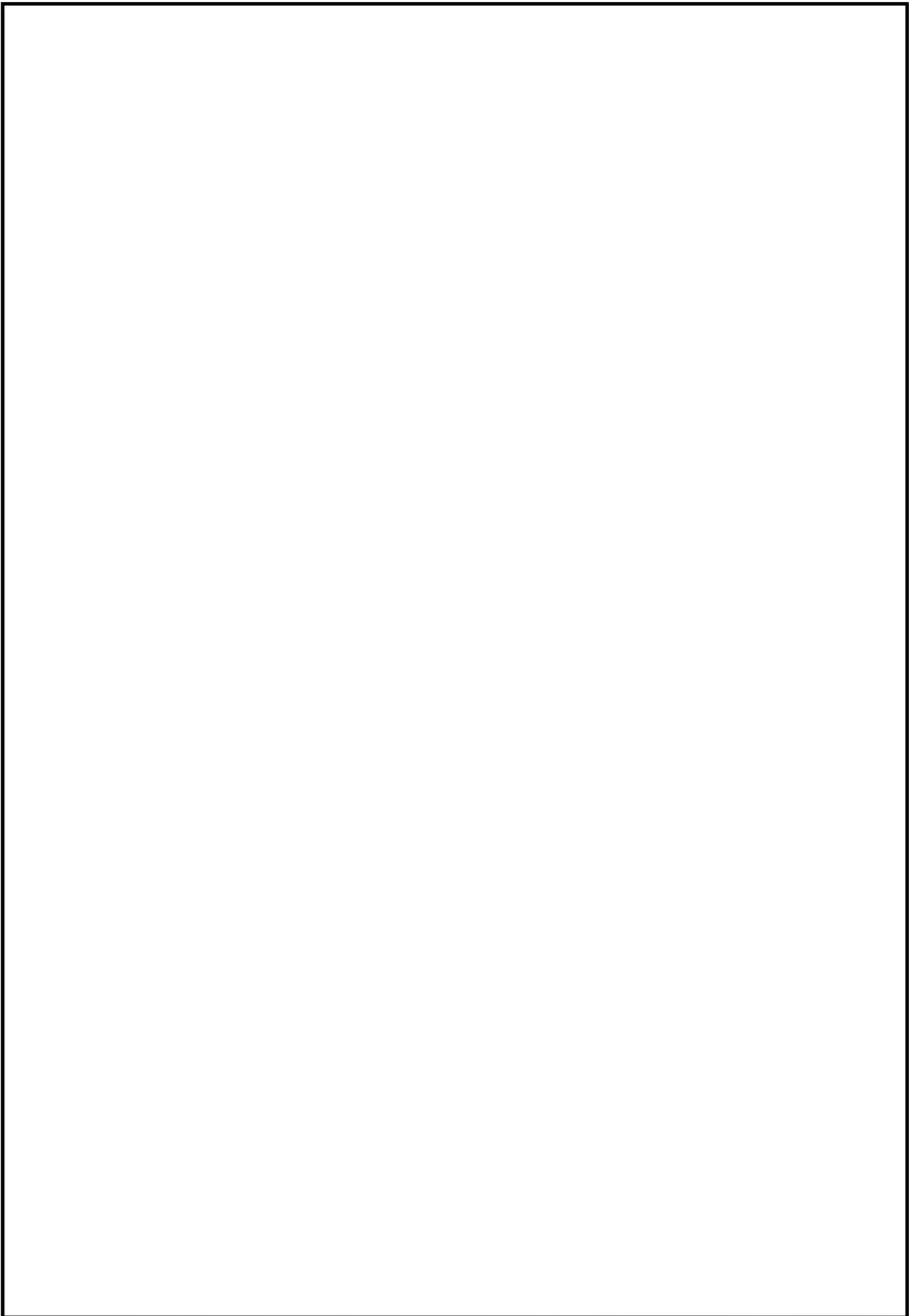
7. Кравченко О.П., Сакно О.П., Лукічов О.В., Гнатюк М.І. Аналіз чинників, що визначають інтенсивність і характер зносу протектора шин та його зв'язок з технічним станом елементів автомобіля. // Наукові нотатки. Випуск 31. – Луцьк: ЛНТУ, 2011. – С. 170 – 176.

8. Кобзар Є.П., Зайцев С.О., Шостачук А.М. Технологічне проектування станцій технічного обслуговування та автотранспортного підприємства: Навчальний посібник для самостійної роботи студентів. – Житомир: ЖДТУ, 2010. – 231 с.

9. <https://oppb.com.ua/news/bezpechne-vykonannya-shynomontazhnyh-robit>

10. <https://pro-op.com.ua/article/15647-bezpechne-vikonannya-shinomon-tazhnikh-robit>

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 38 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |



| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|--|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 39 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |