

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
УКРАЇНИ**

Факультет конструювання і дизайну

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

**Завідувач кафедри**

\_\_\_\_\_  
Надійності техніки

(назва кафедри)

\_\_\_\_\_  
к.т.н., доц. Новицький А.В.

(підпис)

(ПІБ)

“ 2 ” \_\_\_\_\_ червня \_\_\_\_\_ 2026\_ р.

**БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему «Розробка конструкції мобільного свердлувального верстата в  
умовах майстерні загального призначення»**

Спеціальність 133 - «Галузеве машинобудування»\_

(код і назва)

**Гарант освітньої програми**

\_\_\_\_\_  
д.т.н., проф., акад. УААН

(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
Булгаков В.М.

(ПІБ)

**Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи**

\_\_\_\_\_  
к.т.н. доц.

(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
Ружи́ло З.В.

(ПІБ)

**Виконав**

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
Данілова М.С.

(ПІБ студента)

**КИЇВ – 2026**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет конструювання і дизайну

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач кафедри**  
**Надійності техніки**

|                                  |                |
|----------------------------------|----------------|
| к.т.н., доц.                     | Новицький А.В. |
| (науковий ступінь, вчене звання) | (підпис) (ПІБ) |
| “17” жовтня                      | 2025р.         |

**З А В Д А Н Н Я**  
**на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту**

Данілової Маргарити Сергіївни  
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 133 - «Галузеве машинобудування»  
(код і назва)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи «Розробка конструкції мобільного  
свердлувального верстата в умовах майстерні загального призначення»

затверджена наказом ректора НУБіП України від “22” жовтня 2025р. № 1044 с

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2 червня 2026  
(число, місяць, рік)

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи

1. Результати аналізу виробничої діяльності господарства та новітніх технологічних процесів ремонту сільськогосподарських техніки.
2. Типові планування центральних ремонтних майстерень з ремонту сільськогосподарських машин.
3. Типові норми витрати часу на ремонт сільськогосподарських техніки.

Перелік питань, які потрібно розробити:

Вступ

1. Вихідні дані для проектування (аналіз діяльності господарства, стан МТП, ремонтної бази, завдання проектування). 2. Технологічна частина проекту (визначення обсягів РОР в господарстві, оптимізація програми ЦРМ, розрахунок кількості обладнання, працівників, проектування графіка завантаження ЦРМ). 3. Конструкторська частина проекту (проектування пристосування свердлування отворів, розрахунок основних конструктивних елементів). 4. Охорона праці (розрахунок освітлення та повітрообміну, аналіз небезпек на дільниці). 5. Економічна ефективність переоснащення дільниці. Висновки. Література. Додаток  
Перелік графічних документів (за потреби) Розподіл робіт по підтриманню МТП в працездатному стані  
Технологічне планування ремонтної майстерні. Граф станів МТП. Маршрутна карта.  
Пристосування для свердлування. Деталі пристосування. Заходи з охорони праці. Техніко-економічні показники проекту

Дата видачі завдання “ 17 ” жовтня 2025 р.

**Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи**

Ружи́ло З.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

**Завдання прийняв до виконання**

Дані́лова М.С.  
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП                                                                                                                                              | 6  |
| 1. ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА                                                                                                  | 7  |
| 1.1. Землекористування та склад виробничих підрозділів господарства                                                                                | 7  |
| 1.2. Склад машинно-тракторного парку господарства.                                                                                                 | 11 |
| 1.3. Обґрунтування теми та завдань роботи                                                                                                          | 14 |
| 2. ОРГАНІЗАЦІЯ І ПЛАНУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО<br>ОБСЛУГОВУВАННЯ МАШИННО - ТРАКТОРНОГО ПАРКУ                                                               | 18 |
| 2.1. Система технічного обслуговування машин                                                                                                       | 18 |
| 2.2. Планування робіт по технічному обслуговуванню машин                                                                                           | 19 |
| 2.3. Розрахунок річної виробничої програми з технічного<br>обслуговування комбайнів та складних сільськогосподарських<br>машин аналітичним методом | 23 |
| 2.4. Розрахунок річної виробничої програми по ТО автомобілів                                                                                       | 27 |
| 2.5. Організація проведення технічного обслуговування машино –<br>тракторного парку                                                                | 36 |
| 3. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ                                                                                                                           | 38 |
| 3.1. Організація і розрахунок кількості робочих постів на ділянці<br>ТО та ПР двигунів вантажних автомобілів                                       | 38 |
| 3.2. Розрахунок та підбір технологічного обладнання ділянці по<br>ТО і ПР двигунів вантажних автомобілів                                           | 39 |
| 3.3. Розрахунок площ виробничих приміщень ділянці                                                                                                  | 44 |
| 4. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ                                                                                                                         | 46 |
| 4.1. Призначення і область використання проєктованого виробу                                                                                       | 46 |
| 4.2. Загальна характеристика пристосування                                                                                                         | 47 |

|           |      |          |        |      |                                         |  |  |  |                   |      |         |   |
|-----------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|--|--|--|-------------------|------|---------|---|
|           |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> |  |  |  |                   |      |         |   |
|           |      |          |        |      |                                         |  |  |  |                   |      |         |   |
| Змн.      | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         |  |  |  |                   |      |         |   |
| Розроб.   |      | Данілова |        |      | <b>ЗМІСТ</b>                            |  |  |  | Літ.              | Арк. | Аркушів |   |
| Перевір.  |      | Ружило   |        |      |                                         |  |  |  |                   |      | 3       | 2 |
| Реценз.   |      |          |        |      |                                         |  |  |  | НУБІП України, КД |      |         |   |
| Н. Контр. |      | Банний   |        |      |                                         |  |  |  |                   |      |         |   |
| Затверд.  |      |          |        |      |                                         |  |  |  |                   |      |         |   |

|                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.3. Конструкція і принцип роботи пристрою                                                                                                 | 49 |
| 4.4. Розрахунки основних елементів установки                                                                                               | 51 |
| 4.4.1. Розрахунок стопорного пальця                                                                                                        | 51 |
| 4.4.2. Розрахунок діаметра пальця                                                                                                          | 53 |
| 5. ОХОРОНА ПРАЦІ                                                                                                                           | 54 |
| 5.1. Аналіз технологічних, виробничих процесів, устаткування з метою виявлення небезпечних та шкідливих виробничих факторів                | 54 |
| 5.2. Розрахунок заходів з охорони праці на дільниці ТО та ПР двигунів вантажних автомобілів                                                | 55 |
| 5.2.1. Розрахунок природного освітлення дільниці                                                                                           | 55 |
| 5.2.2. Розрахунок штучного освітлення дільниці                                                                                             | 56 |
| 5.2.3. Розрахунок потрібної кількості води або піни на випадок пожежі і недоторканого запасу води з вибором необхідних споруд і обладнання | 58 |
| 5.2.4. Вибір та розрахунок засобів по пилогазоочищенню повітря дільниці                                                                    | 60 |
| 5.3. Техніка безпеки при роботі на установці                                                                                               | 63 |
| 6. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ                                                                                                                      | 92 |
| 6.1. Розрахунок собівартості одної людино-години проведення робіт на дільниці                                                              | 92 |
| 6.2. Розрахунок фонду заробітної плати працівників дільниці                                                                                | 92 |
| 6.3. Розрахунок балансової вартості запропонованої конструкції оригінальної установки для свердлування отворів та нарізання різьб          | 68 |
| 6.4. Розрахунок капітальних вкладень при проєктуванні дільниці ТО та ПР двигунів вантажних автомобілів                                     | 73 |
| 6.5. Визначення величини річного економічного ефекту від впровадження у виробничий процес підприємства установки оригінальної конструкції  | 80 |
| ВИСНОВКИ                                                                                                                                   | 83 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ                                                                                                                 | 84 |
| ДОДАТКИ                                                                                                                                    | 92 |

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 4    |

# РЕФЕРАТ

Данілова Маргарита Сергіївна

**«Технічне переоснащення ремонтної майстерні АФ «Надія» з розробкою мобільного пристрою для свердлування отворів».**

Бакалаврська кваліфікаційна робота містить пояснювальну записку на 92 сторінках в якій наведено 1 рисунок 13 таблиць, 53 використаних джерела, презентаційний матеріал та додатки.

В представленій бакалаврській кваліфікаційній роботі розроблено комплекс заходів по забезпеченню експлуатаційної надійності машино тракторного парку підприємства, шляхом розробки плану періодичності проведення технічних дій по ТО МТП підприємства на поточний рік та організації на підприємстві ділянки ТО й поточному ремонту двигунів із оснащенням її сучасним технологічним обладнанням та забезпеченням нешкідливих та безпечних умов праці виробничого персоналу.

В конструкторській частині роботи здійснена розробка оригінальної установки для свердлування отворів та нарізання різьб.

В економічній частині роботи виконаний техніко-економічний аналіз роботи ділянки.

*Приведено список використаної літератури.*

|           |          |          |        |      |                                         |      |         |
|-----------|----------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|---------|
|           |          |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> |      |         |
|           |          |          |        |      |                                         |      |         |
| Змн.      | Арк.     | № докум. | Підпис | Дата | <b>Реферат</b>                          |      |         |
| Розроб.   | Данілова |          |        |      |                                         |      |         |
| Перевір.  | Ружило   |          |        |      |                                         |      |         |
| Реценз.   |          |          |        |      |                                         |      |         |
| Н. Контр. | Банний   |          |        |      |                                         |      |         |
| Затверд.  |          |          |        |      |                                         |      |         |
|           |          |          |        |      | Літ.                                    | Арк. | Аркушів |
|           |          |          |        |      |                                         | 5    | 11      |
|           |          |          |        |      | НУБІП України, КД                       |      |         |

## ВСТУП

Одним із головних резервів підвищення продуктивності та економічної ефективності машино-тракторних агрегатів (МТА) є максимально повне використання їхнього технічного ресурсу за умови мінімізації витрат на технічне обслуговування (ТО) та ремонт. Досягнення цього показника можливе завдяки впровадженню методів діагностики технічного стану без розбирання агрегатів. Сучасні засоби контролю дозволяють об'єктивно оцінити працездатність окремих вузлів і на основі отриманих даних обґрунтовано визначати необхідний обсяг ремонтних робіт, запобігаючи виникненню аварійних відмов.

Застаріла система планово-попереджувальних ремонтів, що базується виключно на напрацюванні мотогодин, не враховує реальних умов експлуатації сільськогосподарської техніки. Різноманітність навантажень обумовлює нерівномірне зношування деталей, через що значна частина тракторів надходить на ремонтні підприємства з недовикористаним ресурсом.

Таким чином, перехід від жорсткого планування до системи обслуговування «за станом» є актуальним завданням. Систематичний високоякісний технічний догляд та своєчасне відновлення функціональності вузлів і агрегатів забезпечують постійну технічну готовність машинно-тракторного парку (МТП) та підвищують загальну економічну ефективність виробничих операцій.

Бакалаврська кваліфікаційна робота виконана на прикладі АФ «Надія» Лубенського району Полтавської області.

|           |      |          |        |      |                                         |                   |      |         |
|-----------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|-------------------|------|---------|
|           |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> |                   |      |         |
| Змн.      | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         |                   |      |         |
| Розроб.   |      | Данілова |        |      | <b>Вступ</b>                            | Літ.              | Арк. | Аркушів |
| Перевір.  |      | Ружило   |        |      |                                         |                   | б    | 1       |
| Реценз.   |      |          |        |      |                                         | НУБІП України, КД |      |         |
| Н. Контр. |      | Банний   |        |      |                                         |                   |      |         |
| Затверд.  |      |          |        |      |                                         |                   |      |         |

# 1. ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА

## 1.1. Землекористування та склад виробничих підрозділів господарства

Агрофірма «Надія» — це потужне багатoproфiльне підприємство, ключовими напрямками діяльності якого є рослинництво, а також розведення великої рогатої худоби та свинарство.

Певну частку вирощеного врожаю, зокрема високоякісне елітне насіння пшениці, ячменю, гречки, кукурудзи та соняшнику, агрофірма реалізує навколишнім підприємствам як посівний матеріал. Решту сировини тут переробляють на власних потужностях. У структурі господарства успішно функціонують сучасна хлібопекарня, макаронний цех та технологічна лінія з виробництва варених і копчених ковбас. Завдяки сучасному італійському обладнанню на місцевому млині отримують борошно вищого ґатунку, яке забезпечує як внутрішні потреби виробництва, так і постачається для продажу населенню.

Вирощене поголів'я ВРХ та свиней агрофірма постачає на переробні м'ясокомбінати Полтави, Кременчука та Києва.

Рослинницький сектор АФ «Надія» орієнтований на вирощування широкого спектра культур: пшениці, ячменю, проса, гречки, вівса, озимого ріпаку, соняшнику та цукрових буряків, а також кукурудзи на зелений корм і насіння. Окрім цього, кілька років тому підприємство почало успішно впроваджувати технологію вирощування високомаржинальної сої. Водночас через низьку рентабельність виробник повністю відмовився від плодоовочевої продукції та картоплярства.

База АФ «Надія» територіально знаходиться у центральній частині Лубенського району — за 15 км від районного центру (м. Лубни) та на відстані близько 140 км від обласного центру (м. Полтава).

|           |          |          |        |      |                                         |  |                   |      |         |
|-----------|----------|----------|--------|------|-----------------------------------------|--|-------------------|------|---------|
|           |          |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> |  |                   |      |         |
| Змн.      | Арк.     | № докум. | Підпис | Дата |                                         |  |                   |      |         |
| Розроб.   | Данілова |          |        |      | <b>Характеристика<br/>господарства</b>  |  | Літ.              | Арк. | Аркушів |
| Перевір.  | Ружило   |          |        |      |                                         |  |                   | 7    | 11      |
| Реценз.   |          |          |        |      |                                         |  | НУБІП України, КД |      |         |
| Н. Контр. | Банний   |          |        |      |                                         |  |                   |      |         |
| Затверд.  |          |          |        |      |                                         |  |                   |      |         |

Усю заготовлену сировину цукрових буряків підприємство транспортує на бурякоприймальний пункт Новооржицького цукрового заводу, який є найближчим потужним профільним об'єктом у Лубенському регіоні. Тваринницьку сировину, а саме молоко, агрофірма здає на Лубенський молочний завод. Організаційно-виробнича структура підприємства представлена трьома різними бригадами.

У складі кожного з трьох виробничих підрозділів функціонують автономний тракторний загін, локальний зернотоковий комплекс, а також власні молочнотоварні ферми.

Центральною садибою АФ «Надія» є місто Лубни як адміністративний центр громади. На території центральної садиби зосереджена вся ключова соціальна інфраструктура: тут діють міська рада, загальноосвітня школа I–III ступенів, будинок культури, дошкільний навчальний заклад, аптечна мережа та різнопрофільні торговельні об'єкти. Також для забезпечення соціальних потреб працівників та жителів регіону функціонують сучасний лікувальний заклад і затишний міні-готель для розміщення гостей та партнерів агрофірми. До складу Лубенської територіальної громади, де розгорнуто виробничі потужності підприємства, входять навколишні сільські населені пункти.

Серед ґрунтового покриву агрофірми домінують темно-сірі опідзолені ґрунти з вираженими ознаками чорноземів, які мають високий потенціал родючості.

Загалом у землекористуванні АФ «Надія» перебуває 4361,4 гектара земель. Левову частку з них, а саме 3898,4 гектара, становлять сільськогосподарські угіддя, що складає 89,4% від загальної земельної площі господарства.

Узагальнену структуру земельних угідь господарства відображено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Структура земельних угідь АФ «Надія»

| №<br>п.п. | Назва угідь                            | Площа, га | %     |
|-----------|----------------------------------------|-----------|-------|
| 1.        | Загальна земельна площа в користуванні | 4360      | 100   |
| 2.        | Всього сільськогосподарських угідь     | 3899      | 89,43 |
|           | у тому числі: – рілля                  | 3599      | 82,55 |
|           | - культурні та природні<br>сіножаті    | 201,4     | 4,62  |

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 8    |

|  |                                                              |                |      |
|--|--------------------------------------------------------------|----------------|------|
|  | - пасовища                                                   | 98,2           | 2,25 |
|  | - чисті і сидеральні пари                                    | 0,4            | 0,01 |
|  | Лісові площі, лісосмуги та чагарники                         | 180            | 4,13 |
|  | Штучні та природні водойми, ставки                           | 44             | 1,01 |
|  | Забудовані землі (виробничі будівлі та споруди)              | 212            | 4,86 |
|  | Інші угіддя                                                  | 25             | 0,57 |
|  | Землі територіальної громади (під індивідуальне городництво) | Землі сільради |      |
|  | Передано в довгострокове орендне користування                |                |      |
|  |                                                              | 153            |      |

В основу розрахунку структури та обсягів посівних площ підприємства закладено стратегічні плани з виробництва валової сільськогосподарської продукції. Зокрема, розширення площ під кормові культури безпосередньо корелює з наявним поголів'ям тварин та загальною потребою тваринницького комплексу в якісних кормах. Окрім цього, структура клину враховує планові завдання щодо вирощування та реалізації елітного насіння для агроформувань Полтавської області, забезпечення сировиною власних переробних потужностей, формування надійного внутрішнього насіннєвого фонду, а також виконання планів із продажу товарної рослинницької продукції.

Детальна структура посіву сільськогосподарських культур у АФ «Надія» за останні три роки, із зазначенням конкретних видів рослин, динаміки площ їхнього вирощування та показників середньої урожайності, наведена у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Структура посівних площ і урожайності с/г культур

| Культура           | 2023 рік     |                 | 2024 рік     |                 | 2025 рік     |                 |
|--------------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|
|                    | Площа,<br>га | Урожай,<br>ц/га | Площа,<br>га | Урожай,<br>ц/га | Площа,<br>га | Урожай,<br>ц/га |
| 1                  | 2            | 3               | 4            | 5               | 6            | 7               |
| Зернові і          |              |                 |              |                 |              |                 |
| зернобобові всього | 2385         | 26,70           | 2525         | 29,90           | 2745         | 28,10           |
| 3 них озимі:       | 990          | 28,5            | 1005         | 29,8            | 1060         | 28,3            |

|      |      |          |        |      |                                         |  |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|--|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> |  | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         |  | 9    |

|                              |       |       |       |       |       |       |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| В т.ч.: оз.пшениця           | 760   | 46,8  | 655   | 45,3  | 690   | 44,5  |
| Оз. жито                     | 230   | 30,5  | 195   | 35,0  | 245   | 28,9  |
| Оз. ячмінь                   | -     | -     | 155   | 29,2  | 125   | 31,4  |
| Ярі всього                   | 1395  | 25,00 | 1520  | 29,65 | 1685  | 27,75 |
| В т.ч. пшениця               | -     | -     | 295   | 32,0  | 355   | 29,2  |
| Ячмінь                       | 475   | 33,9  | 415   | 32,5  | 445   | 36,4  |
| Овес                         | 275   | 31,0  | 205   | 38,4  | 245   | 35,8  |
| Кукурудза на зерно           | 135   | 62,5  | 145   | 73,8  | 185   | 65,9  |
| Гречка                       | 175   | 11,2  | 155   | 16,5  | 135   | 15,4  |
| Просо                        | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| Горох                        | 315   | 21,9  | 265   | 23,1  | 290   | 21,3  |
| Квасоля                      | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| Віка на зерно                | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| Соя                          | 37    | 8,9   | 42,0  | 11,6  | 57    | 2,7   |
| Олійні культури              | 215   | 17,5  | 210   | 15,3  | 175   | 16,1  |
| З них: соняшник              | 155   | 13,6  | 150   | 11,8  | 125   | 12,2  |
| Ріпак озимий                 | 60    | 21,3  | 60    | 18,9  | 50    | 20,0  |
| Коренеплоди і<br>бульбоплоди | 415   | 234,0 | 290   | 310,5 | 260   | 296,2 |
| всього                       | 305   | -     | 270   | -     | 245   | -     |
| В т.ч. цукр. Буряки          | 32    | 312,5 | 22    | 314,0 | 16    | 305,0 |
| Корм. Буряки                 | 82    | 112,0 | -     | -     | -     | -     |
| Картопля                     | 962,5 | 191,5 | 914   | 197,2 | 760   | 186,4 |
| Кормові культури             |       |       |       |       |       |       |
| В т.ч.:                      | 325   | 321,2 | 300   | 333   | 250   | 304,5 |
| Кукурудза на силос           | 75,4  | 353,5 | 70    | 362,3 | 60    | 331,2 |
| Кукурудза на<br>зелений корм | 74,4  | 148   | 70    | 163   | 60    | 148,3 |
| Багатор. трави на:           |       |       |       |       |       |       |
| Сіно                         | 201,4 | 52,7  | 201,4 | 43    | 201,4 | 56,7  |

|      |      |          |        |      |                                         |  |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|--|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> |  | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         |  | 10   |

|                            |        |       |        |       |        |       |
|----------------------------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| Зелений корм               | 105    | 163   | 90,8   | 185,1 | 50     | 174,4 |
| Сінаж                      | 180    | 103,4 | 180    | 95    | 130,8  | 99,8  |
| Насіння                    | 50     | 1,2   | 40     | 1,4   | 50     | 10    |
| Всього посівів             | 3952,2 | -     | 3952,2 | -     | 3952,2 | -     |
| Чисті і сидеральні<br>пари | 0,7    | -     | 0,7    | -     | 0,7    | -     |
|                            |        |       |        |       |        |       |
| Культурні сіножаті         | 201,4  | -     | 201,4  | 43    | 201,4  | 56,7  |
| Природні пасовища          |        |       |        |       |        |       |
| Всього землі в             | 98,2   | -     | 98,2   | -     | 98,2   | -     |
| обробітку                  | 4051,1 | -     | 4051,1 | —     | 4051,1 |       |

Аналізуючи дані таблиці 1.2, можна зробити висновок, що в господарстві чітко простежується тенденція до пріоритетного вирощування високорентабельних сільськогосподарських культур. Це виявляється насамперед у розширенні клину під сою, олійні, зернобобові культури, а також багаторічні трави на насіння. Водночас спостерігається певне скорочення площ, відведених під цукровий буряк. Така динаміка зумовлена передусім дефіцитом спеціалізованих технічних засобів, необхідних для якісного та своєчасного збирання коренеплодів із суворим дотриманням усіх агротехнічних вимог.

## 1.2. Склад машинно-тракторного парку господарства.

Фундаментальною передумовою для ефективного вирощування сільськогосподарських культур є повне та належне забезпечення підприємства сучасною матеріально-технічною базою. Поточний стан технічного оснащення агрофірми тракторами різного тягового класу відображено в таблиці 1.3.

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 11   |

Таблиця 1.3 - Склад тракторного парку.

| Марка трактора         | Кількість, шт. | Річний наробіток, т. |
|------------------------|----------------|----------------------|
| John Deere 9R          | 2              | 45                   |
| ХТЗ-17021              | 3              | 30                   |
| T-150K                 | 6              | 18,75                |
| T- 150                 | 6              | 18,75                |
| УТО-Х702               | 5              | 12,18                |
| Valtra A104 HiTech     | 6              | 6,6                  |
| МТЗ – 100/ ЮМЗ-80/82   | 1              | 18                   |
| МТЗ - 80/82/ КІЙ-14102 | 9              | 18                   |
| ЮМЗ-6                  | 12             | 13                   |
| T-40M/ ХТЗ-2511        | 3              | 10                   |
| ДМТЗ Т-25 ЛЮКС         | 3              | 3,5                  |

Склад парку комбайнів наведений в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Склад парку комбайнів

| Марка комбайна    | Кількість, шт. |
|-------------------|----------------|
| Домінатор - 88    | 1              |
| Е-524             | 2              |
| John Deere S7 800 | 15             |
| Jaguar -840       | 1              |
| Е-281             | 2              |
| РКС - 2,6         | 1              |
| Jaguar-930        | 3              |
| Е - 303, 302      | 2              |
| СПС-4.2           | 2              |

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 12   |

З таблиці 1.4 видно, що агрофірма в цілому забезпечена комбайнами всіх видів.

Структурний склад та комплектацію парку сільськогосподарських машин підприємства детально відображено в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 - Склад парку с/г машин.

| Назва<br>сільськогосподарської<br>машини | Кількість<br>машин, шт. | Назва<br>сільськогосподарської<br>машини | Кількість<br>машин, шт. |
|------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------|-------------------------|
| Плуги відвальні та<br>оборотні           | 28                      | Машини для зрізання<br>та збирання гички | 5                       |
| Посівні комплекси та<br>сівалки          | 16                      | Прес-підбирачі<br>(рулонні/тюкові)       | 6                       |
| Борони (дискові, зубові,<br>пружинні)    | 153                     | Розкидачі органічних<br>добрив           | 12                      |
| Котки кільчасто-шпорові<br>та гладкі     | 10                      | Навантажувач                             | 6                       |
| Культиватори                             | 41                      | Граблі                                   | 8                       |
| Ротаційні та дискові<br>косарки          | 11                      |                                          |                         |
| Жатки                                    | 8                       |                                          |                         |
| Зчіпки                                   | 11                      |                                          |                         |
| Обприскувачі                             | 3                       |                                          |                         |

Наведені в таблиці 1.5 дані свідчать про високий рівень забезпеченості підприємства основними видами сільськогосподарських знарядь. Це дозволяє не лише якісно та в оптимальні агротехнічні строки виконувати весь комплекс польових робіт на наявних угіддях, а й створює вагомі передумови для подальшого розширення оброблюваних площ.

Склад автомобільного парку господарства вказано в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 - Склад автомобільного парку

| Марка автомобіля       | Кількість, шт. | Середньорічний пробіг,<br>тис. км. |
|------------------------|----------------|------------------------------------|
| Камаз – 5320/ КрАЗ-250 | 7              | 22,6                               |
| Hyundai Mighty EX8     | 2              | 19,5                               |
| Isuzu NQR 90           | 7              | 19,8                               |
| Iveco Daily            | 3              | 13,4                               |

### 1.3. Обґрунтування теми та завдань роботи

З метою підтримання машинно-тракторного парку в стані постійної технічної готовності, мінімізації простоїв сільськогосподарської техніки через відмови, а також запобігання пов'язаним із цим втратам продукції, підприємству необхідно модернізувати та розширювати власну ремонтно-обслуговуючу базу. Для цього доцільно створити спеціалізовану структурну дільницю, орієнтовану на виконання чітко визначеного обсягу робіт із технічного обслуговування (ТО), поточного (ПР) або капітального ремонту (КР) окремих вузлів, агрегатів та систем машин.

Для обґрунтування спеціалізації проєктованої дільниці та розрахунку річного обсягу робіт, було проведено статистичний аналіз періодичності виникнення відмов у розрізі основних вузлів та систем наявного автопарку. Інформаційною базою для дослідження характеру й частоти технічних відмов, які спричинили позапланові технологічні простої вантажних автомобілів, слугували фактичні виробничі дані, зібрані безпосередньо на підприємстві під час проходження переддипломної практики. Результати оцінки розподілу відмов за їхніми видами та ступінь їхнього впливу на тривалість простою техніки систематизовано й наведено в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 - Частота виникнення відмов основних систем вантажних автомобілів підприємства у 2023-2025 роках

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 14   |

| Система                                         | Питома вага системи в аварійних простоях автомобілів марок ..., % |      |       |         |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------|-------|---------|
|                                                 | Iveco                                                             | КрАЗ | Isuzu | Hyundai |
| 1. Двигун                                       | 25,5                                                              | 24,2 | 29,8  | 26,1    |
| 2. Трансмісія                                   | 15,2                                                              | 12,8 | 14,6  | 18,4    |
| 3. Ходова частина (включаючи гальмівну систему) | 17,9                                                              | 14,5 | 9,4   | 13,7    |
| 4. Рульове керування                            | 14,1                                                              | 16,7 | 11,6  | 17,3    |
| 5. Гідросистема                                 | 12,3                                                              | 9,8  | 7,8   | 3,9     |
| 6. Електрообладнання                            | 5,3                                                               | 6,8  | 15,4  | 11,2    |
| 7. Кузов                                        | 4,4                                                               | 3,9  | 2,7   | 3,3     |
| 8. Інші вузли і системи                         | 5,3                                                               | 11,3 | 8,7   | 6,1     |

Аналіз результатів, наведених у таблиці 1.7, свідчить про те, що найнижчим рівнем надійності серед конструктивних елементів вантажних автомобілів підприємства протягом 2023–2025 років відзначалися двигуни та елементи трансмісії. Незадовільний технічний стан цих агрегатів зумовив критичну кількість позапланових технологічних простоїв, що суттєво знизило загальний коефіцієнт технічної готовності автопарку. Крім того, операції з поточного ремонту зазначених систем є високотрудомісткими, а витрати часу на їхнє відновлення перевищують 10% від загального фонду робочого часу автомобіля для кожної системи окремо.

Зважаючи на обмежений обсяг бакалаврської кваліфікаційної роботи, що унеможливорює моніторинг усіх марок наявного автотранспорту, оцінку частоти поломок проведено лише для «лімітуючих» елементів (двигуна та трансмісії) за останні 3 роки. Ці дані наведено в таблиці 1.8 на прикладі автомобілів марки Isuzu (як аналітичного еталона через їхню найнижчу надійність).

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 15   |

Таблиця 1.8 - Динаміка показників надійності двигунів та трансмісій автомобілів марки Isuzu за період 2023–2025 рр.

| №          | Найменування показника                                   | Р О К И |       |       |
|------------|----------------------------------------------------------|---------|-------|-------|
|            |                                                          | 2023    | 2024  | 2025  |
| ДВИГУНИ    |                                                          |         |       |       |
| 1          | Середня кількість відмов на машину                       | 2,5     | 3,7   | 4,2   |
| 2          | Напрацювання на відмову, год.                            | 110,3   | 90,5  | 55,1  |
| 3          | Середній час відновлення, год.                           | 2,11    | 3,09  | 4,28  |
| 4          | Коефіцієнт готовності                                    | 0,88    | 0,71  | 0,65  |
| 5          | Доля часу простою вузла в загальній аварійності машин, % | 12,8    | 13,4  | 15,5  |
| ТРАНСМІСІЇ |                                                          |         |       |       |
| 1          | Середня кількість відмов на машину                       | 1,8     | 2,2   | 2,8   |
| 2          | Напрацювання на відмову, год.                            | 234,1   | 194,4 | 145,7 |
| 3          | Середній час відновлення, год.                           | 1,47    | 1,92  | 2,68  |
| 4          | Коефіцієнт готовності                                    | 0,93    | 0,87  | 0,61  |
| 5          | Доля часу простою вузла в загальній аварійності машин, % | 10,2    | 11,7  | 12,2  |

Вищі показники надійності двигунів та трансмісій у попередні два роки, порівняно з 2025 роком, пояснюються тим, що фактичний наробіток автомобілів наблизився до граничних термінів проведення капітальних ремонтів. Більша частина автопарку підприємства експлуатується понад 10 років. Відсутність оновлення рухомого складу зумовлена високою ринковою вартістю нових вантажівок, через що господарство наразі не має фінансової спроможності купувати нову техніку та змушене продовжувати експлуатацію машин, які вже двічі або більше разів відпрацювали свій амортизаційний ресурс.

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 16   |

Наслідком цього є постійне зростання інтенсивності відмов найбільш навантажених агрегатів — двигунів і трансмісій, що тягне за собою збільшення тривалості ремонтів та експлуатаційних витрат (на придбання запасних частин, відновлення деталей, а також збитки від технологічних простоїв техніки). Крім того, досвід експлуатації машин у післяремонтний період свідчить про низьку якість доступних на ринку комплектуючих. Це суттєво знижує ефективність ремонтних робіт, скорочує міжремонтний пробіг автомобілів і призводить до повторних позапланових відмов.

Отже, з метою підвищення ефективності функціонування МТП, мінімізації позапланових простоїв вантажівок та оптимізації витрат, пропонується організувати в ремонтній зоні підприємства спеціалізовану дільницю з технічного обслуговування та поточного ремонту двигунів вантажних автомобілів.

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                         | 17   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         |      |

## 2. ОРГАНІЗАЦІЯ І ПЛАНУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ МАШИННО - ТРАКТОРНОГО ПАРКУ

### 2.1. Система технічного обслуговування машин

У процесі експлуатації тракторів, автомобілів та сільськогосподарських машин їхні первинні показники працездатності поступово погіршуються. Зокрема, рухомі деталі зношуються внаслідок сили тертя, що призводить до збільшення зазорів у спряженнях і порушення нормального функціонування складальних одиниць. У двигунах внутрішнього згоряння цей процес ускладнюється термічним та хімічним впливом відпрацьованих газів, які спричиняють корозію металу й утворення нагару.

Задля підтримання належного технічного стану та працездатності техніки під час експлуатації та зберігання передбачено комплекс операцій із технічного обслуговування (ТО). Регламент ТО розробляється заводами-виробниками для кожної конкретної моделі машин відповідно до нормативних вимог. Залежно від умов експлуатації техніки, допускається відхилення від установленної періодичності проведення серійного обслуговування: до 10% — для ТО-1 та ТО-2, і до 5% — для ТО-3. Конкретні правила й технологічні карти обслуговування наведені в інструкціях з експлуатації та технічних описах відповідних машин.

В аграрному секторі для всього парку техніки впроваджено планово-запобіжну систему ТО. Плановий характер системи полягає в тому, що всі види обслуговування реалізуються чітко після певного напрацювання (наробітку), а запобіжний — у спрямованості операцій на попередження виникнення передчасних технічних відмов.

|           |          |          |        |      |                                         |      |      |         |
|-----------|----------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|------|---------|
|           |          |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> |      |      |         |
| Змн.      | Арк.     | № докум. | Підпис | Дата |                                         |      |      |         |
| Розроб.   | Данілова |          |        |      | <b>Організація роботи<br/>МТП</b>       | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Перевір.  | Ружило   |          |        |      |                                         |      | 18   | 20      |
| Реценз.   |          |          |        |      |                                         |      |      |         |
| Н. Контр. | Банний   |          |        |      |                                         |      |      |         |
| Затверд.  |          |          |        |      |                                         |      |      |         |
|           |          |          |        |      | НУБІП України, КД                       |      |      |         |

Окрему увагу приділяють новим машинам, а також техніці після капітального ремонту: перед початком повноцінної експлуатації вони обов'язково проходять регламентну обкатку. Технічне обслуговування виконується на етапі підготовки до обкатки, безпосередньо під час її проведення та після завершення. Обслуговування машин під час консервації, зберігання та зняття з нього здійснюється згідно з положеннями чинних нормативних документів.

## 2.2. Планування робіт по технічному обслуговуванню машин

Планово-запобіжна система технічного обслуговування тракторного парку передбачає регламентне проведення обслуговування машин після виконання ними визначеного обсягу робіт.

Розробка річного плану ТО тракторів включає визначення кількості та календарних термінів проведення періодичних обслуговувань, а також розрахунок витрат праці й фінансових ресурсів на їхнє матеріально-технічне забезпечення. Розрахунок кількості технічних обслуговувань може здійснюватися трьома методами.

На підставі річного плану, розробленого для господарства, складають місячний план-графік технічних обслуговувань і ремонтів. У цьому документі за кожною одиницею техніки наростаючим підсумком відображають обсяг витраченого палива або сумарний наробіток у мото-годинах (чи гектарах умовної оранки), а також умовними позначками відмічають дату проведення відповідного ТО чи ремонту. Місячні плани-графіки формують на основі виробничого завдання тракторно-польової бригади підприємства та відповідно до встановлених календарних агротехнічних термінів.

Види й терміни проведення обслуговувань та ремонтів визначають з урахуванням фактичного наробітку від моменту останнього ремонту та згідно із затвердженою періодичністю ТО тракторів. Послідовність чергування різних видів технічного обслуговування і ремонтів має чітко відповідати їхньому регламенту. Для дотримання цієї умови необхідно володіти даними про кількість та структуру проведених ТО у попередньому місяці, а також за

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 19   |

весь період експлуатації машини від моменту придбання або капітального ремонту.

У багатьох господарствах контроль за дотриманням періодичності ТО здійснюють за допомогою книжок обліку витрати палива, які містять набір відрізних талонів із зазначенням певної маси палива (в кілограмах). Такі талонні книжки видають кожному трактористу. Під час кожної заправки машини водій відриває відповідний талон і передає його обліковцю-заправнику. Після витрачання встановленої регламентом кількості палива, що відповідає періодичності ТО, обліковець-заправник сповіщає тракториста про необхідність проведення обслуговування і припиняє видачу палива до моменту виконання регламентних робіт.

Застосовують також інший порядок контролю періодичності ТО. Заправник після кожного заповнення бака заносить дані про кількість відпущеного палива до роздавальної відомості, яка складається у двох примірниках. Один примірник відомості залишається у заправника, а інший передається майстру-наладчику, бригадиру та механіку відділення для оперативного обліку фактичного міжремонтного наробітку техніки.

Час простою трактора в технічному обслуговуванні або ремонті визначають на основі показників трудомісткості (людино-годин) та тривалості (годин) відповідного виду робіт, користуючись нормативно-довідковою літературою.

Залежно від чисельності тракторного парку, призначення планових показників та необхідної точності розрахунків, планування ТО здійснюють різними методами. У виробничій практиці найбільшого поширення набули індивідуальний та усереднений методи планування.

Індивідуальний метод дозволяє визначити всі види ТО у плановому періоді для кожного конкретного трактора з урахуванням його попереднього наробітку та кількості вже виконаних обслуговувань. Розрахунки за індивідуальним методом виконують графічним або аналітичним шляхом.

Зокрема, цим методом визначається кількість капітальних ремонтів:

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 20   |

$$N_{KP} = \frac{Q_H + \sum_{i=1}^k Q_i}{Q_{KP}} \quad (2.1)$$

де  $Q_H$  – видаток палива від початку експлуатації, або від останнього капітального ремонту, кг;

$k$  – кількість місяців;

$Q_i$  – планова витрата палива в  $n$ -му місяці, кг;

$Q_{KP}$  – періодичність капітального ремонту, кг (додаток табл.1.2)

Кількість поточних ремонтів:

$$N_{PP} = \frac{Q_H + \sum_{i=1}^k Q_i}{Q_{PP}} - \sum_{i=1}^k N_{PP_i} - N_{KP} \quad (2.2)$$

де  $\sum_{i=1}^k N_{PP_i}$  – кількість поточних ремонтів, проведених на початок  $k$ -го місяця періоду;

$Q_{PP}$  – періодичність поточного ремонту.

Кількість ТО-3:

$$N_{TO-3} = \frac{Q_H + \sum_{i=1}^k Q_i}{Q_{TO-3}} - \sum_{i=1}^k N_{TO-3i} - N_{PP} - N_{KP} \quad (2.3)$$

де  $Q_{TO-3}$  – періодичність ТО-3;

$\sum_{i=1}^k N_{TO-3i}$  – кількість ТО-3 проведених на початок  $k$ -го місяця.

Кількість ТО-2:

$$N_{TO-2} = \frac{Q_H + \sum_{i=1}^k Q_i}{Q_{TO-2}} - \sum_{i=1}^k N_{TO-2i} - N_{TO-3} - N_{PP} - N_{KP} \quad (2.4)$$

де  $Q_{TO-2i}$  – кількість ТО-2, проведених на початок  $k$ -го місяця.

Кількість ТО-1:

$$N_{TO-1} = \frac{Q_H + \sum_{i=1}^k Q_i}{Q_{TO-1}} - \sum_{i=1}^k N_{TO-1i} - N_{TO-2} - N_{TO-3} - N_{PP} - N_{KP} \quad (2.5)$$

де  $Q_{TO-1}$  – періодичність ТО-1;

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 22   |

$\sum_{i=1}^k N_{TO-i}$  - кількість ТО-1, проведених на початок k-го місяця.

Планова кількість сезонних технічних обслуговувань (СТО) приймається як подвоєна чисельність тракторів, що задіяні в операційній діяльності протягом року. Для обчислення сумарного річного обсягу робіт із технічного обслуговування тракторного та комбайнового парків визначають витрати праці на виконання ТО-1, ТО-2, ТО-3, а також сезонних обслуговувань при переході до весняно-літнього (СТО-ВЛ) та осінньо-зимового (СТО-ОЗ) періодів експлуатації у розрізі кожної марки машин (ЗТj):

$$Z_j = \sum_{i=1}^i Z_i \quad (2.6)$$

$Z_j$  – нормативна трудомісткість i- го вигляду планового обслуговування по кожній марці машини;

$n_i$  – кількість i-го вигляду обслуговувань, що плануються на рік по кожній марці машини;

$m$  – кількість марок машин.

Цей підхід застосовують переважно для малочисельних тракторних парків, оскільки під час планування ТО великої кількості техніки розрахунки стають занадто громіздкими та вимагають значних затрат часу.

Натомість усереднений метод, який відзначається простотою обчислень, використовують для перспективного планування ТО, а також для оперативного визначення обсягу необхідних ресурсів у великих тракторних парках. За такого підходу планування ТО зазвичай здійснюють на основі сумарного річного наробітку та нормативів питомих витрат на технічне обслуговування тракторів і машин. Головним недоліком усередненого методу є нівелювання індивідуальних технічних особливостей та фактичного стану конкретних одиниць техніки.

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 22   |

### 2.3. Розрахунок річної виробничої програми з технічного обслуговування комбайнів та складних сільськогосподарських машин аналітичним методом

Розрахунок річної виробничої програми з технічного обслуговування комбайнів та складних сільськогосподарських машин охоплює визначення кількості всіх видів регламентних ТО, обчислення загальної трудомісткості цих робіт, а також розрахунок необхідної чисельності виробничого персоналу. Специфіка організації ТО для цієї групи машин зумовлена сезонним характером їхньої експлуатації.

Наробіток зазначеної техніки доцільно обліковувати у фізичних гектарах зібраної площі, враховуючи марочний склад парку та структуру посівних площ господарства. Види й кількість технічних обслуговувань для кожної одиниці машин визначають на основі встановленої нормативної періодичності, фактичного напрацювання від початку експлуатації або останнього поточного ремонту, а також планового річного наробітку. Якщо відомий фактичний наробіток машини після виконання кожного виду ТО, загальний розрахунок кількості технічних впливів здійснюють за такими аналітичними формулами:

$$n_{\text{ПР}} = \frac{Q_{\text{Н}} + Q_{\text{П}}}{\Pi_{\text{ПР}}}; \quad (2.12)$$

$$n_{\text{ТО-2}} = \frac{Q_{\text{ТО-2}} + Q_{\text{П}}}{\Pi_{\text{ТО-2}}} - n_{\text{ПР}}; \quad (2.13)$$

$$n_{\text{ТО-1}} = \frac{Q_{\text{Н}} + Q_{\text{П}}}{\Pi_{\text{ПР}}} + n_{\text{ПР}} - n_{\text{ТО-2}}, \quad (2.14)$$

де  $Q_{\text{Н}}, Q_{\text{ТО-2}}, Q_{\text{ТО-1}}$  - обсяг робіт відповідно від початку експлуатації, або від останнього поточного ремонту, технічних обслуговувань ТО-2, ТО-1;

$Q_{\text{П}}$  - плановий обсяг робіт;

$\Pi_{\text{ПР}}, \Pi_{\text{ТО-2}}, \Pi_{\text{ТО-1}}$  - періодичність проведення відповідно поточних ремонтів, ТО-2, ТО-1 [8].

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                         | 23   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         |      |

У разі, якщо фактичне напрацювання комбайна чи іншої складної сільськогосподарської техніки після виконання певного виду ТО є невідомим, реалізують наведені нижче попередні розрахунки. Зокрема, наробіток від моменту останнього ТО-2 визначають шляхом послідовного віднімання величини нормативної періодичності від загального наробітку машини з початку експлуатації (або від її напрацювання після останнього поточного ремонту). Зазначену математичну операцію повторюють  $m$  разів — доти, доки отримана різниця залишатиметься додатною, що відображає такий аналітичний вираз:

$$Q_{TO-2} = Q_H - m\Pi_{TO-2}, \rightarrow \text{при} \rightarrow Q > m\Pi_{TO-2} \quad (2.15)$$

Аналогічно визначають наробіток від останнього ТО-1

$$Q_{TO-1} = Q_H - m\Pi_{TO-1}, \rightarrow \text{при} \rightarrow Q > m\Pi_{TO-1} \quad (2.16)$$

За приведеною методикою розрахуємо обсяг робіт з технічного обслуговування комбайнів господарства.

В якості розрахункової моделі приймаємо комбайн John Deere S7 800, яких господарство має найбільшу кількість – 15 шт.

Розрахуємо наробіток комбайна John Deere S7 800 після ТО-2, ТО-1:

$$Q_{TO-2} = 490 - 1 \times 440 = 50 \text{ фіз.га.}$$

$$Q_{TO-1} = 50 \text{ фіз.га.}$$

Розрахуємо кількість ТО і ремонтів:

$$n_{\text{ТР}} = \frac{490 + 210}{880} = 0;$$

$$n_{TO-2} = \frac{50 + 210}{440} = 0;$$

$$n_{TO-1} = \frac{50 + 210}{110} = 2.$$

Розрахунок трудомісткості робіт слугує основою для обґрунтування штатної чисельності робітників з ТО та ремонту, а також для проєктування виробничих площ майстерень, які забезпечать виконання планових обсягів робіт підприємства.

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 24   |

Розрахунок річного обсягу робіт по ТО машин визначають за формулою:

$$T_{TO} = \sum_{i=1}^m T_{TOi};$$

(2.17)

де  $T_{TOi}$  - обсяг робіт ТО і-ї марки машин, люд.-год.

$m$  - кількість марок машин.

Обсяг робіт ТО і-ї марки визначають за формулою:

$$T_{TOi} = \sum_{j=1}^n t_{TOj} \times n_j, \quad (2.18)$$

де  $t_{TOj}$  - нормативно трудомісткість j-го виду планового обслуговування по і-той марці машин,

$n_j$  - кількість j-го виду обслуговувань, запланованих за рік по кожній марці машин, шт.

Розрахунок обсягу робіт поточного ремонту машин визначають за формулою:

$$T_{PP} = \sum_{i=1}^m T_{PPi} \quad (2.19)$$

де  $T_{PPi}$  - обсяг робіт поточного ремонту і-ї групи машини, люд.-год.

$m$  - кількість груп машин.

Обсяг робіт поточного ремонту і-ї групи машин, визначають за формулою:

$$T_{PPi} = \sum_{j=1}^n t_{PPj} \times n_j, \quad (2.20)$$

де  $t_{PPj}$  - нормативна трудомісткість поточного ремонту j-ї машини і-ї групи люд.-год.;

$n_j$  - кількість машин j-ї марки, шт.

Нормативні показники трудомісткості технічного обслуговування та ремонту комбайнів і складних сільськогосподарських машин наведено в [8].

Розрахунок обсягу робіт по зберіганню комбайнів та складних сільськогосподарських машин визначають за формулою:

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                         | 25   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         |      |

$$T_{зб} = \sum_{i=1}^m T_{пзи} + \sum_{i=1}^m T_{този} + \sum_{i=1}^m T_{ззи}, \quad (2.21)$$

де  $T_{пзи}, T_{този}, T_{ззи}$  - обсяг робіт відповідно підготовки до тривалого зберігання, ТО під час зберігання, знімання із зберігання і-ї групи машин, люд.-год;  
 $m$  - кількість груп машин.

Обсяг робіт з підготовки до тривалого зберігання ( $T_{пзи}$ ), технічного обслуговування під час зберігання ( $T_{този}$ ), знімання із зберігання ( $T_{ззи}$ ) і-ї групи машин підраховують за формулою:

$$T_{пзи} = \sum_{j=1}^n t_{пзj} \times n_j \times R_j; \quad (2.22)$$

$$T_{този} = \sum_{j=1}^n t_{тозj} \times n_j; \quad (2.23)$$

$$T_{ззи} = \sum_{j=1}^n t_{ззj} \times n_j \times R_j; \quad (2.24)$$

де  $t_{пзj}, t_{тозj}, t_{ззj}$  - відповідно трудомісткість робіт підготовки до тривалого зберігання, ТО під час зберігання, знімання із зберігання j-ї машин і-ї групи;

$n_j$  - кількість машин j-ї марки;

$R_j$  - кратність підготовки машин j-ї марки до зберігання і знімання із зберігання (для машин IX групи  $R_j=1,5$  для інших – 1).

Нормативна трудомісткість виконання робіт підготовки до тривалого зберігання, ТО під час зберігання, знімання із зберігання приведена в [8].

За приведеною методикою зробимо розрахунок трудомісткості виконання ТО, ПР і зберігання по парку комбайнів.

$$T_{то} = 5,1 \times 2 + 5,1 \times 2 + 1,23 \times 3 = 24,09 \text{ люд.} - \text{год.}$$

$$T_{пр} = 0 \text{ люд.} - \text{год.}$$

$$T_{зб} = 24 \times 1 \times 1 + 0,9 \times 1 + 20,4 \times 1 \times 1 + 26,9 \times 1 \times 1 + 0,7 \times 1 + 22,7 \times 1 \times 1 + 25,2 \times 1 \times 1 + 0,6 \times 1 + 18 \times 1 \times 1 = 139,4 \text{ люд.} - \text{год.}$$

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 26   |

Загальна трудомісткість робіт на машинному дворі визначають за формулою:

$$T_3 = T_{TO} + T_{ПР} + T_{зб}, \quad (2.29)$$

де  $T_{TO}$  – річний обсяг робіт по ТО машин;

$T_{ПР}$  – річний обсяг робіт по ПР машин;

$T_{зб}$  – річний обсяг робіт по зберіганню машин.

$$T_3 = 24,06 + 139,4 = 163,49 \text{ люд.-год.}$$

Необхідну штатну чисельність виробничих робітників для виконання всього обсягу робіт із технічного обслуговування, поточного ремонту та зберігання комбайнів і складних сільськогосподарських машин у господарстві розраховують за формулою:

$$N = \frac{T_3 \times \lambda}{\Phi_p \times t}, \quad (2.30)$$

де  $T_3$  – загальна трудомісткість робіт люд.-год.;

$\Phi_p$  – річний фонд робочого часу, приймається 1840 год.;

$\lambda$  - коефіцієнт, який враховує долю робіт спеціалізованої ланки, приймається 0,75...0,85;

$t$  - коефіцієнт використання часу зміни, приймається 0,9...0,95.

$$N = \frac{1634,9 \times 0,75}{1840 \times 0,9} = 0,8 \text{ люд.}$$

Приймаємо 1-ну людину.

Кваліфікаційний та чисельний склад комплексної ланки для виконання конкретного виду ремонтно-обслуговуючих робіт підбирають залежно від їхньої технологічної складності, що визначає вимоги до рівня підготовки виконавців.

## 2.4. Розрахунок річної виробничої програми по ТО автомобілів

Розрахунок виробничої програми з ТО та ПР для автомобільного парку підприємства здійснюється на основі таких вихідних даних: облікова кількість

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 27   |

автомобілів і причепів за типами та моделями; режим роботи рухомого складу на лінії (кількість робочих днів у році, середньодобовий пробіг одиниці техніки, тривалість та змінність роботи машин); режим роботи виробничих зон із ТО та ремонту; нормативні регламенти обслуговування (види ТО, їхня періодичність, трудомісткість виконання робіт і тривалість простою в ремонтній зоні); категорія умов експлуатації та кліматична зона розташування підприємства.

Первинні вихідні дані коригуються залежно від конкретних умов експлуатації автомобілів: модифікації рухомого складу та організації його роботи, природно-кліматичних чинників, фактичного пробігу від початку експлуатації (віку машин) і масштабів самого підприємства. Після коригування нормативів обчислюють планову кількість ТО і КР, а також сумарні трудові витрати на виконання цих робіт за визначений проміжок часу. Обсяги робіт із поточного ремонту (ПР) визначають виключно у трудовому вираженні (людино-годинах), оскільки на практиці неможливо заздалегідь передбачити точний час виникнення тієї чи іншої технічної відмови, а обсяги відновлювальних робіт суттєво різняться між собою.

Таблиця 2.1 - Обліковий склад парку автомобілів

| Облікове<br>число<br>автомобілі<br>в Ас | Середнь<br>одобови<br>й пробіг<br>$L_c$ | Кількість робочих<br>днів за рік $D_r$ | K1  | K2 | K3 | K4  | K5   |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|-----|----|----|-----|------|
| 19                                      | 150                                     | 292                                    | 0,9 | 1  | 1  | 1,9 | 0,83 |

### **Вибір періодичності ТО**

З таблиці 2.1 [2] періодичність ТО вантажних автомобілів для 1 категорії умов експлуатації складає:  $L_1^H = 3000$  км;  $L_2^H = 12000$  км.

### **Розрахунок періодичності технічного обслуговування**

Періодичність щоденного технічного обслуговування (ЩТО) встановлюється середньодобовому пробігові автомобілів:

$$L_{\text{ЩТО}} = L_{\text{CC}} = 110 \text{ км.}$$

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 28   |

Періодичність пробігу до ТО-1:

$$L_1 = L_1^H K_1 \times K_3 = 3000 \times 0,9 \times 1,0 = 2700 \text{ км.} \quad (2.31)$$

Періодичність пробігу до ТО-2:

$$L_2 = L_2^H \times K_1 \times K_3 = 12000 \times 0,9 \times 1,0 = 10800 \text{ км.} \quad (2.32)$$

### **Коректування періодичності ТО по кратності**

Після визначення корегованої періодичності ТО перевіряємо її кратність між видами обслуговувань з наступним округленням до цілих сотень кілометрів.

Кратність пробігу до ТО-1:

$$n_1 = L_1 / L_C = 3000 / 150 = 20 \quad (2.33)$$

$n_1$  ціле число:  $n_1 = 20$ . Використовуємо значення  $n_1$  для визначення уточненої періодичності ТО-1:

$$L_1^Y = L_{CC} \times n_1 = 150 \times 20 = 3000 \text{ км.} \quad (2.34)$$

Кратність пробігу до ТО-2 аналогічно:

$$n_2 = L_2 / L_1^Y = 10800 / 3000 = 3,6 \approx 4 \quad (2.35)$$

З обліком  $n_2$  уточнена періодичність ТО-2 дорівнює:

$$L_2^Y = L_1^Y \times n_2 = 3000 \times 3 = 9000 \text{ км.} \quad (2.36)$$

Відхилення уточненої періодичності  $L_1^Y$  и  $L_2^Y$  від корегованої  $L_1$  і  $L_2$  складає 2%, що не перевищує припустимого  $\pm 10\%$  (прим. 2 табл 2.1 [2]).

### **Розрахунок пробігу до першого капітального ремонту**

По табл. 2.1 [2] знаходимо норму пробігу автомобіля, що для першої категорії умов експлуатації дорівнює 300 тис. км. Ця норма уточнюється за допомогою результуючого коефіцієнта  $K_{KP} = K_1 \times K_2 \times K_3$ . Значення коефіцієнтів  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  берем з вихідної табл.:  $K_1 = 0,9$ ;  $K_2 = 1,0$  (базовий автомобіль);  $K_3 = 1,0$ .

Таким чином, норма пробігу автомобіля до першого КР для конкретних умов експлуатації складає:

$$L_{KP} = L_{KP}^H \times K_{KP} = 300000 \times 0,9 \times 1,0 \times 1,0 = 270000 \text{ км.} \quad (2.37)$$

Кратність пробігів до КР:

$$n_{KP} = \frac{L_{KP}}{L_2^Y} = \frac{270000}{9000} = 30 \quad (2.40)$$

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 29   |

Приймаємо кратність пробігів  $n_{KP}=30$  і коректуємо значення середнього міжремонтного пробігу по прийнятій кратності:

$$L_{KP}^y = L_2^y \times n_{KP} = 9000 \times 30 = 270000 \text{ км.} \quad (2.41)$$

### ***Розрахунок коефіцієнта технічної готовності автомобілів парку***

Розрахунок коефіцієнта технічної готовності автомобілів визначаємо по формулі:

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + L_{CC} \times \left( \frac{D_{PP}}{1000} + \frac{D_{KP}}{L_{KP}^y} \right)}; \quad (2.42)$$

де  $L_C = 150$  км – середньодобовий пробіг автомобілів підприємства;

$D_{PP}$  – тривалість простою автомобіля в ТО-2 і ПР (табл. 2.6 [2], днів на 1000 км ( $D_{PP}=0,5$ );

$D_{KP}$  – тривалість простою автомобіля в КР (табл. 2.6 [2], днів ( $D_{KP}=22$ );

Тоді після підстановки одержимо:

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + 150 \times \left( \frac{0,5}{1000} + \frac{22}{270000} \right)} = 0,92$$

Розрахунок коефіцієнта використання автомобілів і річного пробігу автомобілів

Коефіцієнт використання автомобілів визначається по формулі:

$$\alpha_B = \frac{\alpha_T \times D_{P.P} \times K_B}{D_{KP}}; \quad (2.43)$$

де  $\alpha_T = 0,92$  – коефіцієнт технічної готовності автомобілів парку;

$D_{P.P} = 292$  – кількість днів роботи підприємства (автомобілів на лінії) за рік;

$D_{KP} = 365$  – кількість календарних днів у році;

$K_B = 0,95$  – коефіцієнт, що враховує зниження використання справних технічних автомобілів по експлуатаційних причинах.

Після підготовки чисельних значень одержимо:

$$\alpha_T = \frac{0,92 \times 0,95 \times 292}{365} = 0,7$$

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                         | 30   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         |      |

Для всіх автомобілів річний пробіг складає:

$$L_P = A_C \times L_C \times D_{KP} \times \alpha_T = 19 \times 150 \times 365 \times 0,7 = 728175 \text{ км.} \quad (2.44)$$

**Розрахунок виробничої програми по ТО парку автомобілів**

Кількість капітальних ремонтів (списання) за рік:

$$[N_{KP}] = \frac{L_P}{L_{KP}^Y} = \frac{728175}{270000} = 2 \quad (2.45)$$

Кількість ТО-2 за рік:

$$[N_2] = \frac{L_P}{L_2^Y} - [N_{KP}] = \frac{728175}{9000} - 2 = 78 \quad (2.46)$$

Кількість ТО-1 за рік:

$$[N_1] = \frac{L_P}{L_1^Y} - [N_{KP}] - [N_2] = \frac{728175}{3000} - 2 - 78 = 162 \quad (2.47)$$

Кількість ЩТО за рік:

$$[N_{\text{ЩТО}}] = L_P \times \frac{K_{\text{ЩТО}}}{L_C} = 728175 \times \frac{0,45}{150} = 2184 \quad (2.48)$$

Виробнича програма по ТО автомобілів підприємства в трудових показниках (річний обсяг робіт) визначається в людино-годинах і включає обсяги робіт з ТО (ЩТО, ТО-1, ТО-2), поточному ремонту, а також обсяг допоміжних робіт.

Виробнича програма з технічного обслуговування (ТО) автомобільного парку підприємства у трудовому вираженні (річний обсяг робіт) обчислюється в людино-годинах. Вона охоплює сумарні обсяги робіт із регламентного обслуговування (ЩТО, ТО-1, ТО-2) та поточного ремонту (ПР), а також обсяг супутніх допоміжних робіт.

Розрахунок річних обсягів ТО здійснюють на основі планової річної виробничої програми для кожного виду обслуговування та питомої трудомісткості одиниці технічного впливу. Річний обсяг ПР визначають з урахуванням сумарного річного пробігу всього автопарку та нормативної питомої трудомісткості поточного ремонту, розрахованої на 1000 км пробігу.

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 31   |

Обсяг допоміжних робіт по підприємству встановлюють у відсотковому співвідношенні до сумарного річного обсягу основних робіт із ТО та ПР. Безпосередній розрахунок річного обсягу робіт із технічного обслуговування автопарку починають із визначення скоригованої питомої трудомісткості для кожного виду регламентного обслуговування.

Для ЩТО:

$$t_{\text{ЩТО}} = t_{\text{ЩТО}}^H \times K_2 \times K_5 \times K_M \quad (2.49)$$

де  $t_{\text{ЩТО}}$  - нормативна трудомісткість ЩТО (люд.г.).

$K_2$  - коефіцієнт коректування нормативів у залежності від модифікації рухливого складу й організації його роботи.  $K_2=1,0$ .

$K_5$  - коефіцієнт коректування нормативів трудомісткості ТО і ТР у залежності від кількості, що обслуговуються і ремонтних автомобілів.  $K_5=0,81$ .

$K_M$  - коефіцієнт, що враховує механізацію робіт.  $K_M=0,5$

$$t_{\text{ЩТО}} = 0,5 \times 1 \times 0,83 \times 0,5 = 0,21$$

Для ТО-1:

$$t_1 = t_1^H \times K_2 \times K_5 \times K_{g-1} \quad (2.50)$$

де  $t_1^H$  - нормативна трудомісткість ТО-1 люд.г.

$K_{g-1}$  - коефіцієнт зниження трудомісткості за рахунок упровадження на підприємстві загальної діагностики, приймаємо рівним 0,9.

$$t_1 = 3,4 \times 1 \times 0,83 \times 0,9 = 2,54$$

Для ТО-2:

$$t_2 = t_2^H \times K_2 \times K_5 \times K_{g-2} \quad (2.51)$$

де  $t_2^H$  - нормативна трудомісткість ТО-2 люд.г. табл. (П.2).

$K_{g-2}=1$  - коефіцієнт зниження трудомісткості за рахунок відсутності в підприємстві заглибленої діагностики.

$$t_2 = 12 \times 1 \times 0,83 \times 1 = 9,96$$

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 33   |

Для СТО:

$$t_{\text{СТО}} = 0,2 \times t_2 \quad (2.52)$$

де  $t_{\text{СТО}}$  - нормативна трудомісткість СТО

$$t_{\text{СТО}} = 0,2 \times 9,96 = 1,99$$

Для ТР:

$$t_{\text{ТР}} = t_{\text{ТР}}^H \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_{\text{ДР}} \quad (2.53)$$

де  $t_{\text{ТР}}^H$  - нормативна трудомісткість ТР люд.г./1000 км пробігу;

$K_{\text{ДР}} = 0,85$  - коефіцієнт зниження трудомісткості за рахунок впровадження в підприємство діагностики

$K_4$  - коефіцієнт коректування нормативів питомої трудомісткості ТР.

$K_5$  - коефіцієнт коректування нормативів трудомісткості ТО і ТР від кількості автомобілів.

$$t_{\text{ТР}} = 8,5 \times 0,9 \times 1 \times 1 \times 1,9 \times 0,83 \times 1 = 12,1$$

### **Визначення трудового обсягу робіт з ТО і ТР**

Річний обсяг робіт з ТО визначається по загальній формулі:

$$T_i = N_i \times t_i \quad (2.54)$$

де  $N_i$  - річне число обслуговувань даного виду ( $N_{\text{щТО}}, N_1, N_2, N_{\text{СТО}}$ ) для даної моделі (групи) рухливого складу;

$t_i$  - розрахункова (скоректована) трудомісткість одиниці ТО даного виду ( $t_{\text{щТО}}, t_1, t_2, t_{\text{СТО}}$ ) для даної моделі або середня для групи рухливого складу люд.г.

Річний обсяг робіт ТО даного виду ( $T_{\text{щТО}}, T_1, T_2, T_{\text{СТО}}$ ) спочатку обчислення проводять для кожної технологічно сумісної групи рухомого складу окремо, а потім для підприємства в цілому шляхом підсумовування річних обсягів ТО відповідного виду за всіма групами машин.

$$T_{\text{щТО}} = 2184 \times 0,21 = 458,64$$

$$T_{\text{ТО-1}} = 162 \times 2,54 = 411,5$$

$$T_{\text{ТО-2}} = 78 \times 9,96 = 776,88$$

$$T_{\text{СТО}} = 19 \times 1,99 = 37,81$$

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                         | 34   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         |      |

Річний обсяг робіт усіх видів ТО по підприємству (загальна трудомісткість профілактичних робіт).

$$\sum T_{TO} = \sum T_{ЩТО} + \sum T_1 + \sum T_2 + \sum T_{СТО} = 458,64 + 411,5 + 776,88 + 37,81 = 1684,83 \quad (2.55)$$

де  $\sum T_{ЩТО}, \sum T_1, \sum T_2, \sum T_{СТО}$  - відповідно сумарний річний обсяг робіт ЩТО, ТО-1, ТО-2, СТО по усіх видах груп рухливого складу, люд.г.

$$T_{ЩТО} = T_{ЩТО-1} + T_{ЩТО-2} + \dots + T_{ЩТО-n} \quad (2.56)$$

$$T_{ТО-1} = T_{ТО-1(1)} + T_{ТО-1(2)} + \dots + T_{ТО-1(n)} \quad (2.57)$$

$$T_{ТО-2} = T_{ТО-2(1)} + T_{ТО-2(2)} + \dots + T_{ТО-2(n)} \quad (2.58)$$

$$T_{СТО} = T_{СТО-1} + T_{СТО-2} + \dots + T_{СТО-n} \quad (2.59)$$

де 1, 2, n - порядковий номер групи рухливого складу, прийнятого до розрахунку.

Загальну річну трудомісткість ТР для автомобілів знаходять, виходячи з нормативної питомої трудомісткості ТР автомобіля на 1000 км пробігу  $t_{ТР}$  і річного пробігу автомобіля  $L_p$ .

$$T_{ТР} = \frac{L_p}{1000} \times t \times \frac{B_{ТР}}{100} \quad (2.60)$$

де  $B_{ТР}$  - відсоток трудомісткості ТР, виконаний у підприємстві даного типу.

Для даного типу підприємства  $B_{ТР} = 22\%$ .

$$T_{ТР} = \frac{728175}{1000} \times 12,1 \times \frac{22}{100} = 1938,4$$

При розрахунку обсягу робіт ТР по декількох групах рухливого складу сумарний річний обсяг робіт ТР.

$$\sum T_{ТР} = T_{ТР1} + T_{ТР2} + \dots + T_{ТРn} \quad (2.61)$$

де  $T_{ТР1}, T_{ТР2}, \dots, T_{ТРn}$  - відповідно річні обсяги робіт ТР по кожній групі рухливого складу, люд. г.

Усі профілактичні роботи і роботи з ТР автомобілів прийнято називати виробничими і їхня трудомісткість:

$$T_{ТР} = \sum T_{ТО} + \sum T_{ТР} = 1684,83 + 1938,4 = 3623,23 \quad (2.62)$$

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 35   |

### **Визначення трудового обсягу допоміжних робіт**

Крім робіт з ТО і ремонту, на підприємстві виконуються допоміжні і підсобні роботи, обсяг яких ( $T_{\text{доп}}$ ) установлюється не більш 30% від загального обсягу робіт з ТО і ТР рухливого складу.

Річний обсяг допоміжних робіт з підприємства:

$$T_{\text{доп}} = \frac{(\sum T_{\text{ТО}} + \sum T_{\text{ТР}}) \times K_{\text{доп}}}{100} \quad (2.63)$$

де  $K_{\text{доп}} = 20 - 30\%$  - обсяг допоміжних робіт з підприємства, що залежить від кількості автомобілів, що обслуговуються і ремонтованих на даному підприємстві

$$T_{\text{доп}} = 3623,23 \times \frac{20}{100} = 724,65 \text{ люд.г.}$$

Загальна сумарна трудомісткість робіт, виконуваних у підприємстві:

$$T_{\text{підпрпр}} = T_{\text{ТР}} + T_{\text{доп}} \quad (2.64)$$

$$T_{\text{підпрпр}} = 3623,23 + 724,65 = 4347,88 \text{ люд.г.}$$

Розрахунок чисельності виробничих робітників по ТО автомобілів

До категорії виробничих робітників належить персонал різних зон і діляниць, який безпосередньо виконує операції з ТО та ТР рухомого складу. Під час проєктування та розрахунків штату розрізняють технологічно необхідну (явочну) та штатну (облікову) чисельність робітників.

Технологічно необхідне (явочне) число робітників:

$$P_T = \frac{T_i}{\Phi_{\text{РМ}}} \times K_B; \quad (2.65)$$

де  $T_i$  - річний обсяг робіт (трудомісткість) по відповідній зоні ТО, ТР, ділянці, спеціалізованому посаді і т.д., люд.г.

$\Phi_{\text{РМ}}$  - річний виробничий фонд часу робочого місця при однозмінній роботі ч. (приймаємо 2070 ч.).

$K_B$  - 1,1–1,2 – коефіцієнт перевиконання норм виробітку за рахунок упровадження прогресивної організації робіт і механізації.

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 36   |

$$P_T = \frac{4347,88}{2070} \times 1,1 = 2,31 \approx 3 \text{ чоловіка}$$

Штатне (облікове) число робітників:

$$P_T = \frac{T_i}{\Phi_p} \times K_B; \quad (2.66)$$

де  $\Phi_p$  - річний фонд робочого часу робітника (приймаємо 1840 ч.).

$$P_{\text{ш}} = \frac{4347,88}{1840} \times 1,1 = 2,6 \approx 3 \text{ людини}$$

## 2.5. Організація проведення технічного обслуговування машино - тракторного парку

Головна мета організації технічного обслуговування (ТО) машин полягає в забезпеченні високої якості виконання всіх регламентних операцій за оптимальних витрат праці та матеріально-технічних засобів. Досягнення цієї мети базується на впровадженні спеціалізації та раціонального розподілу праці, розбудові сучасної ремонтно-обслуговуючої бази, а також обґрунтованому виборі (відповідно до конкретних умов) методів організації, технологічних схем ТО та систем керування постановкою техніки на обслуговування.

На підприємстві застосовують декілька форм організації технічного обслуговування машин: за методом організації технологічного процесу розрізняють потокове й тупикове ТО; за локацією ремонтних баз — централізоване та децентралізоване; за категорією виконавців робіт — обслуговування експлуатаційним або спеціалізованим персоналом; за правовим статусом виконавця — виконання робіт силами самого підприємства, залученими спеціалізованими організаціями чи фірмами-виробниками техніки.

Організація технічного обслуговування тракторів має бути спрямована на своєчасне виконання всього комплексу профілактичних робіт задля підтримання машин у стані постійної технічної готовності. Практичний досвід підтверджує, що найбільш раціональною формою сервісного супроводу

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 37   |

сільськогосподарської техніки є спеціалізація та чіткий розподіл праці виконавців. На цих засадах технічне обслуговування тракторів та інших складних машин здійснюють такі спеціалізовані ланки, як ланка технічної діагностики, безпосереднього технічного обслуговування, заправки машин паливно-мастильними матеріалами (нафтопродуктами), усунення поточних несправностей і ремонту нескладної сільськогосподарської техніки, а також ланка зберігання машин у неробочий (міжсезонний) період. У виробничих підрозділах із незначною кількістю техніки доцільно суміщати функції окремих служб, а також створювати укрупнені міжбригадні ланки для обслуговування декількох виробничих бригад чи відділень.

За наявності в господарствах ремонтних майстерень та серійного інструментарію, сервіс машинно-тракторного парку на засадах спеціалізації та розподілу праці зазвичай організовують власними силами підприємств. Залежно від конкретних умов експлуатації тракторів можливі різні схеми поєднання технічних засобів, таких як пункти технічного обслуговування (ПТО), агрегати технічного обслуговування (АТО), пересувні діагностичні установки (ПДУ), автопересувні ремонтні майстерні (АПРМ) та центральні ремонтні майстерні (ЦРМ) — під останніми мається на увазі пост технічного обслуговування і діагностики при ЦРМ.

Склад і кількість спеціалізованих ланок, а також кількість і кваліфікацію робітників визначають в залежності від обсягу робіт і конкретних умов експлуатації машин.

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 38   |

### 3. ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ РОБ

#### 3.1. Організація і розрахунок кількості робочих постів на дільниці ТО та ПР двигунів вантажних автомобілів

Обґрунтування конструктивного виконання та кількості робочих постів і місць на проєктованій дільниці з ТО та ПР двигунів вантажних автомобілів здійснювалося на основі таких чинників:

- характеру й специфіки робіт, що виконуються;
- розрахованої виробничої програми;
- технологічних та ергономічних особливостей обладнання;
- інших галузевих факторів і нормативних рекомендацій[24].

Зміст технологічних операцій, їхню послідовність, необхідний інструмент, технологічне оснащення, методи виконання, нормативну трудомісткість, а також спеціальність і кваліфікаційний розряд виконавців визначено для кожного поста та робочого місця за відповідними операційно-технологічними картами. Оскільки регламентований обсяг дипломного проєкту не передбачає повної розробки абсолютно всіх технологічних карт для всього спектра операцій із ремонту вузлів і агрегатів вантажних автомобілів, як приклад наведено детальну розробку окремих операцій технологічного процесу ремонту ведучих мостів (детальні розрахунки викладено в наступному розділі проєкту).

Кількість універсальних або спеціалізованих постів на дільниці з ТО та поточного ремонту двигунів визначають за формулою:

$$X_n^{TO} = T_n / (D_{роб.ТО}^p \cdot n_c^{TO} \cdot t_c^{TO} \cdot P_{ТО} \cdot \varphi_n^{TO}),$$

де  $T_n$  - річна трудомісткість виконуваних робіт на дільниці за видами дій, люд-год.;

|           |      |          |        |      |                                         |      |         |
|-----------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|---------|
|           |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> |      |         |
| Змн.      | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         |      |         |
| Розроб.   |      | Данілова |        |      | <b>Організація роботи РОБ</b>           |      |         |
| Перевір.  |      | Ружило   |        |      |                                         |      |         |
| Реценз.   |      |          |        |      |                                         |      |         |
| Н. Контр. |      | Банний   |        |      |                                         |      |         |
| Затверд.  |      |          |        |      |                                         |      |         |
|           |      |          |        |      | Літ.                                    | Арк. | Аркушів |
|           |      |          |        |      |                                         | 38   | 8       |
|           |      |          |        |      | НУБІП України, КД                       |      |         |

$n_c^{TO}$  - кількість змін роботи поста ТО;

$D_{роб.ТО}^P$  - кількість днів роботи поста ТО в році (приймаємо за значеннями, що фактично склалися на підприємстві за минулі роки);

$t_c^{TO}$  - тривалість зміни роботи поста ТО, год.;

$P_{ТО}$  - середня кількість робітників, зайнятих одночасно на одному робочому посту;

$\varphi_n^{TO}$  - коефіцієнт використання часу поста ТО ( $\varphi_n^{TO} = 0,85 \dots 0,95$ ).

Величину річної трудомісткості робіт по ТО й поточному ремонту двигунів автомобілів на підприємстві було прийнято за результатами прийнятого річного розподілу трудомісткостей робіт по ТО й ремонту всіх вузлів і систем вантажних автомобілів на підприємстві на 2025р.. Так необхідна річна трудомісткість робіт на дільниці ремонту трансмісій на поточний рік може скласти  $T_n = 4409,4$  люд-год.

Тоді кількість постів складе:

$$X_n^{TO} = \frac{4409,4}{(245 \cdot 8,0 + 5 \cdot 7,0) \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,85} = 2,21 \text{ постів.}$$

Приймаємо 2 тупикові пости, які працюють при одночасному методі проведення технологічних операцій в одну зміну.

### 3.2. Розрахунок та підбір технологічного обладнання дільниці по ТО й ПР двигунів вантажних автомобілів

Число одиниць основного обладнання визначаємо за формулою:

$$n_{об} = \frac{T_o}{\Phi_{o.д.} \cdot \eta_z},$$

де  $T_o$  – трудомісткість робіт, що виконуються даним видом обладнання, люд-год.;

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 39   |

$\Phi_{o.d.}$  – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год.;

$\eta_z$  – коефіцієнт завантаження обладнання,  $\eta_z = 0,85 \dots 0,95$ .

Кількість стендів для проведення діагностування, технічного обслуговування та поточного ремонту двигунів вантажних автомобілів розраховують на основі сумарної трудомісткості робіт, які виконуються з їхнім використанням. -  $T_{стенд} = 2610$  люд – год.:

$$n_{об} = \frac{T_{стенд}}{\Phi_{o.d.} \cdot \eta_z} = \frac{2610}{1935 \cdot 0,85} = 1,59,$$

Приймаємо 2 стенди.

Розрахунок іншого технологічного обладнання для дільниці з ТО та ПР двигунів вантажних автомобілів здійснюють за аналогічною методикою відповідно до вимог загального технологічного процесу.

Крім того, під час проєктування дільницю комплектують додатковим устаткуванням, необхідним для забезпечення повного циклу передбачених технологічних робіт. Номенклатуру та кількість основного технологічного обладнання (включаючи стендове, підйомно-транспортне, розбирально-складальне, діагностичне й інше обладнання та інструмент) для дільниці з ТО та поточного ремонту двигунів підбирають і приймають на основі нормативно-довідкової літератури та спеціалізованих каталогів технологічного обладнання для сервісу вантажних автомобілів. Результати заносимо в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1. Характеристика технологічного обладнання дільниці по ТО та ПР двигунів вантажних автомобілів, що планується до організації у агрофірмі «Надія»

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 40   |

| № на<br>плануванні | Найменування<br>обладнання | Модель | Кіль-<br>кість,<br>шт | Габари-<br>т-ні<br>роз-<br>міри,<br>мм | Площа<br>підлоги<br>під<br>обладнан-<br>ня, м <sup>2</sup> | Встанов-<br>лена<br>потуж-<br>ність<br>двигунів<br>, кВт |
|--------------------|----------------------------|--------|-----------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|--------------------|----------------------------|--------|-----------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|

| 1 | 2                                                                                                                       | 3                                             | 4 | 5                        | 6    | 7   |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---|--------------------------|------|-----|
| 1 | Канава оглядова                                                                                                         | типо-<br>ва                                   | 2 | 6000<br>×<br>1000        | 12,0 | -   |
| 2 | Підіймач канавний<br>пересувний для<br>вантаж-них<br>автомобілів<br>гідравлічний з<br>ручним приводом<br>одноплунжерний | РАС<br>О<br>мод.<br>П113<br>тип<br>ДКР<br>Г-4 | 1 | 1200<br>×<br>660×<br>975 | 0,79 | -   |
| 3 | Домкрат<br>гідравлічний<br>гаражний<br>(вантажепідйомніс-<br>ть 6300 кг)                                                | РАС<br>О<br>мод.<br>П304                      | 1 | 1630<br>×<br>430×<br>350 | 0,65 | -   |
| 4 | Кран консольно-<br>поворотний                                                                                           | Власн.<br>вигот.                              | 1 | -                        | -    | 1,4 |
| 5 | Таль електрична                                                                                                         | ТЭ0531<br>1-220                               | 1 | -                        | -    | 6,0 |
| 6 | Гайковерт для<br>гайок коліс<br>вантажних<br>автомобілів                                                                | РАС<br>О<br>мод.<br>1318                      | 1 | 1200×<br>650×11<br>00    | 0,78 | 1,5 |
| 7 | Ванна мийна<br>двохсекційна                                                                                             | Власн.<br>вигот.                              | 1 | 1200×8<br>00             | 0,96 | -   |
| 8 | Стіл для<br>дефектування<br>деталей                                                                                     | ОРГ-<br>1468-<br>01-<br>090А                  | 1 | 2400×<br>800             | 1,92 | -   |
| 9 | Стелаж для<br>агрегатів                                                                                                 | СД-<br>3725                                   | 1 | 2000×<br>550             | 1,1  | -   |

|      |      |          |        |      |                                         |  |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|--|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> |  | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         |  | 41   |

| 1  | 2                                                                          | 3                        | 4        | 5                              | 6    | 7                |
|----|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------|--------------------------------|------|------------------|
| 10 | Токарно-гвинторізний верстат                                               | 16Б16А                   | 1        | 2280×1060                      | 2,4  | 2,8              |
| 11 | Стенд для складання і розбирання V-подібних двигунів Isuzu, Hyundai, КрАЗ. | РАС<br>О<br>мод.<br>Р235 | 1        | 1150×662×1020                  | 0,76 | 3,0              |
| 12 | Верстат для приточування колекторів                                        | РАС<br>О<br>мод.<br>Р105 | 1        | 1100×480×400 настільний        | -    | 2,2              |
| 13 | Стелаж для пристосувань                                                    | СД<br>3705               | 1        | 1400×650                       | 0,91 | -                |
| 14 | Верстат консольно-фрезерний                                                | 6Р11<br>Ф3-1             | 1        | 3000×2000                      | 6,0  | 5,5              |
| 15 | <i>Оригінальна установка для свердління отворів та нарізання різьб</i>     | <i>Власн. вигот.</i>     | <i>1</i> | <i>1220×1360×900 настільна</i> | -    | <i>2×0,6=1,2</i> |
| 16 | Шліфувальний верстат                                                       | 3Б151                    |          | 3100×2100                      | 6,51 | 9,8              |
| 17 | Стенд для притирання клапанів                                              | Власн. виготов.          | 1        | 900×950                        | 0,86 | 2,5              |
| 18 | Піч нагрівуюча дво-муфельна                                                | Н4594                    | 1        | 2280×1864                      | 4,25 | -                |
| 19 | Прилад для визначення технічного стану ЦПГ двигуна без розбирання          | НИИ<br>АТ-19             | 1        | 470×430 настільний             | -    | -                |
| 20 | Прилад для очищення та перевірення свічок                                  | 514-12М                  | 1        | 370×530 настільний             | -    | 0,3              |

|      |      |          |        |      |                                         |  |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|--|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> |  | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         |  | 42   |

| 1      | 2                                                          | 3                             | 4 | 5                                       | 6 | 7   |
|--------|------------------------------------------------------------|-------------------------------|---|-----------------------------------------|---|-----|
|        | запалювання                                                |                               |   | ь-ний                                   |   |     |
| 2<br>1 | Прилад для перевірення акумуляторів                        | -                             | 1 | 200×33<br>0<br>настіл.                  | - | -   |
| 2<br>2 | Прилад для перевірення паливних насосів та карбюраторів    | НИИА<br>Т мод.<br>507         | 1 | 570×41<br>0<br>наст.                    | - | -   |
| 2<br>3 | Прилад для перевірення бензонасосів                        | НИИ<br>АТ<br>мод.<br>374      | 1 | 270×23<br>0<br>наст.                    | - | 0,5 |
| 24     | Прилад для перевірки герметичності паливних систем дизелів | НИИ<br>АТ<br>мод.<br>383      | 1 | -                                       | - | -   |
| 2<br>5 | Електронний стетоскоп                                      | РАС<br>О<br>мод.<br>1123<br>9 | 1 | -                                       | - | -   |
| 2<br>6 | Комплект ключів динамометричних                            | РАС<br>О<br>мод.<br>K468      | 1 | 3<br>пред<br>м.                         | - | -   |
| 2<br>7 | Комплект інструменту автомеханіка                          | РАС<br>О<br>мод.<br>И133      | 2 | 20<br>предм<br>.<br>640×<br>110×11<br>0 | - | -   |
| 2<br>8 | Комплект ключів гайкових з відкритими зівами двосторонніх  | РАСО<br>мод.<br>И105<br>М-1   | 2 | 6<br>предм<br>.<br>6×8 -<br>27×30       | - | -   |
| 2      | Ключі торцеві                                              | РАС<br>О                      | 4 | 10                                      | - | -   |

|      |      |          |        |      |                                         |  |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|--|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> |  | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         |  | 43   |

| 1      | 2                                                      | 3                          | 4 | 5                     | 6    | 7 |
|--------|--------------------------------------------------------|----------------------------|---|-----------------------|------|---|
| 9      |                                                        | мод.<br>2336<br>М          |   | пред.<br>10×24        |      |   |
| 3<br>0 | Верстак<br>слюсарний                                   | Влас<br>н.<br>ВИГОТ<br>ОВ. | 1 | 2200×<br>750          | 1,65 | - |
| 3<br>1 | Шафа<br>інструментальна                                | -//-                       | 1 | 500×<br>650×15<br>00  | 0,33 | - |
| 3<br>2 | Візок для<br>транспор-тування<br>агрегатів             | -//-                       | 2 | 500×<br>1000×1<br>100 | 1,0  | - |
| 3<br>3 | Візок для<br>перевезення<br>приладів та<br>інструменту | -//-                       | 1 | 600×<br>1200×1<br>100 | 0,72 | - |
| 3<br>4 | Підставка<br>універсальна під<br>агрегати              | Власн.<br>виготов.         | 2 | 1500×120<br>0         | 3,60 | - |

### 3.3. Розрахунок площ виробничих приміщень дільниці

Виробничі приміщення мають бути компактними та володіти достатньою площею з належним природним і штучним освітленням, що є необхідною умовою для забезпечення нормальних умов та високої продуктивності праці персоналу.

Розрахунок площі дільниці з технічного обслуговування та поточного ремонту двигунів вантажних автомобілів здійснюють за такою формулою:

$$F_{\text{від}} = \sum f_{\text{об}} \cdot \kappa_n ,$$

де  $\sum f_{\text{об}}$  - сумарна площа технологічного обладнання і

виробничого інвентарю (все підлогове обладнання,

столи, стелажі тощо), що встановлюється на підлогу

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 44   |

даної ділянки,  $m^2$ ;

$\kappa_n$  – коефіцієнт, що враховує щільність розташування обладнання на підлозі ділянки, відстань між обладнанням та стінками приміщення, ширину зон проходів і проїздів. Для зони ремонту трансмісій вантажних автомобілів за рекомендаціями [24] приймаємо  $\kappa_n = 4,0 \dots 5,0$ . Приймаємо  $\kappa_n = 4,5$ .

$$F_{vid} = \sum f_{ob} \cdot \kappa_n = 47,19 \cdot 4,5 = 212,4 \text{ м}^2.$$

З урахуванням раніше обґрунтованої сітки колон (6х6 м) виробничої будівлі ремонтної зони, визначають фактичну (компонувальну) площу, яку проєктована ділянка з ремонту трансмісій вантажних автомобілів займатиме в плані корпусу::

$$F = 12 \cdot 18 = 216,0 \text{ м}^2.$$

Різниця між розрахованою площею та прийнятою складає:

$$\Delta = \frac{216,0 - 212,4}{212,4} \cdot 100 = 1,7\%$$

Така величина різниці площ задовільна і із невеликими відхиленнями (менше 5%) вкладається в встановлені норми відхилень.

Отже ділянка складається з двох постів і має загальну площу  $216 \text{ м}^2$ , з розмірами сторін ділянки: довжина  $L = 12,0 \text{ м}$ , ширина  $H = 18,0 \text{ м}$ .

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 45   |

## 4. Конструкторська частина роботи

### 4.1. Призначення і область використання проектованого виробу.

Аналіз технологічних процесів поточного й капітального ремонтів агрегатів та вузлів вантажних автомобілів, проведений під час переддипломної практики в ДГ АФ «Надія», свідчить, що значний обсяг робіт (зокрема розбирально-складальних) потребує виконання свердлильних операцій. У процесі експлуатації рухомого складу під впливом високих знакозмінних навантажень і вібрацій погіршуються посадки спряжених деталей, що зумовлено зміною геометрії їхніх робочих поверхонь або руйнуванням. Характерними є дефекти, які вимагають свердління чи розсвердлювання отворів, нарізання різьби, а також висвердлювання залишків зламаних шпильок і штифтів.

На підприємстві для виконання таких операцій використовують стаціонарний вертикально-свердлильний верстат, установлений на слюсарно-механічній дільниці. Це зумовлює потребу в переміщенні демонтованих деталей або вузлів із ремонтних зон безпосередньо до приміщення слюсарно-механічного підрозділу. У більшості випадків таке транспортування створює суттєві організаційні та технологічні труднощі. Вони пов'язані з обов'язковим залученням підйомно-транспортних засобів, додатковими витратами часу на логістику й фіксацію вузла на столі верстата, а також із незадовільним забезпеченням швидкої зміни просторового положення великих деталей для вільного доступу до зони обробки.

|           |      |          |        |      |                                  |  |  |                   |      |         |
|-----------|------|----------|--------|------|----------------------------------|--|--|-------------------|------|---------|
|           |      |          |        |      | 01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ |  |  |                   |      |         |
|           |      |          |        |      |                                  |  |  |                   |      |         |
| Змн.      | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Організація роботи<br>Р0Б        |  |  | Літ.              | Арк. | Аркушів |
| Розроб.   |      | Данілова |        |      |                                  |  |  |                   |      |         |
| Перевір.  |      | Ружило   |        |      |                                  |  |  |                   | 46   | 92      |
| Реценз.   |      |          |        |      |                                  |  |  | НУБІП України, КД |      |         |
| Н. Контр. |      | Банний   |        |      |                                  |  |  |                   |      |         |
| Затверд.  |      |          |        |      |                                  |  |  |                   |      |         |

У разі виникнення потреби в свердлінні отворів різних діаметрів та нарізанні внутрішньої різьби з'являється необхідність у багаторазовій заміні різального інструменту й коригуванні режимів обробки, що додатково ускладнює технологічний процес і збільшує його загальну тривалість.

У практиці ремонтного виробництва для вирішення цієї проблеми застосовують кілька технологічних методів. Якщо частина шпильки виступає над поверхнею корпусу, у ній прорізають шліц під викрутку чи лиски під гайковий ключ, або ж приварюють до уламка гайку (пластину) для подальшого викручування. Якщо злам стався врівень або глибше корпусної поверхні, уламок видаляють методом електроерозійної обробки в середовищі гасу за допомогою мідного електрода-інструменту (зокрема квадратного перерізу для подальшого викручування корковим ключем). Також за внутрішнього зламу в попередньо виконаний отвір можна забивати бор (загартований стрижень із рифленою конічною поверхнею) або вводити екстрактор (загартований конічний стрижень із багатозахідною лівою гвинтовою канавкою та гострими кромками) з наступним викручуванням залишків металу.

Більшість розглянутих методів передбачають обов'язкове висвердлювання тіла шпильки, яке зазвичай виконують за допомогою ручних електродрилів. Проте під час цієї операції виникають проблеми з точністю базування свердла, спостерігаються його часті поломки через перекоси, а також існує висока ймовірність пошкодження різьбової поверхні самого корпусу. Через це операції з видалення зламаних шпильок та відновлення пошкоджених різьб належать до найбільш трудомістких слюсарних робіт. Задля усунення зазначених недоліків у цій бакалаврській кваліфікаційній роботі запропоновано розробку універсального пристрою для точного висвердлювання уламків шпильок та їхнього подальшого видалення.

#### 4.2. Загальна характеристики пристосування.

Максимальний діаметр свердління при використанні у складі розробленого пристрою електродриля марки ІЕ 1032 становить 9 мм, тоді як

|     |      |          |        |      |                                         |      |
|-----|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
|     |      |          |        |      |                                         | 47   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         |      |

за умови інтеграції потужнішої моделі ІЕ 1017 цей показник зростає до 18 мм. Гранична глибина свердління складає 145 мм при вильоті шпинделя до осі стійки 175 мм та можливості його повного повороту навколо стійки на 360°. Найбільша відстань від торця патрона електродріля до робочої площини стола дорівнює 230 мм. Загальні габаритні розміри пристрою становлять 300 x 400 x 600 мм, а його повна маса — 19,3 кг.

Завдяки універсальності конструкції, дане пристосування можна також застосовувати як настільно-заточувальний верстат. Для такої модифікації стійку з ручним електроінструментом від'єднують від станини і закріплюють горизонтально за допомогою двох допоміжних опор, після чого хвостову частину шпинделя з абразивним кругом фіксують у трикулачковому патроні дріля. У разі використання виробу як настільно-свердлильного верстата, стійку 2 виставляють на основі у вертикальному положенні.

Основні технічні данні та характеристика пристрою наведені в таблиці 3.1.

**Таблиця 3.1.**

**Основні технічні данні та характеристики універсального пристрою для свердлювання отворів.**

| Найменування параметра                                              | Електродріль<br>ІЕ 1032 | Електродріль<br>ІЕ 1017 |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Номінальна напруга живлення, В                                      | 220 ± 22                | 220 ± 22                |
| Частота струму, Гц                                                  | 50 ± 1                  | 50 ± 1                  |
| Потужність, Вт                                                      | 600                     | 900                     |
| Максимальний діаметр свердлення, мм                                 | 9                       | 18                      |
| Максимальна глибина свердлення, мм                                  | 145                     | 145                     |
| Виліт шпинделя до осі стійки, мм                                    | 175                     | 178                     |
| Максимальна відстань від торця патрона до робочої площини стола, мм | 230                     | 230                     |
| Кут повороту навколо стійки                                         | 360°                    | 360°                    |
| Габаритні розміри:                                                  |                         |                         |

|                           |      |      |
|---------------------------|------|------|
| довжина                   | 600  | 600  |
| ширина                    | 300  | 300  |
| висота                    | 400  | 400  |
| Маса пристрою, кг         | 19,3 | 19,9 |
| частота обертання свердла | 750  | 900  |

#### 4.3. Конструкція і принцип роботи пристрою.

Базою пристрою є пустотіла стійка 2 (рис. 5.1), зафіксована на фланці 9. На двох кронштейнах 3, що переміщуються вздовж стійки 2, закріплено рамку 1, рух якої забезпечується за допомогою важелів 5. У нижній частині конструкції розташований змінний тримач 13 із закріпленням у ньому електродрилем 14.

Для вилучення зламаних шпильок (наприклад, зі маточини 11 колеса заднього моста автомобіля) пристрій монтують на маточині за допомогою фланця 10. В отвір фланця безпосередньо навпроти зламаного кріпильного елемента встановлюють кондукторну втулку 12, після чого в тілі шпильки просвердлюють отвір. Його діаметр має відповідати розміру квадратного хвостовика екстрактора. У виконаний отвір забивають борідок (або спеціальний забивний штифт) і за допомогою воротка викручують залишки зламанної шпильки. Якщо видалити уламок механічним викручуванням не вдається, отвір розсвердлюють до внутрішнього діаметра різьби, вилучають її залишки за допомогою сталевго стрижня та остаточно очищають нарізку мітчиком.

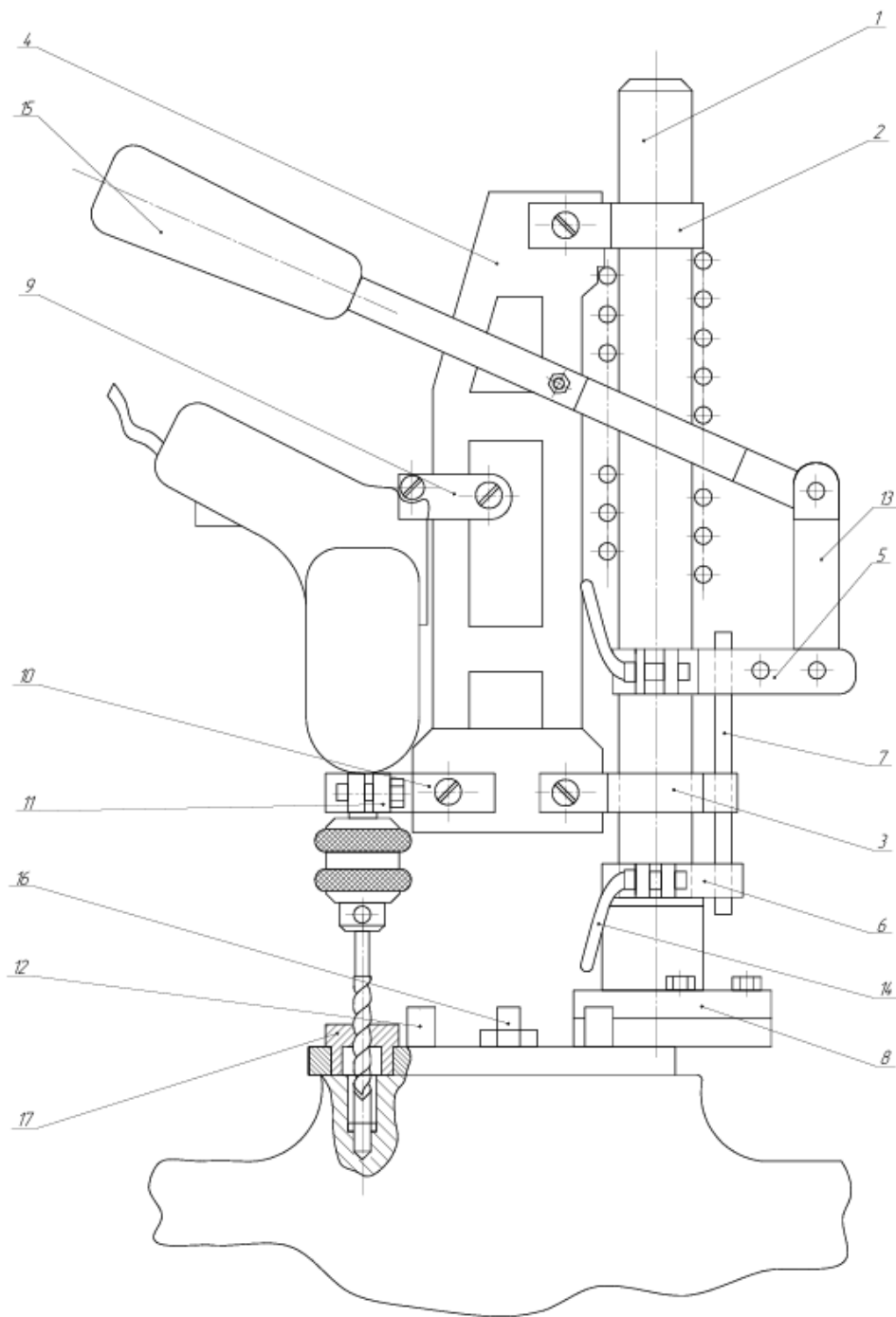


Рис. 4.1. Мобільний пристрій для свердлування отворів

#### 4. 4. Розрахунок на міцність основних силових деталей і збірних одиниць.

Зважаючи на конструктивні особливості пристрою, виконують розрахунок важеля та пальця, які зазнають найбільшого навантаження під час експлуатації цього пристосування.

##### 4. 4. 1. Розрахунок стопорного пальця.

Зусилля, що прикладається до важеля, приймаємо рівним 250 Н (25 кг). Спираючись на розрахункову схему важеля, реакції опор в точках А і В визначають за допомогою стандартних рівнянь статички (рівноваги):

$$\begin{cases} \sum P_x = 0 \\ \sum M_A = 0 \end{cases} \quad (5.1.)$$

$$\begin{cases} P - R_A + R_B = 0 \\ Pl_1 - R_B l_2 = 0 \end{cases} \quad (5.2.)$$

Підставляючи значення у систему 5.2. знаходимо значення реакцій опор, які будуть відповідно  $R_A = 698,4$  Н, а  $R_B = 448,4$  Н.

Для побудови епюри згинальних моментів застосовують метод перерізів, відповідно до якого важіль уявно розсікають на кожній ділянці прикладання сил. Вирази для визначення згинальних моментів відносно центрів ваги обраних поперечних перерізів знаходять як алгебраїчну суму моментів усіх сил, що діють ліворуч від площини перерізу.

$$\dot{I}_{\tilde{o}_1} = -D \tilde{q}_1 \quad (5.3.)$$

$$\dot{I}_{\tilde{o}_2} = -D \tilde{q}_2 + R_A(x_2 - 0,287) \quad (5.4.)$$

Знаходимо значення згинаючих моментів на границях ділянок 1 і 2. Для цього надаємо величинам  $x_1$  та  $x_2$  відповідні числові значення:

|     |      |          |        |      |                                         |      |
|-----|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 51   |

відрізок 1

$$x_1 = 0 \dots 0,287 \text{ м}$$

$$\text{при } x_1 = 0 \quad M_x = 0$$

$$\text{при } x_1 = 0,287 \text{ м} \quad M_x = -250 \cdot 0,287 = -71,75 \text{ Н/м}$$

відрізок 2

$$\text{при } x_2 = 0,287 \text{ м} \quad M_x = -250 \cdot 0,287 + 448,44(0,287 - 0,287) = -71,75 \text{ Н/м}$$

$$\text{при } x_2 = 0,437 \text{ м} \quad M_x = -250 \cdot 0,437 + 448,44(0,437 - 0,287) = 0$$

В масштабі будуємо епюру.

Для побудови епюри поперечних сил складаємо вираз. користуючись залежністю:

$$Q_x = \frac{dM_x}{dx} \quad (5.5.)$$

$$Q_{x_1} = \frac{dM_{x_1}}{dx_1} = \frac{d}{dx_1}(250x_1) = 250 \text{ Н}$$

$$Q_{x_2} = \frac{dM_{x_2}}{dx_2} = \frac{d}{dx_2}(250x_2 + 698,44(x_2 - 0,287)) = 448,44 \text{ Н}$$

Будуємо епюру в масштабі та визначаємо  $Q_x$

$$Q_x = (448,44 + 250) = 698,44 \text{ Н}$$

Перевірка на міцність.

Розміри важеля:  $b = 26 \text{ мм}$ ,  $h = 8 \text{ мм}$ ,  $[\tau]_{CT3} = 800 \text{ кг/см}^2$

$$\tau = \frac{QS_y}{Ib} \quad (5.6.)$$

$$S_y = bh^2/8 = 208 \text{ мм}^3$$

$$I = bh^3/12 = 1109 \text{ мм}^4$$

$$\tau = \frac{698,44 \cdot 208}{1109 \cdot 26} = 5,03 \text{ Н/мм}^2$$

|     |      |          |        |      |                                         |      |
|-----|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
|     |      |          |        |      |                                         | 52   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         |      |

$\tau < [\tau]$ , умова міцності важеля виконується.

#### 4. 4. 2. Розрахунок діаметра пальця.

З попереднього розрахунку випливає, що найбільше навантаження (за абсолютною величиною реакції опори) діє в точці А. Враховуючи цей чинник, подальший розрахунок на міцність виконують саме для цього перерізу:

Діаметр пальця визначаємо за умови міцності на зріз:

$$\frac{N}{F} \leq [\tau] \quad (3.7.)$$

$[\tau]$  для сталі 45 = 1000 кг/см<sup>2</sup>.

$$F = \pi d^2 / 4 \quad (3.8.)$$

$$N = R_A = 69,84 \text{ кг}$$

Звідки

$$d = \sqrt{\frac{4N}{\pi[\tau]}} \quad (5.9.)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 * 69,84}{3,14 * 1000}} = 0,3 \text{ см}$$

З конструктивно-технологічних міркувань приймаємо  $d = 8 \text{ мм}$ , забезпечуючи запас міцності.

|     |      |          |        |      |                                         |      |
|-----|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|     |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 53   |

## 5. Охорона праці

### 5.1. Аналіз технологічних, виробничих процесів, устаткування з метою виявлення небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Задля обґрунтування ефективних заходів із захисту персоналу дільниці з то та пр двигунів вантажних автомобілів, яку планується організувати в ремонтній зоні, від негативного впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів (ншвф), виконано комплексну експертизу технологічних процесів, устаткування та інших виробничих об'єктів. На основі проведеного аналізу виявлено такі потенційні загрози та шкідливі чинники, що можуть чинити негативний вплив на працівників:

- Рухомі частини технологічного устаткування та стендів (маніпулятори, шпинделі, супорти, робочі головки тощо);
- Рухомі машини, механізми та внутрішньозаводські транспортні засоби;
- Ризик втрати стійкості слюсарними верстатами, стендами чи допоміжним обладнанням;
- Можливість падіння деталей, вузлів та інструменту з робочих поверхонь верстатів або складальних стендів;
- Підвищений рівень шуму під час експлуатації верстатного обладнання, ручного пневматичного й електричного інструменту, а також під час роботи випробувальних і діагностичних стендів;
- Підвищений рівень локальної та загальної вібрації від діючого технологічного устаткування;
- Фізичні перевантаження працівників та монотонність праці;

|           |      |          |        |      |                                         |      |         |
|-----------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|---------|
|           |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> |      |         |
| Змн.      | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | <b>Охорона праці</b>                    |      |         |
| Розроб.   |      | Данілова |        |      |                                         |      |         |
| Перевір.  |      | Ружило   |        |      |                                         |      |         |
| Реценз.   |      |          |        |      |                                         |      |         |
| Н. Контр. |      | Банний   |        |      |                                         |      |         |
| Затверд.  |      |          |        |      |                                         |      |         |
|           |      |          |        |      | Літ.                                    | Арк. | Аркушів |
|           |      |          |        |      |                                         | 54   | 11      |
|           |      |          |        |      | НУБІП України, КД                       |      |         |

- Статичні й динамічні перевантаження опорно-рухового апарату (зокрема рук) під час виконання розбирально-складальних операцій;
- Небезпечна напруга в електричних мережах та ризик ураження електричним струмом;
- Інгаляційний вплив (вдихання) шкідливих парів пально-мастильних матеріалів;
- Підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони під час проведення мийно-очисних робіт;
- Недостатня або нераціональна освітленість робочих місць і зон загального огляду.

Для захисту працівників діляниці від дії небезпечних і шкідливих виробничих факторів в роботі обґрунтовано ефективні заходи, які знайшли відображення в різних розділах пояснювальної записки.

## 5.2. Розрахунок заходів з охорони праці на діляниці ТО та ПР двигунів вантажних автомобілів

### 5.2.1. Розрахунок природного освітлення діляниці.

Для забезпечення нормативного рівня природного освітлення приміщення діляниці здійснюється проєктування та підбір геометричних параметрів віконних прорізів. Розрахунок орієнтовної площі світлопрозорих конструкцій, необхідної для досягнення нормативного коефіцієнта природної освітленості (кпо), виконується за наведеною нижче формулою:

$$F_{осв} = \frac{F_n \cdot \alpha}{\tau},$$

Де  $F_n$  - площа підлоги діляниці, м<sup>2</sup>;

$\alpha = 0,2...0,3$  - коефіцієнт природного освітлення для зварювальних діляниць.

$\tau$  - коефіцієнт, який враховує втрати світла від забруднення скла.

|      |      |          |        |      |                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                      | 55   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                      |      |

Для діляниць з то та ремонту приймаємо  $\tau = 0,6...0,8$ ;

$$F_{осв} = \frac{216 \cdot 0,2}{0,8} = 54 \text{ м}^2.$$

Виробничий корпус, у якому передбачено розміщення діляниць технічного обслуговування та поточного ремонту (то та пр) двигунів вантажних автомобілів, має висоту приміщень 4,5 м.

параметри світлопрозорих конструкцій (віконних прорізів) становлять: висота 2,4 м (з урахуванням розташування на висоті 1,2 м від рівня підлоги та 0,9 м від рівня стелі) при ширині 2,6 м. Світлові прорізи розміщено по периметру стін із дотриманням рівномірного кроку, що забезпечує необхідну рівномірність природного освітлення робочих місць. При ширині вікна 3,0 м площа скла одного вікна складе 6,24 м<sup>2</sup>.

З метою дотримання нормативних вимог щодо рівня природного освітлення, конструкція приміщення діляниці передбачає наявність восьми віконних прорізів. Загальна площа світлопрозорих конструкцій (засклення) при цьому становить 50 м<sup>2</sup>, що є достатнім для забезпечення необхідного коефіцієнта природної освітленості робочої зони.

### 5.2.2. Розрахунок штучного освітлення діляниці.

Параметри системи штучного освітлення на діляниці мають відповідати встановленим нормативним значенням середньої освітленості, визначеним для виробничих приміщень підприємств технічного обслуговування та ремонту рухомого складу (згідно з дбн в.2.5-28:2018).

За таблицею 20 [11]  $E_{ср} = 50...60 \text{ лк}$ .

Кількість ламп, необхідних для освітлення, визначаємо за формулою:

$$n = \frac{E_{ср} f_n K}{F_0 \eta},$$

Де  $E_{ср}$  - середня освітленість;

$f_n = 1,7...2,0$  - коефіцієнт запасу освітленості

|      |      |          |        |      |                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                      | 56   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                      |      |

Для приміщень з помірними виділеннями пилу і диму;

$F_o = 5150 \text{ лм}$  - світловий потік кожної лампи (таблиця 21[11]).

Для освітлення ділянки приймаємо лампи  
потужністю 300 вт.

$\eta = 0,2...0,54$  - коефіцієнт використання світлового потоку.

Більш точніше коефіцієнт використання світлового потоку  
визначається

В залежності від показника  $\varphi$ , який враховує форму приміщення.

Показник  $\varphi$  підраховуємо за формулою:

$$\varphi = \frac{S}{H_{nc}(a + b)},$$

Де  $S$  - площа підлоги приміщення,  $\text{м}^2$ ;

$H_{nc} = 3,5 \text{ м}$  - висота підвіски світильника (лампи);

$a$  і  $b$  - відповідно ширина і довжина ділянки,  $\text{м}$ ;  $a = 12 \text{ м}$ ,

$b = 18 \text{ м}$ .

$$\varphi = \frac{216}{3,5(12 + 18)} = 2,06.$$

За таблицею 76 [11] при  $\varphi = 2$  коефіцієнт використання світлового  
потоку складе -  $\eta = 0,46$ .

Тоді кількість ламп складе:

$$n = \frac{60 \cdot 216 \cdot 2,0}{5150 \cdot 0,46} = 10,9 \text{ ламп.}$$

Для організації системи загального штучного освітлення ділянки  
технічного обслуговування та поточного ремонту (то та пр) двигунів  
вантажних автомобілів обрано 11 світильників із джерелами світла  
потужністю 300 вт кожне. Вибір кількості та потужності освітлювальних  
приладів здійснено на основі розрахунку необхідної мінімальної освітленості  
робочої зони.

|      |      |          |        |      |                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                      | 57   |

### 5.2.3. Розрахунок потрібної кількості води або піни на випадок пожежі і недоторканого запасу води з вибором необхідних споруд і обладнання.

1 Розрахунок загальної витрати води  $Q_p$  на пожежогасіння, л/сек:

$$Q_{вз} = Q_n + Q_в,$$

де  $Q_n$  – максимально потрібна витрата води на зовнішні пожежогасіння;

$Q_в$  – максимально потрібна витрата води на внутрішні пожежогасіння (пожежні крани; установки).

Розрахункова витрата води на зовнішнє пожежогасіння  $Q_n$  залежить від ступеня вогнестійкості споруди, категорії її вибухопожежної небезпеки та будівельного об'єму. Відповідні показники визначаються згідно з вимогами ДБН В.2.5-74:2013. Для будівель I та II ступенів вогнестійкості з категоріями виробництва «Г» або «Д» та будівельним об'ємом до 50 тис.м<sup>3</sup>, нормативна витрата води на одну зовнішню пожежу становить 10л/с. Згідно з нормами ДБН В.2.5-64:2012, для забезпечення внутрішнього пожежогасіння виробничих будівель передбачається робота двох пожежних струменів із розрахунковою витратою 2,5 л/с на кожен струмінь, незалежно від загального об'єму будівлі.

Загальна витрата  $Q_{вз}$  на пожежогасіння складає, л/с

$$Q_{вз} = 10 + 2,5 \cdot 2 = 15 \text{ л/с.}$$

2. Визначаємо розрахункове число одночасних пожеж і розрахункову їх тривалість. Розрахункове число  $n_p$  залежить від площі території підприємства;  $n_{зв} = 1$  ( $S_n = 150$  га).

Розрахункова тривалість пожежі  $t$  приймається  $t_{зв} = 3$  год.

3. Визначаємо потрібну протипожежну кількість води, м<sup>3</sup>:

$$W = \frac{3600 \cdot Q_{вз} \cdot t_{зв} \cdot n_{зв}}{1000}, \quad W = \frac{3600 \cdot 15 \cdot 3 \cdot 1}{1000} = 162 \text{ м}^3.$$

4. Визначаємо необхідний протипожежний запас води (недоторканий запас) на випадок аварії водопровідних споруд.

|      |      |          |        |      |                               |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                               | 58   |

Протипожежний запас води на випадок аварії в системі водопостачання розраховується з урахуванням тривалості гасіння пожеж (не менше трьох годин) та сумарної витрати води на роботу зовнішніх гідрантів і внутрішніх пожежних кран-комплектів.

Базові параметри для розрахунку:

- розрахункова витрата води на господарсько-питні потреби:  
25л/год на одного працюючого;
- коефіцієнт годинної нерівномірності споживання:  $k_{год} = 3$ ;
- чисельність працюючих у найбільш завантаженому зміні: 40 осіб.

З урахуванням наведених даних, загальний запас води на випадок аварійної ситуації складає:

$$Q_3 = q \cdot k \cdot n,$$

де  $q$  – норма витрати на одну людину, л;

$k$  – коефіцієнт годинної нерівномірності;

$n$  – число працюючих в цеху.

$$Q_3 = 25 \cdot 3 \cdot 40 = 3000 = 3 \text{ м}^3.$$

Аварійний запас води для забезпечення потреб об'єкта зберігається у спеціалізованих резервуарах. Для протипожежних цілей передбачено два пожежні резервуари місткістю  $100 \text{ м}^3$  кожен (загальний об'єм  $200 \text{ м}^3$ ).

Резервний запас води для господарсько-питних потреб на випадок аварії на зовнішньому водопроводі забезпечується використанням водонапірної вежі типу БР-15 об'ємом  $15 \text{ м}^3$ . Система внутрішнього протипожежного захисту цеху включає мережу пожежних кранів у кількості чотирьох одиниць. Усі виробничі ділянки, зокрема зона технічного обслуговування та поточного ремонту двигунів, укомплектовані пожежними щитами згідно з вимогами ППБУ.

До стандартного комплекту пожежного щита входять:

- порошкові вогнегасники (ВП-3 або ВП-5);
- вуглекислотні вогнегасники (ВВ-2);

|      |      |          |        |      |                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                      | 59   |

- ящик із піском об'ємом 0,5 м<sup>3</sup>;
- первинний протипожежний інвентар (лопати, ломи, багри, протипожежне полотно тощо).

#### 5.2.4. Вибір та розрахунок засобів по пилогазоочищенню повітря дільниці.

З метою забезпечення нормативних показників чистоти повітря на дільниці, необхідно підібрати пиловловлювальну установку циклонного типу, здатну забезпечити ступінь ефективності очищення повітряного потоку від пилу не менше  $\eta = 0,87$ .

Вибір циклона обґрунтований його високою ефективністю у процесах сухого очищення газопилових сумішей, що містять дисперсні частки середнім розміром 10...20 мкм.

Практичні завдання з очищення промислових газів від пилових домішок ефективно вирішуються шляхом застосування циклонів виробництва НДІОГАЗ (рос. НИИОГАЗ), зокрема циліндричних серії ЦН та конічних серії СК.

Експлуатація циклонів обмежена наступними параметрами:

- Надлишковий тиск: не повинен перевищувати 2500 Па.
- Температурний режим: для запобігання конденсації вологи робоча температура газів має бути на 30...50 °С вищою за температуру точки роси, а за критеріями термічної стійкості конструкції — не вище 400 °С. Продуктивність циклона прямо залежить від його діаметра: зі збільшенням діаметра зростає об'ємна витрата газу, що очищується.

Конічні циклони серії СК спеціалізовані для ефективного вловлювання дрібнодисперсних часток сажі з газоповітряних потоків. У порівнянні з циліндричними циклонами серії ЦН, обладнання серії СК забезпечує вищу ступінь очищення, що досягається за рахунок збільшеного гідравлічного опору конструкції. Експлуатація циклонів даного типу обмежена допустимою вхідною концентрацією сажі, яка не повинна перевищувати 50 г/м<sup>3</sup>.

Отже, вихідними даними для розрахунку циклона є:

|      |      |          |        |      |                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                      | 60   |

- кількість газу (повітря), що очищається -  $Q = 1,4 \text{ м}^3/\text{с}$ ;
- щільність газу при робочих умовах -  $\rho = 0,89 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;
- в'язкість газу -  $\mu = 22,2 \cdot 10^{-6} \text{ Н} \cdot \text{с}/\text{м}^2$ ;
- щільність часток пилу -  $\rho_{\text{п}} = 1750 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;
- щільність пилу -  $d_{\text{п}} = 25 \text{ мкм}$ ;
- дисперсність пилу -  $\lg \sigma_n = 0,6$ ;
- вхідна концентрація пилу -  $C_{\text{вх}} = 80 \text{ г}/\text{м}^3$ .

Розрахунок параметрів системи очищення розпочинається з вибору типу циклона та визначення оптимальної швидкості руху газового потоку  $\omega_{\text{опт}}$  у перетині корпусу діаметром  $D$ . Для подальших розрахунків прийнято циклон типу ЦН-15, для якого оптимальна швидкість газу становить:  $\omega_{\text{опт}} = 3,5 \text{ м}/\text{с}$ .  
Визначаємо діаметр циклона, м:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \omega_{\text{опт}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,4}{3,14 \cdot 3,5}} = 0,713 \text{ м}$$

Найближчим стандартним перетином є перетин у 700 мм.

За обраним діаметром знаходимо дійсну швидкість газу в циклоні, м/с:

$$\omega = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot n \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 1,4}{3,14 \cdot 1 \cdot 0,7^2} = 3,6 \text{ м}/\text{с},$$

де  $n$  – число циклонів.

Обчислюємо коефіцієнт гідравлічного опору одиночного циклона:

$$\zeta = K_1 \cdot K_2 \cdot \zeta_{500} = 1 \cdot 0,9 \cdot 155 = 139,5$$

де  $K_1$  – поправочний коефіцієнт на діаметр циклона;

$K_2$  - поправочний коефіцієнт на запиленість газу;

$\zeta_{500}$  – коефіцієнт гідравлічного опору одиночного циклона діаметром 500 мм.

Визначаємо гідравлічний опір циклона:

|      |      |          |        |      |                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                      | 61   |

$$\Delta\rho = \frac{\zeta \cdot \rho \cdot \omega^2}{2} = \frac{139,5 \cdot 0,89 \cdot 3,2^2}{2} = 635,7 \text{ Па}$$

За таблицею 2.4 визначаємо значення параметрів пилу  $d_{50}^m$  і  $\lg \sigma_\eta$ :

- для обраного типу циклона -  $d_{50}^m = 4,5 \text{ мкм}$       $\lg \sigma_\eta = 0,352$ .

Через те, що значення  $d_{50}^m$ , приведені в таблиці 2.4, визначені за умовами роботи типового циклона ( $D_m = 0,6 \text{ м}$ ;  $\rho_{nm} = 1930 \text{ кг/м}^3$ ;  $\mu_m = 22,2 \cdot 10^{-6}$ ;  $\omega_m = 3,5 \text{ м/с}$ ), необхідно врахувати вплив відхилень умов роботи від типових на величину  $d_{50}$ :

$$d_{50} = d_{50}^m \cdot \sqrt{\frac{D}{D_m} \cdot \frac{\rho_{nm}}{\rho} \cdot \frac{\mu}{\mu_m} \cdot \frac{\omega_m}{\omega}} = 4,5 \cdot \sqrt{\frac{0,7}{0,6} \cdot \frac{1930}{1750} \cdot 1 \cdot \frac{3,5}{3,6}} = 5 \text{ мкм.}$$

Розраховуємо параметр  $X$ :

$$X = \frac{\lg \frac{d_n}{d_{50}}}{\sqrt{\lg^2 \sigma_\eta + \lg^2 \sigma_n}} = \frac{\lg \frac{25}{5}}{\sqrt{0,352^2 + 0,6^2}} = 1$$

За таблицею 2.5 знаходимо значення параметра  $\Phi(x)$ :  $\Phi(x) = 0,8413$ .

Визначаємо ступінь ефективності очищення газу в циклоні:

$$\eta = 0,5 \cdot [1 + \Phi(x)] = 0,5 \cdot [1 + 0,8413] = 0,92.$$

Розрахункове значення  $\eta = 0,92$  більше необхідної умови  $\eta = 0,87$ , що свідчить про вірно вибраний циклон.

6,3 При роботі на установці необхідно дотримуватися загальних правил техніки безпеки при роботі на верстатах та технологічному обладнанні.

Забороняється працювати робітникам, молодшим вісімнадцятирічного віку.

Забороняється працювати на верстатах, установках та стендах, не обладнаних захисними заземлювачами. Забороняється експлуатувати верстати зі знятими кожухами пультів керування.

|      |      |          |        |      |                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                      | 62   |

Основними вимогами, які пред'являються з точки зору охорони праці при проєктуванні машин та механізмів, є: безпека для здоров'я та життя людини, надійність, зручність експлуатації.

Безпека виробничого обладнання забезпечується правильним вибором принципів його дії, кінематичних схем, конструктивних рішень, параметрів робочих процесів, використанням різних захисних засобів.

Експлуатація машин, механізмів, обладнання та пристосувань є джерелами небезпечного виробничого фактора, вплив якого на працюючого може привести до травм.

Під час обслуговування пристосування працюючий повинен пройти первинний інструктаж та в подальшому дотримуватися наступні правила техніки безпеки.

Перед початком роботи необхідно:

- привести в порядок робочий одяг;
- перевірити стан решітки під ногами, її стійкість на полу;
- привести в порядок робоче місце, видалити все зайве, підготувати та акуратно розкласти необхідні інструменти та пристосування;
- перевірити технічний стан верстату;
- перевірити тиск повітря у мережі та відсутність втрат тиску;
- підготувати засоби індивідуального захисту та перевірити їх справність та комплектність.

### **5.3. Техніка безпеки при роботі на установці**

Під час експлуатації розробленого пристрою необхідно суворо дотримуватися загальних галузевих вимог безпеки праці під час роботи на металообробних верстатах і технологічному обладнанні.

До виконання робіт не допускаються особи, які не досягли 18-річного віку.

Категорично забороняється робота на верстатах, установках та стендах за відсутності або несправності захисного заземлення. Не допускається експлуатація обладнання зі знятими захисними кожухами й панелями пультів керування.

|      |      |          |        |      |                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                      | 63   |

Основними критеріями, що висуваються до проєктованих машин і механізмів згідно з вимогами охорони праці, є безпека для життя та здоров'я персоналу, надійність конструкції та зручність її технічного обслуговування.

Безпечність виробничого устаткування гарантується правильним вибором принципів його дії, обґрунтуванням кінематичних схем, конструктивних рішень, параметрів робочих процесів, а також інтеграцією засобів захисту.

Експлуатація машин, механізмів та пристроїв пов'язана з дією небезпечних виробничих факторів, вплив яких на оператора може призвести до травмування. Тому перед допуском до обслуговування обладнання працівник зобов'язаний пройти первинний інструктаж на робочому місці та надалі неухильно виконувати такі правила.

Перед початком роботи необхідно:

- упорядкувати робочий одяг (застебнути манжети, підібрати волосся);
- перевірити стан, цілісність та стійкість дерев'яної решітки під ногами на підлозі;
- підготувати робоче місце, прибрати сторонні предмети, раціонально й безпечно розкласти потрібний інструмент та оснащення;
- перевірити загальний технічний стан верстата (установки);
- проконтролювати тиск повітря в пневмережі та переконатися у відсутності його витоків;
- підготувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), перевірити їхню справність, термін придатності та комплектність.

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                         | 64   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         |      |

## 6. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 6.1. Розрахунок собівартості одної людино-години проведення робіт на дільниці

Собівартість проведення операцій технічного обслуговування і поточного ремонту є не що інше, як грошовий вираз всіх витрат пов'язаних з виконанням технологічних операцій, що складається з витрат живої та уречевленої праці. Витрати уречевленої праці повинні відповідати спожитим засобам та об'єктам праці, а живої праці виражаються заробітною платою робітників та фондом відрахувань на соціальні потреби.

Формула для розрахунку собівартості проведення операцій з технічного обслуговування та поточного ремонту в загальному вигляді:

$$C = \frac{K}{T}; \quad (8.1)$$

де  $K$  - витрати коштів на проведення ремонтних операцій;

$T$  - річна трудомісткість, яку приймаємо за розрахунками розділу 4; приймаємо  $T = 4409,4$  люд-год.

Для визначення витрати коштів на проведення ТО й поточного ремонту двигунів вантажних автомобілів на дільниці необхідно скласти витрати коштів, в які входять усі статті витрат на проведення робіт разом з їх вартістю в грошовому виразі.

### 6.2. Розрахунок фонду заробітної плати працівників дільниці

Фонд заробітної плати працівників дільниці по ТО й ПР двигунів вантажних автомобілів визначаємо за формулою:

|           |      |          |        |      |                                      |                   |      |         |
|-----------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|-------------------|------|---------|
|           |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001</b> |                   |      |         |
| Змн.      | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                      |                   |      |         |
| Розроб.   |      | Данілова |        |      | <b>Пояснювальна<br/>записка</b>      | Літ.              | Арк. | Аркушів |
| Перевір.  |      | Ружило   |        |      |                                      |                   | 65   | 18      |
| Реценз.   |      |          |        |      |                                      |                   |      |         |
| Н. Контр. |      | Банний   |        |      |                                      |                   |      |         |
| Затверд.  |      |          |        |      |                                      |                   |      |         |
|           |      |          |        |      |                                      | НУБІП України, КД |      |         |

$$\Phi_o = l_{\text{год}} R_{\text{сн}} \Phi_{\text{ор}} (1 + 0,01\alpha)(1 + 0,01\beta), \quad (8.2)$$

де  $l_{\text{год}}$  - середньогодинна тарифна ставка працівників:

$$l_{\text{год}} = \frac{\sum_{i=1}^z l_{\text{год}} R_{\text{сн}i}}{R_{\text{сн}}}, \quad (8.3)$$

де  $z$  - номенклатура професій працівників;

$l_{\text{год}}$  - годинна тарифна ставка працівників відповідного розряду, грн.;

$R_{\text{сн}i}$  - кількість працівників  $i$ -го розряду;

$R_{\text{сн}}$  - кількість основних працівників ділянки,  $R_{\text{сн}} = 4$  чоловіки;

$\Phi_{\text{ор}}$  - дійсний річний фонд часу одного працівника, год.  $\Phi_{\text{ор}} = 1555$  год.;

$\alpha, \beta$  - відсотки додаткової заробітної плати за відпрацьований і невідпрацьований час відповідно, %. Приймаємо  $\alpha = 20\%$  та  $\beta = 15\%$

Згідно попередніх розрахунків на посту працюють 3 основних виробничих робітника та 1 допоміжний.

Згідно даних таблиці 4.1 більшість робіт на ділянці пов'язані із виконанням робіт 2-го та 4-го розрядів.

Приймаємо:

- для працівників зайнятих на роботах з ТО або ремонтних роботах при нормальних умовах праці та оплаті за четвертим розрядом виконуваних робіт:

$$l_{\text{год.осн}} = 6,44 \cdot \frac{525}{75} = 45 \text{ грн/год.}$$

- для працівників зайнятих на сервісних роботах за 2-им розрядом виконуваних робіт при нормальних умовах праці:

$$l_{\text{год.доп}} = 5,2 \cdot \frac{525}{75} = 36,4 \text{ грн/год.}$$

Тоді середньо-годинна тарифна ставка працівників ділянки складе (при загальній кількості основних працівників ділянки – 4 чоловіки:

$$l_{\text{год}} = \frac{45,1 \cdot 3 + 36,4 \cdot 1}{4} = 42,9 \text{ грн/год.}$$

|      |      |          |        |      |                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                      | 67   |

Фонд оплати праці при цьому становитиме:

$$\Phi_o = 42,9 \cdot 4 \cdot 1555 \cdot (1 + 0,01 \cdot 20)(1 + 0,01 \cdot 15) = 368451 \text{ грн.}$$

Річні відрахування в фонд соціального страхування робітників розраховуємо за формулою:

$$B_{idr} = K \cdot \Phi_o; \quad (8.4)$$

де  $K$  - загальний відсоток відрахування, який визначаємо за залежністю:

$$K = K_{\text{вій.збір}} + K_{\text{ПДФ}} + K_{\text{безр.}} + K_{\text{проф.захв.}}$$

де  $K_{\text{вій.збір}}$  - відрахування на військовий збір, приймаємо

$$K_{\text{вій.збір}} = 5\%$$

$K_{\text{ПДФ}}$  - ПДФ, приймаємо  $K_{\text{ПДФ}} = 20\%$

$K_{\text{безр.}}$  - відрахування у фонд соціального страхування на випадок безробіття, приймаємо  $K_{\text{безр.}} = 1,3\%$ ;

$K_{\text{проф.захв.}}$  - відрахування у фонд соціального страхування від нещасних випадків на виробництві і професійних захворювань, приймаємо для 12-го класу професійного ризику (робітники які працюють в сфері експлуатації, обслуговування та ремонту автомобілів)  $K_{\text{проф.захв.}} = 0,82\%$ .

Отже, загальний відсоток відрахування у фонд соціального страхування становитиме:

$$K = 5 + 20 + 1,3 + 0,82 = 26,82\%.$$

Загальні відрахування у фонд соціального страхування на 2025 рік складатимуть:

$$B_{idr} = 0,2682 \cdot 368451 = 98812 \text{ грн.}$$

Накладні витрати беруться у відсотковому відношенні від фонду оплати праці в розмірі 150%, тобто:

|      |      |          |        |      |                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                      | 67   |

$$P_{\text{нак}} = \frac{150}{100} \Phi_o ; \quad P_{\text{нак}} = \frac{150}{100} \cdot 368451 = 552677 \text{ грн.}$$

### 6.3. Розрахунок балансової вартості запропонованої конструкції оригінальної установки для свердлування отворів

Визначення собівартості розробки і виготовлення оригінальної установки для свердлування отворів проводимо за формулою:

$$C_{\text{стенду}} = B_n + B_m + B_{\text{м}} + B_{\text{пв}} + + \sum B_{\text{се}} + \sum B_{\text{те}} + \sum Z_{\text{од}} + \sum B_{\text{соц}} + \sum P_{\text{уст}} + C_{\text{в}}, (8.5)$$

де  $B_n$  - витрати на проєктування нової конструкції установки;

$B_m$  - витрати на розробку технології виготовлення;

$B_{\text{од}}$  - витрати на виготовлення оригінальних деталей установки;

$B_{\text{пв}}$  - вартість покупних виробів;

$B_m$  - вартість основних та допоміжних матеріалів;

$\sum B_{\text{те}}$  - сумарні витрати на електроенергію технологічну;

$\sum B_{\text{се}}$  - сумарні витрати на енергію силову;

$\sum Z_{\text{од}}$  - сумарна основна і додаткова заробітна плата;

$\sum B_{\text{соц}}$  - сумарні витрати на соціальні заходи;

$\sum P_{\text{уст}}$  - сумарні витрати на утримання і експлуатацію устаткування;

$C_e$  - загально-цехові витрати.

#### 6.3.1. Визначення витрат на проєктування конструкції установки.

Розраховуємо витрати на проєктування деталей установки за формулою:

$$B_n = T_{\text{кон}} \cdot Z_{\text{сг}} \cdot (1 + 0,01K_{\text{соц}})(1 + 0,01P_{\text{св}}), \quad (8.6)$$

де  $T_{\text{кон}} = H_{\text{ор}} T_{\text{кон.дет}}$  - сумарна трудомісткість проектно-конструкторських робіт, год.;

$H_{\text{ор}} = 18$  - кількість оригінальних деталей установки, які проєктуються;

|      |      |          |        |      |                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                      | 68   |

$T_{кон.дет} = 1,2 \text{ год}$  - усереднена кількість годин на розробку конструкторської документації по кожній деталі;

$З_{сг} = 58 \text{ грн/год}$  - середньогодинна заробітна плата конструктора (за даними підприємства);

$K_{соц} = 36,82\%$  - відрахування на соціальне страхування;

$П_{св} = 75\%$  - відсоток посередніх витрат.

$$В_n = 18 \cdot 1,2 \cdot 58 \cdot (1 + 0,01 \cdot 36,82)(1 + 0,01 \cdot 75) = 3000 \text{ грн.}$$

### 6.3.2. Витрати на розробку технології виготовлення деталей установки.

$$В_m = T_m \cdot З_{сг} \cdot (1 + 0,01 K_{соц}) (1 + 0,01 П_{св}),$$

де  $T_m$  - сумарна трудомісткість проектно-конструкторських робіт, год.; приймаємо  $T_m = 25 \text{ год}$  - кількість годин на розробку конструкторської документації;

$З_{сг} = 57 \text{ грн/год}$  - середньогодинна заробітна плата технолога (за даними підприємства);

$K_{соц} = 36,82\%$  - відрахування на соціальне страхування;

$П_{св} = 75\%$  - відсоток посередніх витрат.

$$З_{п} = 25 \cdot 57 \cdot (1 + 0,01 \cdot 36,82)(1 + 0,01 \cdot 75) = 3412 \text{ грн}$$

### 6.3.3. Витрати на основні та допоміжні матеріали.

Витрати на основні та допоміжні матеріали визначаємо за формулою:

$$В_m = \sum МЦ_m \alpha_m, \quad (8.7)$$

де  $Ц_m = 48 \text{ грн}$  - ціна 1 кг матеріалу згідно таблиці 74 [12];

$М = 37,4 \text{ кг}$  - маса матеріалу деталей (з креслень);

$\alpha_m = 1,05$  - коефіцієнт який враховує транспортно-заготівельні витрати.

$$В_m = 48 \cdot 37,4 \cdot 1,05 = 1885 \text{ грн.}$$

|      |      |          |        |      |                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                      | 69   |

#### 6.3.4. Вартість покупних виробів, які використовуються під час виготовлення установки.

До витрат на інші матеріали відносимо вартість складових елементів установки:

- вартість електродвигуна А2-31-4 –  $V_{\text{ел.двиг.}} = 3500 \text{ грн.};$
- вартість електродвигуна АОС2-31-4 –  $V_{\text{ел.двиг.}} = 3400 \text{ грн.};$
- вартість пасів у кількості 2-ох штук -  $V_{\text{пасів}} = 382 \text{ грн.};$
- вартість болтів для кріплення елементів установки –  $V_{\text{болтів}} = 250 \text{ грн.}$

Отже сума витрат на інші деталі та стандартні вироби при виготовленні установки складе:

$$V_{\text{пв}} = 3500 + 3400 + 382 + 250 = 10970 \text{ грн.}$$

#### 6.3.5. Сумарні витрати на енергію технологічну.

При виготовленні складальних одиниць установки використовується з'єднання елементів вертикальної стійки електродуговим зварюванням.

Сумарні витрати на технологічну енергію для зварювання визначаємо за формулою:

$$B_{\text{те}} = N_{\text{уст}} K_N K_b \frac{t_{\text{ум}}}{60} C_e, \quad (8.8)$$

де  $N_{\text{уст}}$  - потужність установки, кВт;

$K_N = 0,7$  - коефіцієнт завантаження установки за потужністю;

$K_b = 0,9$  - коефіцієнт завантаження установки за часом;

$t_{\text{ум}}$  - час роботи установки, хв.;

$C_e = 12,5 \text{ грн}$  - вартість електроенергії для підприємств.

Точно розрахувати витрати на технологічну енергію не представляється можливим, так як невідома детальна технологія виготовлення деталей. Тому розрахунки проводимо з наступних міркувань: потужність зварювальної установки ПДГ–508М1 із джерелом живлення

|      |      |          |        |      |                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                      | 70   |

КИУ-301 для напіваавтоматичного зварювання в середовищі захисного газу CO<sub>2</sub> складає 28,0 кВт/год, а усереднений час зварювання становить 0,50 години. Отже:

$$B_{me} = N_{уст} K_N K_b \frac{t_{шт}}{60} \Pi_e = 28,0 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \frac{30}{60} 12,5 = 110,25 \text{ грн.}$$

### 6.3.6. Сумарні витрати на енергію силову.

Сумарні витрати на силову енергію визначаємо за формулою:

$$B_{ce} = \frac{N_y K_o K_N K_z}{\eta_m \eta_c} \frac{t_{ум}}{60} \Pi_e, \quad (8.9)$$

де  $N_y = 4,5 \text{ кВт}$  - усереднена потужність двигунів металорізальних верстатів;

$K_o = 0,7$  - коефіцієнт одночасної роботи двигунів;

$K_N = 0,6$  - усереднений коефіцієнт завантаження обладнання за потужністю;

$K_z = 0,5$  - коефіцієнт, який враховує завантаження електродвигунів за часом;

$t_{ум} = 1,6 \text{ год}$  - штучний (калькуляційний час) на виготовлення деталей установки на верстатах (прийнято усереднено за даними хронометражу на підприємстві при виготовленні деталей під час проходження переддипломної практики);

$\eta_m = 0,9$  - ККД електродвигунів;

$\eta_c = 0,96$  - коефіцієнт, який враховує втрати електроенергії в мережі ділянки по виготовленню деталей.

$$B_{ce} = \frac{4,5 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 0,5}{0,9 \cdot 0,96} \cdot 1,6 \cdot 12,5 = 21,88 \text{ грн.}$$

### 6.3.7. Сумарна основна та додаткова заробітна плата.

Сумарну основну та додаткову заробітну плату визначаємо за формулою:

|      |      |          |        |      |                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                      | 71   |

$$Z_{од} = \sum_{i=1}^m l_{год} \frac{t_{ум}}{60} (1 + 0,01\alpha)(1 + 0,01\beta),$$

де  $m = 18$  число операцій технологічного процесу виготовлення деталей;

$l_{год}$  - годинна тарифна ставка, грн/год.; приймаємо для верстатників 5-го розряду (згідно рекомендацій [15])  $l_{год} = 52,8$  грн/год.;

$t_{ум}$  - усереднений калькуляційний час на виконання операції виготовлення однієї деталі;  $t_{ум} = 0,21$  год.;

$\alpha = 20\%$ ;  $\beta = 12\%$  - відсотки додаткової заробітної плати за відпрацьований й невідпрацьований час.

$$Z_{од} = 18 \cdot 52,8 \cdot 0,21 \cdot (1 + 0,01 \cdot 20)(1 + 0,01 \cdot 12) = 268 \text{ грн.}$$

### 6.3.8. Сумарні відрахування на соціальні заходи.

Визначення відрахувань на соціальні заходи проводимо за формулою:

$$B_{соц} = \frac{K_{соц} Z_{од}}{100}, \quad (8.10)$$

де  $K_{соц} = 36,82\%$  - процент відрахувань на соціальні заходи згідно нормативних актів.

$$B_{соц} = \frac{36,82 \cdot 268}{100} = 99 \text{ грн.}$$

### 6.3.9. Сумарні витрати на утримання та експлуатацію обладнання.

Сумарні витрати на утримання та експлуатацію верстатного обладнання залежать від калькуляційного часу виконання операції виготовлення деталей та цехової собівартості проведення однієї години роботи на верстатному обладнанні:

$$P_{уст} = \frac{\sum_{i=1}^m t_{умi} C_{zi}}{100 \cdot 60}, \quad (8.11)$$

|      |      |          |        |      |                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                      | 72   |

де  $C_{гi} = 125$  грн/год - цехова собівартість проведення металорізальних робіт у механічній дільниці підприємства (за результатами практики).

$$P_{уст} = \frac{18 \cdot 0,16 \cdot 125}{100} = 4 \text{ грн.}$$

#### 6.3.10. Цехові витрати.

Цехові витрати за матеріалами переддипломної практики складають 37,5% від суми заробітних плат виробничих робітників при виробництві деталей установки:

$$Ц_в = \frac{K_{цех} Z_{од}}{100}; Ц_в = \frac{37,5 \cdot 268}{100} = 105 \text{ грн.} \quad (8.12)$$

Тоді собівартість установки для свердлування отворів та нарізання різьб становитиме:

$$C_{уст} = 3000 + 3412 + 4382 + 20 + 6 + 4 + 268 + 99 + 4 + 105 = 11300 \text{ грн.}$$

Отже собівартість установки для свердлування отворів та нарізання різьб складає при його проектуванні, виготовленні й складанні 11300 грн. Балансова вартість установки буде більша на величину витрат пов'язаних із її налаштуванням та підготовкою до роботи.

#### 6.4. Розрахунок капітальних вкладень при проектуванні дільниці ТО та ПР двигунів вантажних автомобілів

Розрахунок капітальних вкладень при проектуванні нової дільниці по ТО й поточному ремонту двигунів вантажних автомобілів проводимо методом прямого розрахунку окремих елементів:

$$K = K_{yc} + K_{бyд} + K_{co} + K_{ocн} + K_{инв} + K_{np}, \quad (8.13)$$

де  $K_{yc}$  - капіталовкладення в устаткування;

$K_{бyд}$  - те ж в будівлі;

|      |      |          |        |      |                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                      | 73   |

$K_{co}$  - те ж в споруди і обладнання;

$K_{осн}$  - теж в технологічне оснащення;

$K_{інв}$  - те ж у інвентар;

$K_{np}$  - капіталовкладення в проєктування діляниці.

Розраховуємо капіталовкладення в устаткування за формулою:

$$K_{yc} = K_{ym} + K_{ye} + K_{ytm} + K_{км}, \quad (8.14)$$

де  $K_{ym}$  - капіталовкладення в технологічне устаткування;

$K_{ye}$  - капіталовкладення в енергетичне устаткування;

$K_{ytm}$  - капіталовкладення в підйомно-транспортне устаткування;

$K_{км}$  - те ж у засоби комплексної механізації.

Розраховуємо капіталовкладення в технологічне устаткування за формулою:

$$K_{ym} = \sum_{i=1}^n C_{ont} Z (1 + \alpha_{mz} + \alpha_{\bar{o}} + \alpha_m), \quad (8.15)$$

де  $C_{ont}$  - оптова ціна устаткування;

$Z$  - число типорозмірів устаткування;

$\alpha_{mz}$  - коефіцієнт транспортно-заготівельних витрат, пов'язаних із придбанням устаткування;

$\alpha_{\bar{o}}$  - коефіцієнт, що враховує витрати на будівельні роботи, в тому числі будівництво фундаментів під устаткування;

$\alpha_m$  - коефіцієнт, що враховує витрати на монтаж та освоєння устаткування.

Перелік необхідного основного технологічного устаткування із зазначенням його кількості і вартості зводимо до таблиці 8.1 спираючись на розрахунки організаційного розділу бакалаврської кваліфікаційної роботи.

Таблиця 8.1 - Відомість витрат на технологічне устаткування для діляниці по ТО й поточному ремонту двигунів вантажних автомобілів

|      |      |          |        |      |                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                      | 74   |

| Найменування<br>устаткування                                          | Модель                            | Кіль-<br>кість | Вартість<br>придба-<br>н-ня,<br>грн.    | Величина<br>коефіцієнта |              |              | Балансо-<br>ва<br>вартість,<br>грн. | Всього,<br>грн. |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------|-----------------------------------------|-------------------------|--------------|--------------|-------------------------------------|-----------------|
|                                                                       |                                   |                |                                         | $\alpha_{пз}$           | $\alpha_{б}$ | $\alpha_{м}$ |                                     |                 |
| 1                                                                     | 2                                 | 3              | 4                                       | 5                       | 6            | 7            | 8                                   | 9               |
| Домкрат<br>гідравлічний                                               | РАСО мод.<br>П304                 | 2              | 435,2                                   | 0,05                    | 0,0          | 0,0          | 457,0                               | 457,0           |
| Підіймач<br>канавний<br>пересувний<br>для<br>вантажних<br>автомобілів | РАСО мод.<br>П113 тип<br>ДКРГ-4   | 1              | 3500,0                                  | 0,05                    | 0,02         | 0,1          | 4095,0                              | 4095,0          |
| Кран<br>консольно-<br>поворотний                                      | Власно<br>го<br>виготов-<br>лення | 1              | 1784,9                                  | 0,0                     | 0,02         | 0,1          | 2000,0                              | 2000,0          |
| Таль<br>електрична                                                    | ТЭ0531<br>1-220                   | 1              | 890,0                                   | 0,05                    | 0,02         | 0,1          | 1041,3                              | 1041,3          |
| Ванна мийна<br>двохсекційна                                           | Власного<br>виготов-<br>лення     | 1              | 165,3                                   | 0,05                    | 0,02         | 0,1          | 193,4                               | 193,4           |
| Піч<br>нагрівальна<br>двоумфельна                                     | Н4594                             | 1              | Перем. з-<br>механічн<br>ої<br>дільниці | -                       | -            | -            | 0,0                                 | 0,0             |

|                                                                    |                       |   |                              |      |      |      |         |                |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------|---|------------------------------|------|------|------|---------|----------------|
| Шліфувальний верстат                                               | 3Б151                 | 1 | Перем. з-механічної дільниці | -    | -    | -    | 0,0     | 0,0            |
| Токарно-гвинторізний верстат                                       | 16Б16А                | 1 | Перем. з-механічної дільниці | -    | -    | -    | 0,0     | 0,0            |
| Верстат консольно-фрезерний                                        | 6Р11Ф3-1              | 1 | 35100,0                      | 0,05 | 0,08 | 0,15 | 44928,0 | 44928,0        |
| Оригінальна установка для свердлування отворів та на-різання різьб | Власного виготовлення | 1 | 1130,0*                      | -    | -    | 0,1  | 1243,0  | 1243,0         |
| <b>РАЗОМ</b>                                                       |                       |   |                              |      |      |      |         | <b>53957,7</b> |

Примітка: \* - в даному випадку вказана вартість виготовлення

Капіталовкладення в енергетичне устаткування (трансформатори тощо) приймаємо у кількості 20% від вартості технологічного устаткування:

|      |      |          |        |      |                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                      | 76   |

$$K_{ye} = 0,2K_{yt} = 0,2 \cdot 539577 = 107915 \text{ грн.} \quad (8.16)$$

Капіталовкладення в підйомно-транспортне устаткування враховано в технологічному обладнанні (див. табл. 8.1).

Капітальні вкладення в засоби комплексної механізації і автоматизації приймаємо у співвідношенні 25% вартості технологічного устаткування:

$$K_{km} = 0,25K_{yt} = 0,25 \cdot 539577 = 134894 \text{ грн.}$$

Отже загальні капіталовкладення в устаткування складуть:

$$K_{yc} = 539577 + 107915 + 134894 = 782386 \text{ грн.}$$

Капіталовкладення в будівлю дільниці по ТО та ПР двигунів вантажних автомобілів відсутні, так як підприємство має необхідні технологічні площі для розміщення дільниці. Отже:

$$K_{бyд} = 0,0 \text{ грн.}$$

Відповідно й капітальні вкладення у споруди та обладнання дільниці (внутрішньо-дільничні повітропроводи, паропроводи та інші пристрої тощо), які приймаються у співвідношенні 15% від вартості будівлі також відсутні:

$$K_{co} = 0,15K_{бyд} = 0,15 \cdot 0,0 = 0,0 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення у технологічне оснащення приймаємо у співвідношенні 8% від вартості технологічного устаткування:

$$K_{ocн} = 0,08K_{yc} = 0,08 \cdot 782386 = 62590 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення у виробничий та господарський інвентар (стелажі, засіки, тумбочки, предмети протипожежного захисту) приймаємо у кількості 1,5% від вартості технологічного устаткування:

$$K_{инв} = 0,015K_{yc} = 0,015 \cdot 782386 = 11736 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення в проектування дільниці визначаємо за формулою:

$$K_{np} = \kappa_o \left( \sum_{i=1}^n M_i \cdot \kappa_i \cdot O_i \right), \quad (8.17)$$

|      |      |          |        |      |                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                      | 77   |

де  $n$  - кількість різних професій фахівців;

$M_i$  - кількість місяців роботи над проєктом;

$K_i$  - кількість задіяних конструкторів, технологів тощо;

$O_i$  - посадовий оклад фахівця за місяць, грн.;

$\kappa_o$  - коефіцієнт, який враховує додаткові витрати проєктного відділу.

Над проєктом дільниці по ТО й ремонту двигунів вантажних автомобілів працюють тільки технологи, посадовий оклад яких приймаємо рівним – 12000 грн. на місяць.

Капітальні вкладення в проєктування технологічного процесу дільниці визначаємо при терміні проєктування - 1 тиждень:

$$K_{\text{пр}} = 1,1 \cdot \left( \frac{1}{4} \cdot 1 \cdot 12000 \right) = 3300 \text{ грн.}$$

Отже капітальні вкладення при проєктуванні дільниці по ТО й поточному ремонту двигунів вантажних автомобілів складуть:

$$K = 782386 + 0,0 + 0,0 + 62590 + 11736 + 3300 = 871748 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування, що припадають на долю технологічного обладнання дільниці складуть:

$$A_{\text{обл}} = \frac{K_{\text{уст}} \cdot H_{\text{AB.обл}}}{100}; \quad (8.18)$$

де  $K_{\text{уст}}$  – капітальні вкладення в обладнання, грн.;

$H_{\text{AB.обл}}$  - норма амортизаційних відрахувань з обладнання, %;

$$H_{\text{AB.обл}} = 15\%.$$

$$A_{\text{обл}} = \frac{782386 \cdot 15}{100} = 117358 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування, що припадають на долю будівлі дільниці по ТО й ПР двигунів складуть:

$$A_{\text{діл}} = \frac{K_{\text{бюд}} \cdot H_{\text{AB.діл}}}{100}; \quad (8.19)$$

де  $K_{\text{бюд}}$  – капітальні вкладення в будівлю, грн.;

|      |      |          |        |      |                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                      | 78   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                      |      |

$H_{AB.дil}$  - норма амортизаційних відрахувань з будівлі дільниці,%;  $H_{AB.дil} = 5\%$ .

$$A_{дil} = \frac{2179688}{100} = 0,0 \text{ грн.}$$

Витрати електроенергії визначаємо за результатами розрахунку загальної потужності енергоспоживачів, які розташовані на дільниці.

Річну потребу в електроенергії визначаємо за формулою:

$$W_{ел} = N_{обл} \cdot \Phi_{од} \cdot \kappa_{cn} \cdot \eta_3, \quad (8.20)$$

де  $N_{обл} = 36,7 \text{ кВт}$  - сумарна потужність двигунів технологічного обладнання прийнята з таблиці 3.1;

$\Phi_{од} = 1951,0 \text{ год}$  - дійсний річний фонд часу обладнання;

$\kappa_{cn} = 0,2$  - коефіцієнт попиту для обладнання;

$\eta_3 = 0,1$  - коефіцієнт завантаження обладнання за часом.

$$W = 36,7 \cdot 1951 \cdot 0,2 \cdot 0,1 = 1432,0 \text{ кВт}.$$

В якості середньої витрати освітлювальної енергії приймають 15 Вт на один квадратний метр полу. При площі полу 216 м<sup>2</sup> річна витрата електроенергії на освітлення дільниці складає:

$$W_{осв} = 216 \cdot 0,022 \cdot 1951 = 9271,2 \text{ кВт}.$$

Сумарна річна потреба в електроенергії складе:

$$W_p = W + W_{осв} = 1432,0 + 9271,2 = 10703,2 \text{ кВт}.$$

Визначаємо затрати на споживання електроенергії:

$$E = W_p \cdot C_e = 10703,2 \cdot 12,5 = 133790 \text{ грн.}$$

де  $C_e = 12,5 \text{ грн/кВт}$  - вартість 1 кВт/год електроенергії для підприємства.

Результати розрахунків зводимо в таблицю 8.2.

Таблиця 8.2- Кошторис витрат на утримання дільниці протягом 2025р.

|      |      |          |        |      |                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                      | 79   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                      |      |

| Статті витрат                     | Витрати, грн.       |
|-----------------------------------|---------------------|
| Річний фонд заробітної плати      | 368451              |
| Відрахування від заробітної плати | 135664              |
| Капітальні вкладення в діляницю   | 871748              |
| Амортизація обладнання            | 117358              |
| Амортизація будівлі               | 0,0                 |
| Витрати на електроенергію         | 133790              |
| Накладні (робочі) витрати         | 552677              |
| <b>РАЗОМ</b>                      | <b>2179688 грн.</b> |

Тоді собівартість однієї нормованої людино-години буде дорівнювати:

$$c = \frac{2179688}{4409,4} = 494,3_{\text{грн}}$$

Це величина собівартості проведення однієї люд-год. ремонтних робіт на ділянці за умови, що капітальні вкладення в діляницю відбуваються протягом одного року. Проведення поетапного вкладення капіталів протягом декількох років дасть змогу знизити величину собівартості робіт з ТО і ремонту на ділянці.

#### **6.5. Визначення величини річного економічного ефекту від впровадження у виробничий процес підприємства установки оригінальної конструкції**

Річний економічний ефект від впровадження у виробничий процес діляниці по ТО й ПР двигунів вантажних автомобілів запропонованої та розробленої конструкції установки для свердлування отворів та нарізання різьб розраховуємо виходячи з наступних міркувань.

Для забезпечення можливості здійснення виробничого процесу діляниці її обов'язково необхідно укомплектувати свердлувальним верстатом, так як переміщення існуючого з механічної діляниці порушить

|      |      |          |        |      |                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                      | 80   |

виробничий процес останньої. Так як на підприємстві відсутній інший свердлувальний верстат, то його необхідно придбати. Проведені маркетингові дослідження вартості вертикально-свердлувального верстату показали, що в залежності від його марки, моделі, віку та технічного стану вартість даного виду технологічного обладнання може коливатися в межах від 45 тис. грн. до 65 тис. грн. (без врахування витрат на транспортування та монтаж).

Отже, якщо навіть прийняти мінімальну вартість свердлувального верстату – 45 тис. грн. та можливий економічний ефект від застосування розробленої установки при її балансовій вартості для підприємства 12430 тис. грн. на 2025 рік складе:

$$E = 45,000 - 12430 = 32570 \text{ тис. грн.}$$

У випадку залучення для проведення свердлувальних операцій наявного свердлувального верстату механічної дільниці економічний ефект можна порахувати виходячи з наступних міркувань.

Для проведення операцій свердлування (нарізання різьби) деталі необхідно транспортувати із приміщення дільниці по ТО й ПР двигунів до приміщення механічної дільниці. При цьому виробничий час збільшиться на час транспортування. Заміри, проведені під час проходження переддипломної практики на підприємстві показали, що для такого переміщення виробничий робітник повинен витратити додатково час  $t_{\text{дод}} = 4,5 \text{ хв.}$  при вазі деталі до 5 кг, та понад 6 хв. при транспортуванні деталей (вузлів) із більшою вагою (це пов'язано із необхідністю застосування підйомно-транспортного устаткування).

При цьому, враховуючи визначену собівартість проведення робіт на дільниці ТО й ПР двигунів – 470 грн./год. в грошовому виразі збільшення собівартості робіт складе:

$$C_{\text{дод}} = \frac{470}{60} 4,5 = 35,3 \text{ грн. на одну операцію.}$$

|      |      |          |        |      |                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                      | 81   |

Враховуючи прийняту програму проведення ТО та ПР двигунів вантажних автомобілів підприємства на 2025 рік – 200 поточних ремонтів, наближену величину економічного ефекту від застосування оригінальної установки визначаємо виходячи із залежності:

$$E_p = C_{\text{дод}} \cdot N \cdot n = 35,3 \cdot 200 \cdot 3 = 21180 \text{ грн.} \quad (8.21)$$

де  $N = 200$  - планова кількість ПР двигунів вантажних автомобілів на 2025 рік;

$n = 3$  - приблизна усереднена кількість операцій свердлування (розсвердлювання) або нарізання різьб, яка припадає на ПР одного двигуна.

В такому випадку строк окупності оригінальної установки для свердлування отворів та нарізання різьб складе:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б}}^H}{E_p}; \quad (8.22)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{12430}{21180} = 0,6 \text{ року.}$$

Збільшення кількості технічних дій по ПР двигунів протягом року або збільшення кількості операцій свердлування отворів та нарізання різьб, призведе до відповідного збільшення величини економічного ефекту для виробника (підприємства) та скоротить час окупності запропонованої конструкції оригінальної установки.

|      |      |          |        |      |                                      |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                      | 82   |

## ВИСНОВКИ

У розробленій бакалаврській кваліфікаційній роботі завдяки критичному аналізу стану в підприємству були виявлені слабкі ланки та запропоновані рекомендації по забезпеченню працездатності машинотракторного парку.

Визначена кількість робочих постів дільниці, підібране необхідне технологічне обладнання та розрахована виробнича площа дільниці ТО й ПР двигунів автомобілів; визначені річні фонди часу робітників, робочих постів та технологічного обладнання.

Здійснено розробку конструкції оригінальної установки, за допомогою якого можна в найкоротші терміни і з високим ступенем точності та безпеки здійснити технологічні операції свердлування отворів та нарізання різьб. Використання установки дозволяє провести вище означені металорізальні операції з високим ступенем якості. За елементами установки в достатньому обсязі проведені конструкторські та перевірочні розрахунки, які дозволяють гарантувати її надійну, ефективну та тривалу роботу із високим ступенем безпеки для виробничого персоналу.

Висвітлено питання охорони праці та здійснено екологічну експертизу проєкту.

Економічно підтверджено доцільність проведених розробок економічний ефект від впровадження яких складає 32570 грн., а термін окупності 0,6 р.

|           |      |          |        |      |                                         |      |         |
|-----------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|---------|
|           |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> |      |         |
| Змн.      | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         |      |         |
| Розроб.   |      | Данілова |        |      | <b>Висновки</b>                         |      |         |
| Перевір.  |      | Ружило   |        |      |                                         |      |         |
| Реценз.   |      |          |        |      |                                         |      |         |
| Н. Контр. |      | Банний   |        |      |                                         |      |         |
| Затверд.  |      |          |        |      |                                         |      |         |
|           |      |          |        |      | Літ.                                    | Арк. | Аркушів |
|           |      |          |        |      |                                         | 83   | 1       |
|           |      |          |        |      | НУБІП України, КД                       |      |         |

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Данілова М. С. Переваги та недоліки мобільного ремонтно-технологічного оснащення майстерень загального призначення / М. С. Данілова ; наук. керівник З. В. Ружи́ло // Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. студентів та молодих учених (м. Київ, 12–13 травня 2026 р.) / Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. – Київ : НУБіП України, 2026. – С. 41–43. – (Серія: Конструювання та дизайн).
2. Данілова М. Способи видалення залишків обламаних болтів та шпильок під час ремонту автотракторної техніки / М. Данілова, З. Ружи́ло // Сучасні проблеми технічного сервісу машин машинно-тракторного парку : тези доповідей Міжнар. наук.-практ. конф. – Київ : Електронний репозиторій НУБіП України (DSpace), 2025. – С. 98–101.
3. Nesvidomin A. Substantiating the rational shape of a drum-type working tool for surface soil treatment / A. Nesvidomin, S. Pylypaka, Z. Ruzhilo, T. Volina, Y. Liannoi [et al.] // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2024. – Vol. 3, No. 1 (129). – P. 25–32. – DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.304112>. (Scopus).
4. Pylypaka S. Constructing a model of the axis form in a s-shaped riser of a cultivator paw / S. Pylypaka, V. Hropost, T. Volina, M. Kalenyk, Z. Ruzhilo [et al.] // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2024. – Vol. 5, No. 1 (131). – P. 65–71. – DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.312540>. (Scopus).

|           |          |          |        |      |                                         |  |                   |      |         |
|-----------|----------|----------|--------|------|-----------------------------------------|--|-------------------|------|---------|
|           |          |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> |  |                   |      |         |
| Змн.      | Арк.     | № докум. | Підпис | Дата |                                         |  |                   |      |         |
| Розроб.   | Данілова |          |        |      | <b>Список<br/>літератури</b>            |  | Літ.              | Арк. | Аркушів |
| Перевір.  | Ружи́ло  |          |        |      |                                         |  |                   | 84   | 8       |
| Реценз.   |          |          |        |      |                                         |  | НУБіП України, КД |      |         |
| Н. Контр. | Банний   |          |        |      |                                         |  |                   |      |         |
| Затверд.  |          |          |        |      |                                         |  |                   |      |         |

5. Надійність машин та обладнання. Ремонтування машин та відновлення деталей. Том 2 : навч. посібник / З. В. Ружи́ло, В. І. Мельник, А. В. Новицький, Ю. І. Ревенко [та ін.] ; за ред. доц. З. В. Ружи́ла. – Київ : ЦП «КОМПРИНТ» / Електронний каталог НУБіП України, 2023. – 313 с.
6. Булгаков В. Експериментальне дослідження та обґрунтування параметрів сепаратора картопляного вороху / В. Булгаков, В. Адамчук, З. Ружи́ло, І. Головач, Є. Ігнат'єв // Вісник аграрної науки. – 2020. – Т. 98, № 7. – С. 60–66.
7. Булгаков В. Теоретичне дослідження динамічних параметрів коливальних робочих органів очисника від домішок / В. Булгаков, В. Адамчук, І. Головач, З. Ружи́ло // Вісник аграрної науки. – 2019. – Т. 97, № 10. – С. 61–68. – Доступно в DSpace НУБіП України.
8. Ловейкін В. С., Ромасевич Ю. О., Човнюк Ю. В. Динамічний аналіз та оптимізація приводів мобільного технологічного обладнання. Вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК. 2022. № 3 (101). С. 45–52.
9. Сидоренко В. В., Мельник О. П. Технологічне обладнання ремонтних майстерень та підприємств АПК : навч. посіб. Київ : Видавничий центр НУБіП України, 2021. 285 с.
10. Павлице В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин : підручник. Львів : Афіша, 2019. 556 с.
11. Волошин С. П., Грибок М. І. Проектування металорізальних верстатів та автоматизованих комплексів. Київ : НТУУ «КПІ», 2021. 320 с.
12. Малащенко В. О., Янків В. В. Деталі машин. Проектування приводів технологічного обладнання. Львів : Новий Світ-2000, 2020. 240 с.
13. Ткачук А. О., Прокопов М. С. Металорізальні верстати: інструменти та технологія обробки. Житомир : ЖДТУ, 2018. 412 с.

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 85   |

14. Пат. 148523 Україна, МПК В23В 39/14. Мобільний свердлувальний пристрій для ремонтних майстерень / Ткачук А. О., Данілова М. С. ; заявник і патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України. № у 2023 04512 ; заявл. 12.05.2023 ; опубл. 15.11.2023, Бюл. № 21.
15. Данілова М. С. Обґрунтування конструктивних параметрів малогабаритного свердлувального верстата в умовах фермерських майстерень. Сучасні проблеми технічного сервісу машин машинно-тракторного парку : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів (м. Київ, 16–17 квіт. 2025 р.). Київ : НУБіП України, 2025. С. 112–114.
16. Катренко Л. А., Кіт Ю. В. Охорона праці в машинобудуванні : навч. посіб. Суми : Університетська книга, 2023. 304 с.
17. Кіницький Я. Т. Теорія механізмів і машин : підручник. Київ : Наукова думка, 2022. 460 с.
18. Новіков В. О. Технологія машинобудування. Оснащення та інструмент : навч. посіб. Харків : Світ, 2020. 280 с.
19. Пат. 152341 Україна, МПК В23В 45/00. Портативний свердлувальний верстат з магнітною подошвою / Марченко О. В., Ковальчук І. М. ; заявник і патентовласник Харківський національний технічний університет сільського господарства. № у 2024 01289 ; заявл. 10.02.2024 ; опубл. 12.08.2024, Бюл. № 15.
20. Федоренко В. М. Надійність та ремонт сільськогосподарської техніки. Техніка АПК. 2023. № 2. С. 14–19.
21. Рожков П. С. Проектування малогабаритного станочного обладнання для умов індивідуального виробництва. Машинобудування та автоматизація. 2021. Вип. 45. С. 88–94.

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 86   |

- 22.Кравченко О. А. Обґрунтування структури технологічного процесу відновлення деталей в майстернях загального призначення. Праці ТДАТУ. 2022. Вип. 22, т. 3. С. 102–109.
- 23.Шевченко В. В. Кінематичний розрахунок багатошвидкісних приводів головного руху верстатів. Механіка та машинобудування. 2020. № 1. С. 54–61.
- 24.Пат. 139854 Україна, МПК В23В 39/00. Пристрій для свердління отворів у важкодоступних місцях металоконструкцій / Кравцов В. І. ; заявник і патентовласник Полтавський державний аграрний університет. № u 2019 07412 ; заявл. 04.07.2019 ; опубл. 10.01.2020, Бюл. № 1.
- 25.Данілова М. С., Мельник О. П. Аналіз конструкцій мобільних свердлувальних пристроїв для ремонту сільськогосподарської техніки. Нові технології в інженерії та енергетиці АПК : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Київ, 12–13 листоп. 2025 р.). Київ : НУБіП України, 2025. С. 44–46.
- 26.Коваль П. М. Розрахунок підшипникових вузлів шпинделів точних та спеціальних верстатів. Конструювання машин. 2021. № 4. С. 29–35.
- 27.Механізація та автоматизація виробничих процесів у ремонтних майстернях : монографія / за ред. М. К. Черновола. Кропивницький : Код, 2019. 312 с.
- 28.Пат. 145698 Україна, МПК В23В 41/00. Направляюча втулка для точного свердління з регульованим затиском / Петренко С. О. ; заявник Дніпровський державний технічний університет. № u 2020 05612 ; заявл. 18.05.2020 ; опубл. 25.12.2020, Бюл. № 24.

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 87   |

- 29.Смирнов А. П. Технологічне забезпечення точності обробки отворів на переносних верстатах. Сучасні технології в машинобудуванні. 2023. Вип. 2. С. 115–122.
- 30.Антоненко О. В. Вибір електродвигунів для приводів малогабаритного верстатного обладнання. Енергетика і автоматика. 2022. № 5. С. 71–78.
- 31.Забродський А. О. Методологія розробки нестандартного технологічного обладнання для авторемонтних підприємств. Автошляховик України. 2021. № 3. С. 34–40.
- 32.Олійник Р. М. Дослідження жорсткості несучих систем мобільних верстатів інструментального виробництва. Вісник ЖДТУ. Серія: Технічні науки. 2022. № 1 (89). С. 132–139.
- 33.Бондаренко І. В. Ергономічні вимоги до ручного та малогабаритного механізованого інструменту. Охорона праці. 2024. № 6. С. 22–27.
- 34.Попов М. А. Оцінка віброакустичних характеристик приводів різання малих верстатів. Наукові нотатки. 2021. Вип. 72. С. 160–165.
- 35.Гончарук О. М. Розрахунок економічної ефективності впровадження нового обладнання в ремонтне виробництво. Економіка АПК. 2023. № 4. С. 53–59.
- 36.Кузнецов Ю. М. Теорія проектування верстатів та верстатних систем. Київ : ТОВ «Профі», 2020. 480 с.
- 37.Пат. 154120 Україна, МПК В23В 35/00. Industrial jig device for boring processing of frame structural elements / Коваленко П. О. ; заявник Луцький національний технічний університет. № u 2024 03514 ; заявл. 15.04.2024 ; опубл. 16.10.2024, Бюл. № 19.

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                         | 88   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         |      |

- 38.Васильковський О. М. Сучасні підходи до організації ремонту сільськогосподарської техніки. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для АПК України. 2018. Вип. 22 (36). С. 150–158.
- 39.Данілова М. С. Шляхи підвищення мобільності верстатного обладнання для технічного сервісу машин. Розрахунок та конструювання в аграрному секторі : зб. тез доп. Всеукр. наук. конф. студентів (м. Київ, 11–12 берез. 2026 р.). Київ : НУБіП України, 2026. С. 87–89.
- 40.Ткаченко В. О. Оптимізація параметрів режимів різання під час свердління важкооброблюваних сталей переносним інструментом. Прогресивні технології машинобудування. 2022. № 2. С. 94–101.
- 41.Клименко М. В. Конструювання корпусних деталей верстатів із застосуванням зварних конструкцій. Зварювання та металоконструкції. 2021. № 7. С. 41–47.
- 42.Андрієнко В. В., Пасічник В. А. Економіка сільськогосподарського виробництва. Київ: Центр учбової літератури, 2018. 416 с.
- 43.Белік М. І., Смітюк А. В., Мазур В. Л. Надійність сільськогосподарської техніки. Харків: ХНТУСГ, 2018. 290 с.
44. Богданець В. А., Кузьменко М. В., Нагірний І. І., Якимчук А. В. Основи технічної експлуатації машин. Львів: Новий Світ-2000, 2018. 320 с.
45. Діагностика та технічний сервіс машин в агропромисловому комплексі / за ред. П. М. Іванова. Полтава: ПДАА, 2019. 370 с.
- 46.Пат. 155342 Україна, МПК В23В 49/00. Пристрій для лазерного центрування осі свердління мобільного верстата / Лисенко А. В., Данілова М. С. ; заявник і патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України. № u 2024 05990 ; заявл. 11.09.2024 ; опубл. 15.02.2025, Бюл. № 3.

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 89   |

- 47.Чернов І. Г. Надійність різального інструменту при роботі на верстатах майстерень загального призначення. Надійність машин. 2023. Вип. 14. С. 77–83.
- 48.Якобсон М. О. Модернізація металообробного обладнання ремонтних підприємств АПК : монографія. Львів : Магнолія, 2022. 216 с.
- 49.Технічний сервіс та конструювання верстатів в АПК: Ружи́ло З. В., Опалко В. Г. Перспективи модернізації верстатного парку малогабаритних ремонтних підприємств. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. 2024. № 54. С. 112–119. URL: <http://eapk.org.ua/contents/2024/54/14> (дата звернення: 01.06.2026).
50. Проектування приводів і регулювання обертів (Електронний журнал): Колеснік С. О. Застосування частотно-регульованих асинхронних двигунів у приводах переносних свердлувальних пристроїв. Енергетика і автоматика : електрон. наук. фахове вид. 2025. № 2. С. 45–53. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Energetika/article/view/2025-2-5> (дата звернення: 01.06.2026).
51. Аналіз сил різання при свердлінні переносним інструментом: Ткачук А. О., Назаренко М. В. Моделювання процесу свердління конструкційних сталей на мобільних магнітних верстатах. Прогресивні технології машинобудування : міжнар. наук.-техн. журн. 2024. Вип. 3, т. 12. С. 89–96. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.302145>.
- 52.Розробка нестандартного слюсарно-механічного обладнання: Мельник О. П., Данілова М. С. Обґрунтування жорсткості несучої рами портативного свердлувального верстата з ручним приводом подачі. Науковий журнал «Технічна інженерія». 2025. № 1 (95). С. 13–21. DOI: [https://doi.org/10.26642/ten-2025-1\(95\)-13-21](https://doi.org/10.26642/ten-2025-1(95)-13-21).

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         | 90   |

53. Організація майстерень загального призначення (Репозиторій):  
 Сидоренко В. В. Оптимізація робочих зон та технологічного оснащення  
 слюсарних дільниць ремонтних майстерень АПК. Електронний  
 науковий репозиторій НУБіП України. 2023. URL:  
[http://elibrary.nubip.edu.ua/10542/1/Sydorenko\\_Monograph.pdf](http://elibrary.nubip.edu.ua/10542/1/Sydorenko_Monograph.pdf) (дата  
 звернення: 01.06.2026).

|      |      |          |        |      |                                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                         | 91   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                         |      |

# Додатки

|           |           |          |        |      |                                  |      |         |
|-----------|-----------|----------|--------|------|----------------------------------|------|---------|
|           |           |          |        |      | 01.12.БКР.1044 с 15.04.26.001 ПЗ |      |         |
|           |           |          |        |      |                                  |      |         |
| Змн.      | Арк.      | № докум. | Підпис | Дата | Додатки                          |      |         |
| Розроб.   | Даньолова |          |        |      |                                  |      |         |
| Перевір.  | Ружило    |          |        |      |                                  |      |         |
| Реценз.   |           |          |        |      |                                  |      |         |
| Н. Контр. | Банний    |          |        |      |                                  |      |         |
| Затверд.  |           |          |        |      |                                  |      |         |
|           |           |          |        |      | Літ.                             | Арк. | Аркушів |
|           |           |          |        |      |                                  | 92   | 1       |
|           |           |          |        |      | НУБІП України, КД                |      |         |