НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСТИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко-технологічний факультет

ПОГОДЖЕНО
Декан факультету
механіко-технологічного
_____ Вячеслав БРАТІШКО
«___» _____ 2026 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
сільськогосподарських машин та системотехніки ім. акад.
П. М. Василенка
_____ Юрій ГУМЕНЮК
«___» _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА (ПРОЄКТ)

на тему: «Механізація виконання сільськогосподарських робіт у малих фермерських господарствах з розробленням гідрофікованої системи розвороту трактора»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Освітньо-професійна програма «Агроінженерія»

Гарант освітньої програми

д.т.н., професор _____ **Вячеслав БРАТІШКО**
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи (проєкту)

доцент _____ **Михайло ВОЛЯНСЬКИЙ**
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (

Виконав _____ **Роман БОРИСЕНКО**
(підпис)

КИЇВ – 2026

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСТИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
сільськогосподарських машин та системотехніки ім. акад. П. М. Василенка,
к.т.н., доцент _____ Юрій ГУМЕНЮК
«___» _____ 2026 р.

З А В Д А Н Н Я

ДО ВИКОНАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (ПРОЄКТУ) ЗДОБУВАЧУ

Борисенку Роману Васильовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Освітньо-професійна програма - «Агроінженерія»

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи (проєкту)

«Механізація виконання сільськогосподарських робіт у малих фермерських господарствах з розробленням гідрофікованої системи розвороту трактора»

затверджена наказом від "16"лютого 2026 року № 510 «С».

Термін подання завершеної роботи (проекту) на кафедру «11» травня 2026 р.

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи (проєкту):
– структура площ фермерських господарств;
– характеристики сільськогосподарських робіт;
– характеристики сільськогосподарських агрегатів;
– схеми руху агрегатів при виконанні сільськогосподарських робіт;
– схеми розвороту сільськогосподарських агрегатів;
– схеми механізмів повороту сільськогосподарських агрегатів;
– вихідні дані для визначення економічної ефективності;

Перелік питань, що підлягають дослідженню:
1. Аналіз механіко-технологічних передумов при виконанні сільськогосподарських робіт у малих фермерських господарствах.

2. Обґрунтування та розроблення гідрофікованої системи розвороту агрегата.
3. Охорона праці при виконанні сільськогосподарських робіт.

4. Економічна частина

Перелік графічних документів (за необхідності):
1. Аналіз схем руху сільськогосподарських агрегатів.
2. Аналіз схем розвороту сільськогосподарських агрегатів
3. Технологічна схема агрегата для виконання сільськогосподарських робіт з удосконаленим механізмом повороту.
4. Принципова схема гідропривода механізма повороту агрегата.
5. Складальне креслення.
6. Деталювання

Дата видачі завдання «06» жовтня 2025 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи (проєкту) _____ **Михайло ВОЛЯНСЬКИЙ**
(підпис)

Завдання взяв до виконання _____ **Роман БОРИСЕНКО**
(підпис)

РЕФЕРАТ

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з розрахунково-пояснювальної записки на 55 сторінках друкованого тексту, яка включає 8 рисунків, розрахункову частину, розділ з охорони праці, економічну частину та список використаних джерел.

Метою роботи є підвищення ефективності механізації сільськогосподарських робіт у малих фермерських господарствах шляхом розроблення та обґрунтування гідрофікованої системи розвороту трактора. Дана система призначена для зменшення ширини поворотних смуг, скорочення часу на розвороти та покращення маневреності машинно-тракторного агрегату.

Об'єктом дослідження стали - процеси виконання сільськогосподарських робіт машинно-тракторними агрегатами в умовах малих фермерських господарств, де поля часто мають невелику площу, неправильну форму та обмежений простір для розвороту техніки.

У роботі проаналізовано структуру фермерських господарств, види сільськогосподарських агрегатів, способи руху техніки в полі та основні види поворотів на 90 і 180. Було встановлено, що для малих господарств найбільш зручними є навісні агрегати, бо вони потребують менше місця для маневрування.

У розрахунковій частині було розроблено гідропривід, підібрано насос, гідроциліндр, гідророзподільник, трубопроводи, бак, фільтр, розворотне колесо та обертовий гідропривід. Проведені розрахунки підтвердили надійну роботу механізму.

Запропонована система зменшує холості проходи, підвищує продуктивність та покращує роботу в малих фермерських господарствах.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МАЛІ ФЕРМЕРСЬКІ ГОСПОДАРСТВА, МЕХАНІЗАЦІЯ, ТРАКТОР, МАШИННО-ТРАКТОРНИЙ АГРЕГАТ, ГІДРОФІКОВАНА СИСТЕМА, РОЗВОРОТ ТРАКТОРА, ПОВОРОТНА СМУГА, ГІДРОПРИВІД, МАНЕВРЕНІСТЬ, АГРОІНЖЕНЕРІЯ.

ABSTRACT

The bachelor's qualification work consists of an explanatory calculation note of 55 pages of printed text, which includes 8 figures, a calculation part, an occupational safety section, an economic part, and a list of references.

The aim of the work is to increase the efficiency of mechanization of agricultural operations in small farms by developing and substantiating a hydraulically operated tractor turning system. This system is designed to reduce the width of headlands, shorten turning time, and improve the maneuverability of the machine-tractor unit.

The object of the research is the process of performing agricultural operations by machine-tractor units in small farms, where fields often have a small area, irregular shape, and limited space for machinery turning.

The work analyzes the structure of farms, types of agricultural implements, methods of machinery movement in the field, and the main types of 90 and 180 turns. It was established that mounted implements are the most convenient for small farms, because they require less space for maneuvering.

In the calculation part, the hydraulic drive was developed, and the pump, hydraulic cylinder, hydraulic distributor, pipelines, tank, filter, turning wheel, and rotary hydraulic drive were selected. The calculations confirmed the reliable operation of the mechanism.

The proposed system reduces idle passes, increases productivity, and improves work in small farms.

KEYWORDS: SMALL FARMS, MECHANIZATION, TRACTOR, MACHINE-TRACTOR UNIT, HYDRAULIC SYSTEM, TRACTOR TURNING, HEADLAND, HYDRAULIC DRIVE, MANEUVERABILITY, AGRICULTURAL ENGINEERING.

ЗМІСТ

1. ВСТУП 9
2. АНАЛІЗ 10
2.1. Структура фермерських господарств за розмірами посівних площ 10
2.2. Аналіз видів агрегатів для виконання сільськогосподарських робіт 11
2.3. Аналіз способів руху сільськогосподарських машин при вирощуванні сільськогосподарських культур 14
2.4. Аналіз всіх наявних способів розвороту МТА в розворотних смугах 17
2.5. Аналіз траєкторії руху сільськогосподарських агрегатів у розворотних смугах 21
2.6 Аналіз схем повороту тракторів сільськогосподарського призначення. 22
2.7 Висновок до розділу аналіз 23
3. РОЗРОБЛЕННЯ ГІДРОФІКОВАНОЇ СИСТЕМИ РОЗВОРОТУ АГРЕГАТА 24
3.1. Вибір трактора для розроблення гідрофікованої системи розвороту для малих фермерських господарств. 24
3.2. Розрахунок поступального руху для гідрофікованої системи повороту 24
3.3. Вибір колеса для розворотного механізму трактора. 34
3.4. Розрахунок обертового гідропривода 35
Перевірочний розрахунок 38
3. ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ВИКОНАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОБІТ 43
4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА 47
Економія пального на 1 га 51
5. ВИСНОВОК 52
6. СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 54

1. ВСТУП

Сільське господарство являється однією з найважливіших галузей економіки нашої держави оскільки забезпечує виробництво продовольства сировини для переробки та розвитку сільської місцевості. В теперішніх реаліях суттєвого значення набуває ефективна механізація під час виконання сільськогосподарських робіт, що дозволяє зменшити ручну працю, підвищити продуктивність виробництва тих чи інших сільськогосподарських культур, також покращити якість виконання операцій та раціональне використання матеріало-технічних ресурсів ресурсів господарства.

Важливе місце в аграрному секторі займають не великі фермерські господарства які приносять значний вклад в економіку, але часто мають малі посівні площі і невеликі фінансові можливості та не можуть використовувати малі дорогі високопродуктивні машини як господарства з середнім і великим банком землі. Тому для таких підприємств є актуальним застосування компактної та універсальної техніки здатної виконувати великий спектр операцій.

Одним з найбільш важливих питань для малого господарства являється вибір трактора. Адже для малого фермерського господарства потрібні компактні габаритні розміри , відносно невелика маса і достатня потужність та можливість агрегатуватись з різними агрегатами. На мою думку для таких господарств підійдуть мінітрактори, адже мають всі вище перевищені вимоги.

Разом з тим для фермерів даного класу основною проблемою являються великі поворотні смуги на малих ділянках де велику частину робочого часу займають поворотні смуги які займають велику частину часу і цим самим зменшують продуктивність виконання роботи і цим самим підвищується собівартість вирощування сільськогосподарських культур.

2. АНАЛІЗ

2.1. Структура фермерських господарств за розмірами посівних площ

Сучасне сільське господарство України характеризується різноманітною структурою фермерських господарств які є зареєстровані на території України, які відрізняються між собою напрямками вирощування сільськогосподарських культур, а також розмірами посівних площ які є в господарствах.

Дані господарства які є в Україні можна поділити на малі фермерські господарства які мають в обробітку до 100 га посівних площ,

Середні фермерські господарства обробляють від 100 до 1000 га землі, а також великі фермерські господарства обробляють більше 1000 га землі.

Розглянувши основну статистику фермерських господарств України можна побачити, що малі фермерські господарства становлять 33000 зареєстрованих одиниць що складає 70% від усієї кількості всіх агро підприємств країни звідси виходить що ці господарства приносять значний вклад до економіки нашої держави, але через не великі масштаби

не великі агро підприємства мають обмеження що до власних потреб по технічному забезпеченню в порівнянні з середніми і великими господарствами. Як правило такі підприємства використовують малі трактори загального призначення потужністю до 50 кінських сил які можуть виконувати основний спектр робіт на власних ділянках , а також у наймі у складі з різними сільськогосподарськими агрегатами.

Основною особливістю малих господарств являються обмежені фінансові ресурси для закупівлі більш сучасної техніки для підвищення власної продуктивності праці в порівнянні з більшими підприємствами, які мають більший рівень механізації і можуть використовувати більш спеціалізовану техніку.

Не зважаючи на різний рівень оснащеності господарств сучасною технікою велику роль в ефективності відіграє організація руху машино-тракторного агрегату у полі , особливо це стосується малих господарств де велику кількість площі займають поля з неправильною формою та обмежені розміри що ускладнює маневри техніки та розворот її в кінці гону.

Таким чином можна сказати, що у малих фермерських господарствах велику частину часу займають розвороти через не великі розміри полів, а також не правильну форму форму оброблювальної поверхні.

2.2. Аналіз видів агрегатів для виконання сільськогосподарських робіт

У не великих агро підприємствах велику роль відіграють універсальність сільськогосподарських агрегатів так як дані господарства не мають великої фінансової підтримки від держави в порівнянні з середніми та великими господарствами. Тому для малого фермера важливим кроком являється правильний підбір сільськогосподарських агрегатів для максимально ефективного виконання різних сільськогосподарських операції

Наявні в Україні сільськогосподарські агрегати можна поділити на три типи навісні, причіпні і напівнавісні.

До навісних агрегатів можна віднести такі як плуги, фрези, культиватори, косарки, картоплесаджалки та інші агрегати які кріпляться до навісної системи трактора.



Рис 1.1 Навісні агрегати

Основною перевагою навісних агрегатів являється являється їх компактніс маневреність завдяки жорсткому з'єднанню агрегата з самим трактором що дозволяє повторювати траєкторію руху енергетичної машини. Що відіграє велику роль під час роботи на малих земельних ділянках де велику частину можуть займати поворотні полоси і мала довжина гонів яка збільшує кількість розворотів і зменшує продуктивність агрегату.

До напівнавісних агрегатів можна віднести такі машини які частково спираються на навіску трактора і опорне колесо. Дані агрегати в порівнянні з навісними агрегатами мають більшу ширину захвату звідси виходить, що напівнавісні агрегати мають більшу продуктивність, але із за більших габаритних розмірів і наявності опорного колеса збільшується ширина розворотних полос, що негативно впливає на продуктивність агрегатів на малих ділянках де є обмеженні габаритні розміри поворотних смуг і маневреність самих агрегатів цим самим збільшується час розвороту агрегату і зменшується продуктивність машино-тракторного агрегату за робочу зміну.



Рис 1.2 Напівнавісні агрегати

Так що даний вид агрегатів більш підходить для середніх і великих аграрних підприємств де є можливість робити оптимальної ширини розворотні смуги для вільного маневрування з агрегатом.

Причіпні агрегати з’єднуються з трактором за допомогою зчіпного пристрою і повністю спираються на власні колеса. дані агрегати мають значну ширину захвату і високу продуктивність , але у невеликих господарствах дані агрегати не є зручними для використання на площах які є у господарствах з невеликим банком землі через власні габаритні розміри і через те що агрегат має власну траєкторію руху через що не збігається з траєкторією руху трактора. В результаті чого збільшується ширина розворотної смуги.



Рис 1.3 Приклади причіпної техніки

Найбільше це помітно на полях з неправильною формою на вузьких ділянках таких як міжряддя садів теплиці та на ділянках де обмежений простір для виконання розвороту машино-тракторного агрегату.

2.3. Аналіз способів руху сільськогосподарських машин при вирощуванні сільськогосподарських культур

За період вирощування сільськогосподарських культур МТА виконує певний перелік сільськогосподарських операцій в які входить основний обробіток, передпосівний обробіток , посів, обприскування, а також міжрядний обробіток. Ефективність виконання цих операцій залежить не тільки від технічного стану трактора і вибору виду агрегату, а і вибору видів руху агрегату по полю.

“Обґрунтований вибір способу руху сільськогосподарського агрегату забезпечує меншу довжину холостого шляху, зменшує втрату часу під час руху, заощаджує витрату палива під час виконання технологічної операції”.

На практиці під час механізованих робіт використовують різні способи руху агрегатів такі як човниковий, всклад, розклад, з перекриттям, комбінований, круговий, човниковий, просапування, діагонально човниковий і діагонально перехресний.

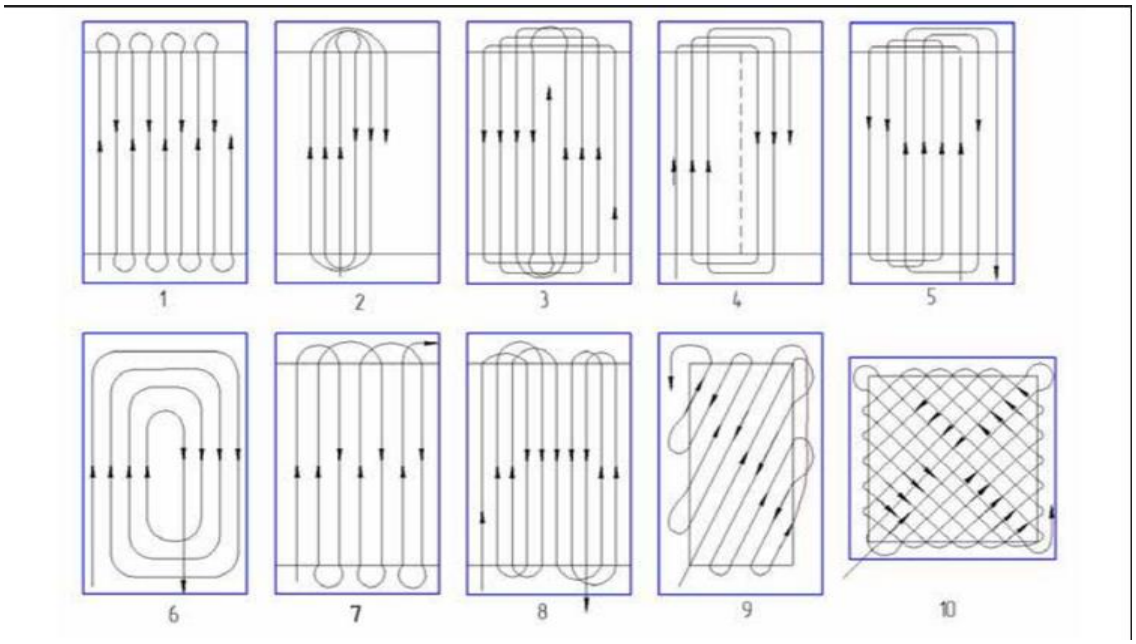

Рис 1.4 основні способи руху агрегатів 1- Човниковий; 2-Всклад; 3-Врозклад; 4- Перекриття; 5- Комбінований; 6- Круговий; 7- Човниковий однобічний; 8- Просапування; 9-Діагонально човниковий; 10 – Діагонально перехресний.

Кожен з видів руху агрегатів застосовується при виконанні певної технологічної операції. Найпоширенішим являється човниковий спосіб руху перевагами даного способу руху являється простота організація руху, не потрібна складна розбивка поля на загінки, даний спосіб добре підходить для виконання таких агро операцій як культивація, посів, міжрядний обробіток грунту, садіння коренебульбоплодів і інших операцій. Також даний спосіб руху має певні недоліки такі як сильне ущільнення грунту, втрати робочого часу за рахунок постійних розворотів у розворотних смугах.

Наступним способом руху являється рух в склад і в розклад найчастіше дані способи використовуються при основному обробітку грунту не оборотними плугами і ці способи можуть чередуватися між собою. Переваги даних способів руху добре підходить для оранки прямокутних полів, забезпечує послідовний обробіток загінок між собою при цьому змешуючи витрати пального на холості переїзди. Недоліками цих способів руху являється те, шо посеред поля утворюється звальний гребінь, або розвальна борозна, яка утворює рівчак по серед поля при цьому ускладнюючи вирівнювання поля.

Далі ми розглянемо рух агрегатів по колу або як його називають круговий спосіб. Даний спосіб являє собою рух від центра поля до периферії і може використовуватися при косінні трави а також збиранні врожаю зернобобових культур. Переваги кругового способу в тому, при ньому зменшується кількість холостих ходів до мінімуму. Недоліками даного способу являється не зручність обробітку прямокутних полів.

Наступним способом буде спосіб з перекриттям він забезпечує рівномірне оброблення грунту без пропусків оброблювальної поверхні корисний під час посіву тим що не залишаються не оброблені ділянки поля. Недоліком руху з перекриттям являється збільшена витрата паливо мастильних матеріалів а також посівних матеріалів.

Наступний спосіб діагональний даний який являють собою обробіток грунту по діагоналі. Перевагами являється краще вирівнювання площі при проведені боронування, культивації, а також лущені стерні. Недоліки складніші розвороти довгі розворотні смуги в порівнянні з іншими способами руху техніки

Діагонально перехресний рух забезпечує найкращу підготовку посівного ложа за рахунок двох проходів по різних діагоналях. Недоліки даного способу велика витрата пального через подвійну кількість проходів, а також більша витрата часу на обробіток поля в порівнянні з іншими способам.

2.4. Аналіз всіх наявних способів розвороту МТА в розворотних смугах

Після виконання основного проходу на оброблювальній ділянці поля машино- тракторному агрегату потрібно виконати розворот для подальшого обробітку. Для цього існують повороти **на 90°** та **на 180°** і застосовуються вони в залежності від кута зміни напрямку руху. Повороти на 90° застосовуються у випадку коли машино-тракторному агрегату потрібно змінити напрям руху під прямим кутом до оброблювальної поверхні поля.

До поворотів на 90° можна віднести наступні види поворотів : безпетльовий, петльовий поворот з відкртитою петлею, петльовий поворот з закритою петлею, петльовий поворот із застосуванням заднього ходу, безпетльовий кутовий поворот, петльовий кутовий поворот і петльовий кутовий поворот із застосуванням заднього ходу.

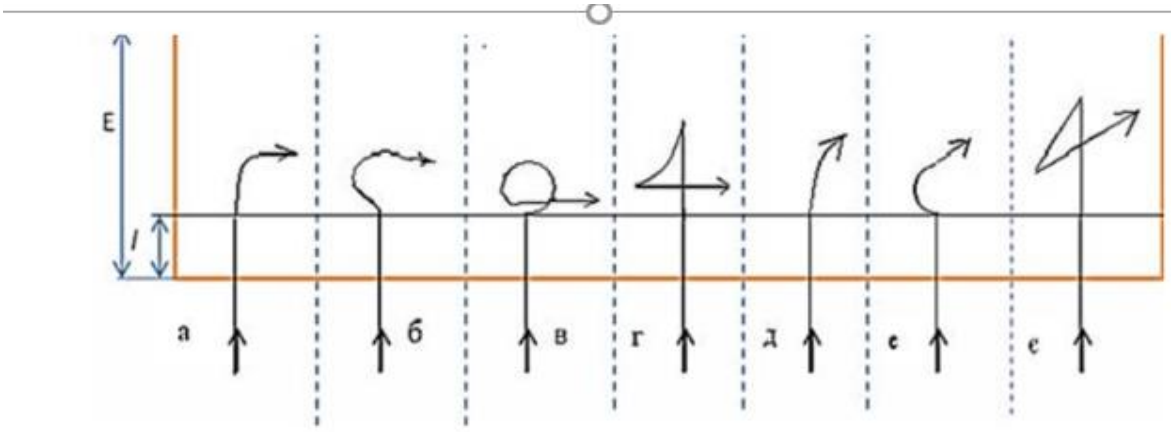

Рис 1.5 Види поворотів на 90°; Е-ширина поворотної смуги; а-Безпетльовий; б-Петльовий з відкритою петлею; в- Петлевий з закритою петлею; г-петльовий із застосуванням заднього ходу; д-безпетльовий кутовий; е-петльовий кутовий; ж-петльовий кутовий із застосуванням заднього ходу агрегату

А-Безпетльовий поворот являється найпростішим з наявних поворотів перевагами такого способу повороту являється що він потребує менше часу на

його виконання і мінімальна довжина холостого ходу. Недоліки для даного виду що для цього повороту потрібна достатня маневреність трактора

Б-Петльовий поворот з відкртитою петлею по більш плавній траєкторії руху в порівнянні з безпетльовим поворотом. Основна перевага даного виду повороту являється плавність його виконання завдяки чому зменшується навантаження на трактор і на сам агрегат. Недоліками даного виду є більша ширина розворотної смуги і збільшена довжина холостого ходу

В-Петльовий поворот із закритою петлею є складнішим. Під час його виконання машино відбувається поворот по замкнені траєкторії руху. Перевагою закритої петдлі є плавність маневрування і точність виходу агрега на потрібну ділянку поля. Недоліком даного способу розвороту являється велика довжина холостого ходу , велика ширина поворотної смуги.

Г-Петльовий поворот із застосувааннням заднього ходу використовується у тих випадках коли ширина поворотної є задовільною для виконання для виконання вище вказаних видів поворотів. Перевагою даного повороту є виконання маневру у обмежених умовах. такий вид повороту є корисний у садах, теплицях. Недолік збільшення часу виконання маневру.

Д-Безпетльовий кутовий поворот педбачає собою зміну напрямку руху під кутом. Перевагою даного повороту являється мала довжина холостого ходу та малі витрати часу. Недоліком є те що потрібна велика точність керування оскільки при не неправильному виборі траєкторії руху призводить до огріхів під час входження в робочу довжину гону.

Е-Петльовий кутовий поворот являє різновид кутового повороту при якому траєкторія руху має петлю. Переваги більша плавність руху агрегату. Недолік збільшення холостого ходу і збільшення часу на його виконання.

Ж-Петльовий кутовий поворот із застосуваннням заднього ходу являється найскладнішим із усіх наявних поворотів на 90°. Перевагою даного розвороту є можливість виконання маневру в дуже тісних умовах. Недоліком є складність керування та значна тривалість маневру.

Далі ми розглянемо ще один вид поворотів який був вказаний вище і це повороти на 180°. Дані повороти призначені для розвороту машино-тракторного агрегату для заїзду на робочу двлянку поля паралельно минулому проходу агрегата. Існують такі види поворотів на 180° як поворот по колу, поворот з прямолінійними виїздами, грушоподібний поворот, вісімко подібний поворот, поворот із застосуванням заднього ходу закрита петля, поворот із застосуванням заднього відкрита петля, голчастоподібний і здвоєнопетльовий поворот.

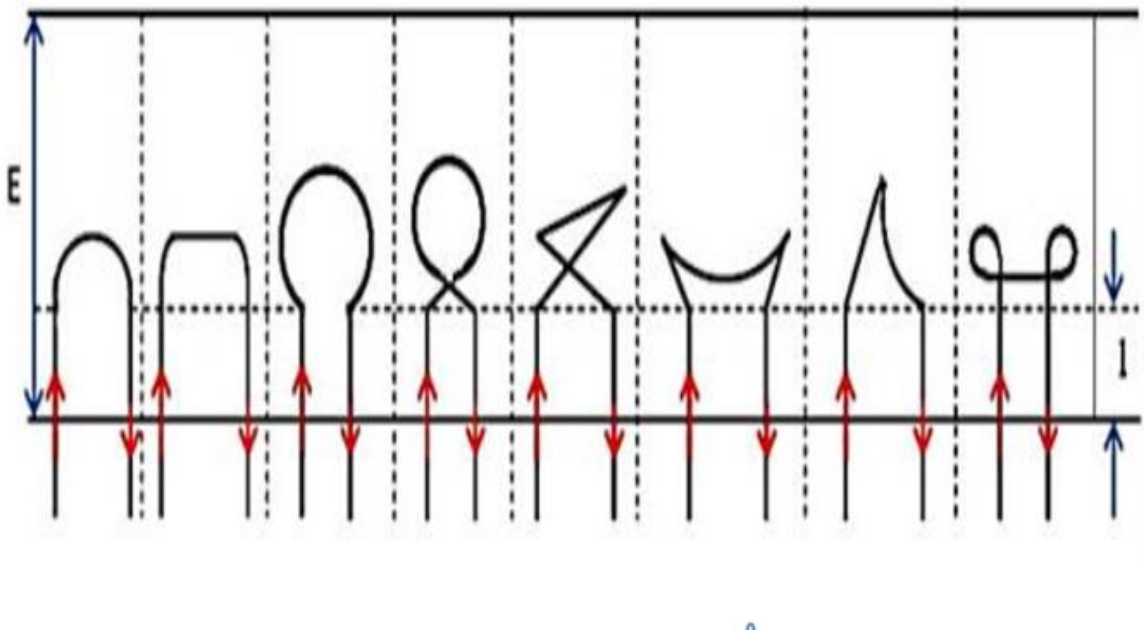

Рис 1.6 Види поворотів на 180° а-по колу; б- з прямолінійним виїздом; в-грушоподібний; г-вісімкоподібний;д- із застосуванням заднього ходу агрегату; ж-із застосуванням заднього ходу агрегату; з-голчастоподібний; і-здвоєнопетльовий

А-Поворот по колу є простим видом розвороту при якому машино-тракторний агрегат рухається по плавній дуговій траєкторії і виходить на зворотній напрям руху. Перевагою такого руху є простота виконання та плавність. Недоліком являється потреба у широкій поворотній смузі.

Б-Поворот з прямолінійним виїздом передбачає собою що агрегат після завершення побочого проходу у розворотній смузі рухається перпердикулярно до робочої частини поля. Перевагою є точніший виїзд на наступний прохід. Цей

спосіб застосовується при посіві, а також при міжрядному обробітку. Недоліком є збільшена довжина холостого ходу і потребує збільшення ширини розворотної смуги.

В-Грушоподібний поворот являє собою розворот який схожий на форму груші. Такий поворот забезпечує плавну зміну напрямку руху та зручне вирівнювання агрегату а також цей спосіб є доцільним при роботі з усіма видами агрегатів. Перевагою є плавність повороту. Недоліком є значна довжина холостого ходу.

Г-Вісімкоподібний розворот являє собою складання двох послідовних дуг у протилежному напрямку. Переваго. Даного виду повороту є те що він дозволяє точно потрапити у наступне міжряддя при роботі з просапними культурами. Недоліком цього виду розвороту є велика ширина розворотної смуги.

Д-Поворот із застосуванням заднього ходу, закрита петля - використовується у разі недостатньої ширини розворотної смуги. Перевага даного руху в можливості виконання маневру на обмеженій площі. Недоліками являється велика витрата часу на сам маневр, незручність роботи з причіпними агрегатами.

Ж-Поворот із застосуванням заднього ходу відкрита петля являє собою подібну петлю до попереднього однак траєкторія руху зовсім відрізняється. даний вид розвороту може використовуватися в умовах обмеженого простору. Недоліком є зниження продуктивності через збільшений час виконання маневру.

З-Голчастоподібний поворот характеризується своєю загостреною траєкторією руху. Застосування даного повороту відбувається на обмеженій площі без виконання дуги.Переваги є мала площа для маневру. Недоліком є різка зміна напрямку, підвищене навантаження на рульову систему трактора.

І-Здвоєнопетлевий поворот складає з себе дві петлі і є одним з найскладніших розворотів на 180°. Його застосовують у спеціальних умовах де потрібно точно встановити агрегат перед наступним проходом. Перевага точне вирівнювання агрегата.

Недоліками являється велика довжина холостого ходу і складність у виконанні.

2.5 Аналіз траєкторії руху сільськогосподарських агрегатів у розворотних смугах

Під час виконання сільськогосподарських робіт трактор з ппиєднаним до ним сільськогоспосподарським агрегатом виконує не лише рух прямолінійно , а й виконує розвороти в кінці загінок в залежності від вибору способу руху агрегату в казаному в пункті 1.3 даної роботи.

Траєкторія руху в розворотних смугах може залежати від таких факторів, як від радіусу повороту самого трактора, типу агрегату, способу його з'єднання з ененргетичним засобом, а також робочої ширини сільськогосподарського агрегату.

Велику роль в траєкторії руху агрегату відіграє спосіб з'єднання агрегату з трактором. Як я вже вказував в пункті 1.2 що існує три способи агрегатування обладнання з тракторами.

1. Спосіб навішуваннння всього агрегату на навіску трактора. При даному способі з'єднання агрегат рухається по траєкторії руху трактора що забезпечує кращу маневреність , менший радіус повороту та простіше керування.

2. Другим способом являється спосіб напівнавісного агрегатування коли частково агрегат опирається на власні колеса, а частково на навіску трактора. При такому способі агрегатування траєкторія руху агрегату вже не повністю збігається з траєкторією руху трактора в порівнянні з навісним способом агрегатування через наявність власної опори агрегат входить в розворот з запізненням, під час якого відбувається бокове зміщення. Тобто даний вид потребує більший радіус повороту ніж навісні агрегати через власні габаритні розміри в порівнянні з навісним обладнанням.

3. Причіпні агрегати мають найскладнішу траєкторію руху через те що він повністю спирається на власні колеса і зачіплюється за причіпний пристрій, що дозволяє повністю розвантажити навісну систему трактора. Але в даного способу з'єднання агрегату з трактором є суттєвий недолік такий,

що потрібен великий радіус розвороту через те, що під час повороту траєкторія сильно відрізняється від траєкторії трактора через що відбувається повне зрізання повороту через що збільшується фактична ширина маневру.

2.6 Аналіз схем повороту тракторів сільськогосподарського призначення.

Під час виконання сільськогосподарських робіт трактор являється основним енергетичним засобом в машино-тракторному агрегаті. Здатність трактора змінювати напрям руху визначається його маневреністю у полі, шириною поворотної смуги , і часом виконання даного маневру.

Поворот трактора в залежності від ходової частини трактора, а також схеми рульового керування може виконуватися різними способами.

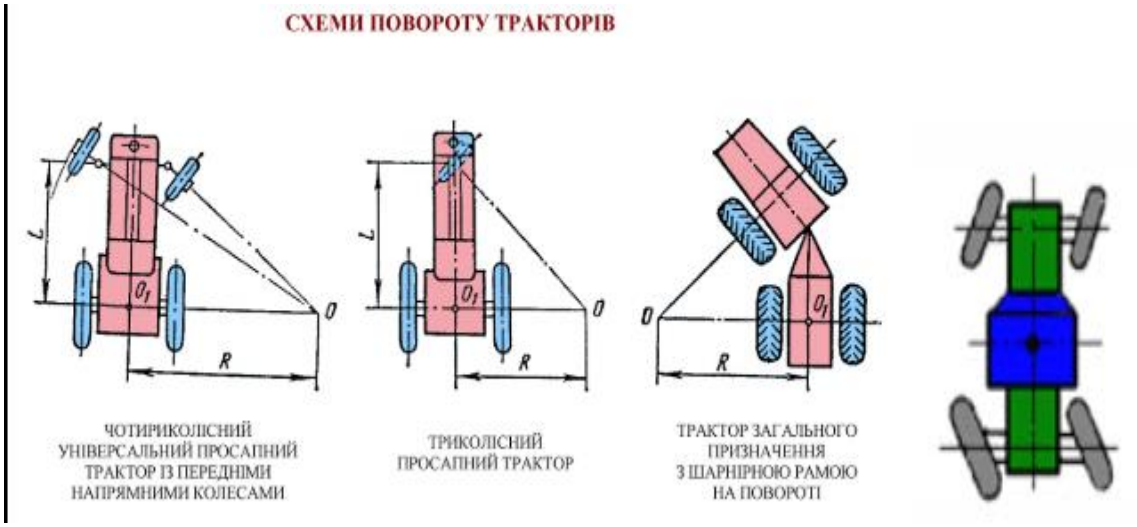

Рис 1.7 Схеми поворотів тракторів

Одним з найпоширеніших способів являється поворот трактора за допомогою передніх керованих коліс. Даний спосіб характерний для більшості тракторів сільськогосподарського призначення. Перевагою даної схеми є простота конструкціїї, надійність і зручність у використанні, а основним

недоліком є відносно великий радіус повороту , який залежить від кута поворотних керованих коліс. Наступною являється схема триколісного трактора призначеного для просапних культур. У такій схемі передня частина має одне кероване колесо, завдяки чому зменшується радіус повороту. Перевагою даної схеми являється висока маневреність , а недоліком є менша поперечна стійкість в порівнянні з схемою з передніми керованими колесами.

Шарнірно -зчленована рама являє собою з'єднання двох напіврам, що з'єднані за допомогою шарніра. Поворот у даній схемі здійснюється за рахунок змін кутів напіврам одної відносно одної. Перевагами є малий радіус повороту, висока маневреність. Недоліком є висока вартість виготовлення через складність конструкції.

Наступною розглянемо схему керування за допомогою повертання чотирьох коліс одночасно. Перевагою являться мінімальна ширина поворотної смуги, висока керованість машини. Недоліком є цієї схеми є складна конструкція рульового керування, висока вартість виготовлення що суттєво впливає на вартість самої машини.

2.7 Висновок до розділу аналіз

За результатами проведеного аналізу по 6 пунктах встановлено, що ефективність виконання сільськогосподарських робіт у фермерських господарствах великою мірою залежить від правильно вибраного енергетичного засобу, типу агрегату, правильно вибраного способу руху і способу розвороту техніки, особливо це сказується на ефективності у малих малих фермерських господарствах де за часту поля є невеликої площі, і не правильної геометричної форми де велику частину поля займають поворотні смуги, при яких зменшується продуктивність агрегатів.Тому я вважаю, що в даний час є доцільним розроблення гідрофікованої системи розвороту трактора особливо для малих фермерів, так як зможе підвищити продуктивність агрегатів.

3. РОЗРОБЛЕННЯ ГІДРОФІКОВАНОЇ СИСТЕМИ РОЗВОРОТУ АГРЕГАТА

3.1. Вибір трактора для розроблення гідрофікованої системи розвороту для малих фермерських господарств.

При виборі трактора для малих фермерських господарств основними критеріями пошуку являються наступні вимоги як компактність, яка ідеально підходить для праці на малих ділянках, достатня потужність двигуна для виконання основних сільськогосподарських робіт, також повний привід для підвищення прохідності та стійкості рух самої енергетичної машини і простота конструкції.Під дані вимоги ідеально підійдуть трактори малої потужності двигуна в діапазоні від 24 до 40 кінських сил, які б повністю задовольняли потреби господарства у виконанні сільськогосподарських робіт. Крім того за рахунок меншої колісної бази ці трактора мають вищу маневреність в порівнянні з тракторами вищого класу тяги. Отже проаналізувавши вибір наявних в Україні продаваємих тракторів мій вибір припав на міні трактори таких марок як Dongfeng, Foton, Lovol, Xingtai, Jinma, Shifeng, DW та інші. з потужністю двигуна 35 кінських сил.

3.2. Розрахунок поступального руху для гідрофікованої системи повороту

Вихідні дані

Принципова схема гідропривода

Хід штока поршня l – 250, мм.

Тривалість операції t, 3с.

Зусилля при виштовхуванні штока $F_ш$, Н – 5000.

Попередній розрахунок

Швидкість переміщення поршня

$$V_n = l/t = 0{,}25/3 = 0{,}083 \text{м/с}.$$

де l – хід штока, м;

t – тривалість операції, с.

Потужність гідропривода

$$N_r = F_ш \cdot V_n = 5000 \cdot 0{,}083 = 415 \text{ Вт} = 0.4 \text{ кВт}.$$

де $F_ш$ - зусилля на штоці, Н;

V_n - швидкість поршня, м/с.

Потужність гідропривода розрахункова

$$N_{гр} = K_з \cdot K_r \cdot N_r = 1{,}2 \cdot 1{,}3 \cdot 0.4 = 624\text{Вт} = 0.65 \text{ кВт}.$$

$K_з$ – коефіцієнт запасу за зусиллям;

$K_ш$ – коефіцієнт запасу за швидкістю.

Рекомендовані значення: $K_з = 1{,}15 \ldots 1{,}25$; $K_ш = 1{,}2 \ldots 1{,}4$.

Вибираємо номінальний тиск $P_{ном} = 6.3$МПа (додатки 2, 3)

Максимальний робочий тиск приймаємо

$$P_{max} = 1{,}13 \cdot P_{ном} = 7.12 \text{ МПа}$$

Подача насосної станції

$$Q' = N_{гр}/P_{ном} = 650/6.3 \cdot 10^6 = 1{,}03 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$$

$N_{гр}$ – розрахункова потужність гідропривода, Вт;

$P_{ном}$ – номінальний тиск, Па.

Подача насоса

$$Q = Q'/Z = 1{,}03\cdot10^{-4}/1 = 1{,}03\cdot10^{-4}\text{м}^3/\text{с} = 0{,}103\text{дм}^3/\text{с} = 6{,}18\ \text{л/хв}.$$

де Z – кількість насосів.

Приймаємо насос НШ-6 (експериментальний):

$P_{\text{ном}}$ =6.3 МПа; $n_{\text{ном}}$=25 с$^{-1}$; $n_{\max}$ = 32 с$^{-1}$; об´ємний ККД η_v = 0,85; робочий об´єм $q_н$ = 25 см^3; номінальна подача Q = 2.9·10^{-4} м^3/с = =0,53 дм^3/с = 3,18 л/хв.

Частота обертання вала насоса

$$n = Q/q_н\cdot\eta_v = 0{,}29/0{,}01\cdot0{,}92 = 31{,}52\ \text{с}^{-1} = 1891\ \ \text{об/хв}.$$

де Q – подача насоса, дм^3/с;

$q_н$ – робочий об’єм насоса, дм^3;

η_v – об’ємний ККД насоса.

Приймаємо n = 1920 об/хв (додаток 12).

Корисна площа поршня

$$S = F_ш\cdot K_{пз}/P_{\text{ном}} = 5000\cdot1{,}2/6.3\cdot10^6 = 0{,}00095\ \text{м}^2.$$

де $F_ш$ – зусилля на штоці гідроциліндра, Н;

$K_{пз}$ – коефіцієнт запасу за зусиллям ($K_{пз}$ = 1,15 – 1,23);

$P_{\text{ном}}$ – номінальний тиск, Па.

Діаметр поршня

$$D = \sqrt{4\cdot S/\pi} = \sqrt{4\cdot 0{,}00095/3{,}14} = 0{,}0348м.$$

Приймаємо D = 0,04 м (додаток 14)

Діаметр штока

$$d_{\text{ш}} = 0{,}5D = 0{,}5\cdot0{,}004 = 0{,}02\ \text{м},$$

$$1/D = 0.25/0.04=6.25<15.$$

Умова виконується.

Остаточно приймаємо (додаток 15)

$$D = 0{,}04\ \text{м};\ d_ш = 0{,}02\text{м};\ l = 0{,}25\ \text{м}.$$

Внутрішній діаметр напірного трубопроводу (труби)

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V_p}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2{,}9 \cdot 10^{-4}}{3{,}14 \cdot 6}} = 0{,}00785\text{м},$$

де Q - номінальна подача насосної станції (насоса), м^3/с.

V_p - швидкість потоку робочої рідини, м/с. V_p = 6 м/с (додаток 19)

Приймаємо $d_{вн}$ = 0,008м = 8 мм (умовний прохід додаток 18).

Вибираємо стальну безшовну трубу холоднодеформовану.

Товщина стінки напірного трубопроводу

$$\delta = \frac{P_{вн}max}{2[\sigma]_p} = \frac{7.12 \cdot 0{,}008}{2 \cdot 240} = 0{,}0119 \text{ см} = 0{,}119 \text{ мм}.$$

$P_{\text{мах}}$ – тиск наладки запобіжного клапана, МПа;

$d_{\text{вн}}$ – внутрішній діаметр трубопроводу, м;

$[\sigma]_p$ – допустиме напруження на розрив, МПа. Для стальних труб $[\sigma]_p$=200–500 МПа, а для труб із кольорових металів $[\sigma]_p$=240 МПа

Приймаємо δ = 0,4 мм (додаток 20).

Зовнішній діаметр напірного трубопроводу (труби)

$$d_з = d_{вн} + 2\delta = 0{,}08 + 2 \cdot 0{,}004 = 0{,}088 \text{ м} = 8 + 0{,}8 = 8.8 \text{ мм}.$$

де $d_{вн}$ – внутрішній діаметр трубопроводу, м;

δ – товщина стінки, м.

Приймаємо $d_з$ = 9 мм (додаток 21).

Остаточно приймаємо для напірного трубопроводу $d_{вн}$ = 8 мм; δ = 0,5мм; $d_з$ = 9 мм (додаток 21).

Внутрішній діаметр зливного трубопроводу (труби)

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_p}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2{,}9 \cdot 10^{-4}}{3{,}14 \cdot 2}} = 0{,}0136м = 1{,}36\text{см} = 13.6\text{мм},$$

де Q - номінальна подача насосної станції (насоса), м^3/с.

V_p - швидкість потоку робочої рідини, м/с. V_p = 6 м/с (додаток 19)

$V_р$ = 2 м/с (додаток 19).

Приймаємо $d_{вн}$ = 0,016м = 16 мм (додаток 18).

Товщина стінки зливного трубопроводу (труби)

$$\delta = \frac{P_з d_{вн}}{2[\sigma]_р} = \frac{0{,}8 \cdot 0{,}016}{2 \cdot 240} = 0{,}000027 \text{ м} = 0{,}0027 \text{ см} = 0{,}027 \text{ мм},$$

Q - номінальна подача насосної станції (насоса), м³/с.

$V_р$ - швидкість потоку робочої рідини, м/с. $V_р$ = 6 м/с (додаток 19)

$P_з$ = 0,8 МПа (тиск зливу).

Приймаючи до уваги зовнішні навантаження на трубопровід, приймаємо δ = 0,5 мм (додаток 20).

Зовнішній діаметр зливного трубопроводу

$$d_з = d_{вн} + 2\delta = 16 + 2 \cdot 0{,}5 = 17 \text{ мм}.$$

Остаточно приймаємо для зливного трубопроводу

$$d_{вн} = 16 \text{ мм}; \; d_з = 17 \text{ мм}; \; \delta = 0{,}5 \text{ мм (додаток 21)}.$$

Внутрішній діаметр всмоктувального трубопроводу

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_р}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2{,}9 \cdot 10^{-4}}{3{,}14 \cdot 1.2}} = 0{,}0175м = 1.75\text{см} = 17.5\text{мм},$$

де $V_р$ = 1.2 м/с (додаток 19)

Вибираємо рукав гумовий з $d_{вн}$ = 20 мм; δ = 3 мм (додаток 23).

Згідно $P_{ном}$ = 16 МПа, Q = 0,53 дм³/с; умовний прохід – 20 мм вибираємо гідророзподільник типу РС (додаток 24); $P_{ном}$ = 16 МПа; Q = 1,6 дм³/с, умовний прохід – 20 мм.

Площа сітчастого фільтра

$$S_ф = \frac{60 Q \mu}{k \Delta P_ф} = \frac{60 \cdot 0{,}29 \cdot 0{,}596}{2{,}27 \cdot 0{,}1} = 45{,}7 \text{ см}^2,$$

де $\mu = \nu \cdot \rho = 670 \cdot 10^{-6} \cdot 890 = 0{,}596$ Нс/м²;

ρ вибираємо за додатком 1, а v за додатком 1 чи рис. 7 (для робочої рідини М–10В$_2$); k =2,27 дм³/см² (додаток 27).

Вибираємо металеву сітку № 0045 із загальною площею 84 см².

Місткість бака

$$W = (2–3)\ Q = 2 \cdot 17.4 = 34.8 \text{ дм}^3$$

Приймаємо W = 40 дм³ (додаток 28).

Перевірочний розрахунок

Напірний трубопровід

Середня швидкість руху рідини у нагнітальному трубопроводі

$$V_p = \frac{4Q}{\pi d_{вн}^2} = \frac{4 \cdot 0{,}29 \cdot 10^{-3}}{3{,}14 \cdot 0{,}010^2} = 3{,}7 \text{ м/с.}$$

Число Рейнольдса

$$\text{Re} = V_р \cdot d_{вн}/v = 3{,}7 \cdot 0{,}01/(82 \cdot 10^{-6}) = 450,$$

де $v = 82 \cdot 10^{-6}$ м²/с (додаток 1 або рис.7 для М–10В$_2$).

Re = 450 < Re$_{кр}$ = 2100, отже режим руху рідини ламінарний (додаток 29).

Коефіцієнт гідравлічного тертя

$$\lambda = 75/\text{Re} = 75/450 = 0{,}167$$

Шляхові втрати тиску на прямолінійних ділянках напірного трубопроводу

$$\Delta P_{шн} = \frac{\lambda L V_p^2 \rho}{2 d_{вн}} = \frac{0{,}167 \cdot 3 \cdot 4{,}7^2 \cdot 890}{2 \cdot 0{,}01} = 303 \cdot 10^3 \text{ Па} = 0{,}303 \text{ МПа,}$$

Місцеві втрати тиску рідини у напірному трубопроводі

$$\Delta P_{мн} = V_p^2 \cdot \rho \cdot \Sigma\varepsilon/2 = {}^2 \cdot 890 \cdot 3{,}69/2 = 23055\text{Па} = 0{,}0231 \text{ МПа,}$$

де $\sum\varepsilon$ – сума коефіцієнтів місцевого опору (див. рис. 6 і додаток 30)

а – пряме коліно, ε = 1,4–1 шт;

б – трійник, ε = 2–1 шт;

в – штуцер, ε = 0,1–4 шт;

$\sum\varepsilon$ = 1,4 + 2 + 4·0,1 = 3,8.

Втрати тиску рідини у гідроагрегатах напірного трубопроводу

$$\Delta P_{гн} = V_р^2 \cdot \rho \cdot \sum\varepsilon_г / 2 = 3{,}69^2 \cdot 890 \cdot 4/2 = 24268 \text{ Па} = 0{,}0243 \text{ МПа},$$

де $\varepsilon_г$ = 4 – коефіцієнт опору гідророзподільника (додаток 30)

Зливний трубопровід.

Середня швидкість рідини у зливному трубопроводі

$$V_р = \frac{4Q}{\pi \cdot d_{вн}^2} = \frac{4 \cdot 0{,}29 \cdot 10^{-3}}{3{,}14 \cdot 0{,}016^2} = 1{,}44 \text{ м/с}.$$

Число Рейнольдса

$$\text{Re} = V_р \cdot d_{вн} / \nu = 1{,}44 \cdot 0{,}016 / (82 \cdot 10^{-6}) = 281.$$

$$281 < 2100 \text{ (режим ламінарний)}.$$

Коефіцієнт гідравлічного тертя

$$\lambda = 75/281 = 0{,}267.$$

Шляхові втрати тиску на прямолінійних ділянках зливного трубопроводу

$$\Delta P_{шз} = \frac{\lambda L V_р^2 \rho}{2 d_{вн}} = \frac{0{,}267 \cdot 4 \cdot 1{,}44^2 \cdot 890}{2 \cdot 0{,}016} = 61677 \text{ Па} = 0{,}0617 \text{ МПа}.$$

Місцеві втрати тиску у зливному трубопроводі

$$\Delta P_{мз} = V_р^2 \cdot \rho \cdot \sum\varepsilon / 2 = 1{,}44^2 \cdot 890 \cdot 6.5/2 = 6017 \text{ Па} = 0{,}00602 \text{ МПа},$$

де *а* – пряме коліно, ε = 1,4–2 шт.

в – штуцер, ε = 0,1–5 шт.

$\Sigma\varepsilon = 2 \cdot 1{,}4 + 5 \cdot 0{,}1 = 3{,}3$ (рис. 6 додаток 30).

Всмоктувальний трубопровід

Середня швидкість рідини у всмоктувальному трубопроводі

$$V_p = \frac{4Q}{\pi \cdot d_{вн}^2} = \frac{4 \cdot 0{,}29 \cdot 10^{-3}}{3{,}14 \cdot 0{,}020^2} = 0{,}923 \text{ м/с.}$$

Число Рейнольдса

$$\text{Re} = V_p \cdot d_{вн} / \nu = 0.923 \cdot 0{,}020 / 82 \cdot 10^{-6} = 225,$$

329 < 1600 (рукав гумовий додаток 29).

Коефіцієнт гідравлічного тертя

$$\lambda = 75/225 = 0{,}333.$$

Шляхові втрати на прямолінійних ділянках

$$\Delta P_{шв} = \frac{\lambda L_5 V_p^2 \rho}{2 d_{вн}} = \frac{0{,}333 \cdot 0{,}5 \cdot 0.923^2 \cdot 890}{2 \cdot 0{,}020} = 3128 \text{ Па} = 0{,}00316 \text{ МПа,}$$

де L_5 = 0,5 м.

Місцеві втрати

$$\Delta P_{мв} = V_p^2 \cdot \rho \Sigma\varepsilon / 2 = 0.923^2 \cdot 890 \cdot 0{,}1/2 = 37.5 \text{ Па,}$$

де ε = 0,1–1 штуцер.

Сумарні шляхові втрати тиску

$$\Sigma\Delta P_ш = \Delta P_{шн} + \Delta P_{шз} + \Delta P_{шв} = 303155 + 61677 + 3158 = 367990 \text{ Па.} \quad (27)$$

Сумарні місцеві втрати тиску

$$\Sigma\Delta P_м = \Delta P_{мн} + \Delta P_{мз} + \Delta P_{мв} = 23055 + 3055 + 37.9 = 26148 \text{ Па}.$$

Сумарні втрати тиску у гідроагрегатах

$$\Sigma\Delta P_г = \Delta P_{гн} + \Delta P_{гз} + \Delta P_{гв} = 24268 + 6017 + 0 = 30285 \text{ Па}.$$

Загальна величина втрат тиску у гідроприводах

$$\Delta P = \Sigma\Delta P_ш + \Sigma\Delta P_м + \Sigma\Delta P_г = 367990 + 26148 + 30285 =$$

$$= 424423 \text{Па} = 0{,}424 \text{ МПа},$$

де ΔP складає 6/74% від номінального (допускається 10%).

Отже гідропривод спроектований оптимально.

Розрахунок ККД гідропривода.

Об'ємний ККД

$$\eta_v = \eta_{vн} \cdot \eta_{vр} \cdot \eta_{vц} = 0{,}92 \cdot 0{,}98 \cdot 0{,}99 = 0{,}89.$$

Гідравлічний ККД

$$\eta_r = (P_{\text{ном}} - \Delta P)/P_{\text{ном}} = (6.3 - 0{,}4241)/6.3 = 0.93$$

Механічний ККД

$$\eta_м = \eta_{мн} \cdot \eta_{мр} \cdot \eta_{мц} = 0{,}94 \cdot 0{,}96 \cdot 1 = 0{,}902.$$

Повний ККД

$$\eta_п = \eta_v \cdot \eta_r \cdot \eta_м = 0{,}89 \cdot 0{,}93 \cdot 0{,}902 = 0{,}751.$$

Гідропривод спроектований оптимально ($\eta_н = 0{,}6\text{-}0{,}8$).

Уточнений розрахунок гідроциліндра

$$D = 1{,}13\sqrt{\frac{F_ш}{Z(P_{\text{ном}} - \Delta P_н)\eta_{мц}\eta_п^2}} =$$

$$= 1{,}13\sqrt{\frac{5000}{1(6.3 - 0{,}359) \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 0{,}98^2}} = 0{,}033м = 33 \text{ мм}$$

Приймаємо D = 40 мм; $d_ш$ = 25 мм; l = 250 мм, що відповідає попередньому розрахунку.

Перевірка подачі насоса

$$Q_н = S \cdot V_n / \eta_v = 0{,}0019 \cdot 0{,}083 / 0{,}89 = 0.17 \cdot 10^{-3} \quad м^3/с,$$

де $S = \pi D^2/4 = 3{,}14 \cdot 0{,}05^2/4 = 0{,}0018$ м²;

η_v = 0,89(див. формулу 31);

V_n = 0,083 м/с (вихідні дані);

$$Q_н < Q,\ 0{,}17 \cdot 10^{-3}\ м^3/с < 0{,}28 \cdot 10^{-3}\ м^3/с.$$

Умова виконується.

Перевірка потужності гідропривода

$$N_n = N_к / \eta_{пн} = 0.520/0{,}865 = 0.6 \text{ кВт},$$

де $$N_к = 10^3 \cdot Q_н \cdot P = 1 \cdot 10^3 \cdot 0{,}17 \cdot 10^{-3} \cdot 3.06 = 0.520 \text{ кВт};$$

$$\eta_{пн} = \eta_v \cdot \eta_м = 0{,}82 \cdot 0{,}94 = 0{,}865;$$

$$N_к < N_{гр};\ 5{,}92 \text{ кВт} < 6{,}7 \text{ кВт}.$$

Умова виконується.

Перевірка швидкості поршня

$$V_n = \frac{N_n \eta_n}{10^3 PS} = \frac{0.648 \cdot 0{,}751}{1 \cdot 10^3 \cdot 3.06 \cdot 0{,}0017} = 0{,}0811 \text{ м/с},$$

Втрати потужності

$$\Delta N = Ф = N_n(1 - \eta_n) = 0.648(1 - 0{,}865) = 0.087 \text{ кВт} = 87 \text{ Вт}.$$

Площа поверхні теплообмінника

$$S_m = \frac{ФK_m}{\alpha \cdot \Delta T} = \frac{87 \cdot 0{,}5}{15{,}1 \cdot 30} = 0.18 \text{ м}^2,$$

де $K_m = t_p/t_{зм} = 4/8 = 0,5$ (приймаємо);

$\alpha = 15,1$ Вт/(м² К) (обтікається повітрям див. пункт 5.7);

$\Delta T = T – T_0 = 343 – 313 = 30$ К (приймаємо).

3.3. Вибір колеса для розворотного механізму трактора.

m = 500 кг (маса передньої частини трактора)

g = 9,81 м/с² (прискорення вільного падіння)

$$G = m \cdot g = 500 \cdot 9,81 = 4905 \text{ Н}$$

Вага трактора : G = 4905 Н

Навантаження на одне колесо

Розворотний механізм має 2 опорні колеса: Gк = G / n

$$Gк = G/n = 4905/2 = 2452,5 \text{ Н}$$

На одне колесо припадає: Gк = 2452,5 Н

Сила опору коченню

Для ущільненого ґрунту: f = 0,06

Сила опору коченню одного колеса:

$$Fк = f \cdot Gк = 0,06 \cdot 2452,5 = 147,15 \text{ Н}$$

Вибір радіуса колеса

Для такого навантаження колесо радіусом 0,15 м замале, особливо якщо механізм працює на ґрунті. Доцільніше: R = 0,20 м

Діаметр колеса: D = 2R = 2 · 0,20 = 0,40 м, тобто D = 400 мм

Визначення крутного момент на осі колеса

$$M = Fк \cdot R = 147.5 \cdot 0.20 = 29,43 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Коефіцієнт запасу: Кз = 2

$$Мрозр = М \cdot К_З = 29,43 \cdot 2 = 58,86 \text{ Н·м}$$

Розрахунковий момент: Мрозр ≈ 59 Н·м

Проаналізувавши дані розрахунки можу сказати що для поворотного колеса доцільно використовувати колесо радіусом 0,2 м

3.4. Розрахунок обертового гідропривода

Вихідні дані

M – крутний момент на валу гідромотора, 59 Нм;

ω – кутова швидкість вала гідромотора, 2.5 рад/с.

визначення потужності гідропривода:

$N_г = M\omega$,=59·2.5=147 Вт=0.147 кВт,

Потужність гідропривода розрахункова

$$N_{гр} = K_з \cdot K_r \cdot N_r = 1,2 \cdot 1,3 \cdot 0.14 = 230\text{Вт} = 0.23\text{кВт}.$$

Вибираємо номінальний тиск $P_{ном}$ = 6.3МПа (додатки 2, 3)

Максимальний робочий тиск приймаємо P_{max}=1,13·$P_{ном}$ =7.12 МПа

Подача насосної станції

$$Q' = N_{гр}/P_{ном} = 0.23/6.3 \cdot 10^6 = 3.65 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3/\text{с}$$

Подача насоса

$$Q = Q'/Z = 3.65 \cdot 10 - 2/1 = 3.65 \cdot 10 - 2\text{м}^3/\text{с} = 0{,}0365\text{дм}^3/\text{с} = 2.19 \text{ л/хв}.$$

Приймаємо насос НШ-6 (експериментальний):

$P_{ном}$ =6.3 МПа; $n_{ном}$=25 с$^{-1}$; n_{max} = 32 с$^{-1}$; об´ємний ККД η_v = 0,85; робочий об´єм $q_н$ = 25 см^3; номінальна подача Q = 2.9·10^{-4} м^3/с = 3,18 л/хв

Частота обертання вала насоса

$$n = Q/q_н \cdot \eta_v = 0,29/0,01 \cdot 0,92 = 31,52 \text{ с}^{-1} = 1891 \text{ об/хв}.$$

Приймаємо n = 1920 об/хв (додаток 12).

Робочий об'єм гідромотора визначають за формулою:

$$q_м = \frac{M}{0{,}159 \cdot 10^{-3}\left(P_{\text{ном}} - \sum \Delta P\right) \cdot \eta_м} = \frac{59}{0{,}159 \cdot 10^{-3}(6.3-630) \cdot 0.9} = 0.727 \text{ л},$$

Частоту обертання гідромотора визначають за формулою:

$$n_м = \frac{60 \cdot Q \cdot \eta_{vм}}{q_м} = \frac{60 \cdot 0.0365 \cdot 0.9}{0.727} = 27 \text{ об /хв}$$

Внутрішній діаметр напірного трубопроводу (труби)

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V_p}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1{,}47 \cdot 10^{-4}}{3{,}14 \cdot 6}} = 0{,}00558\text{м},$$

де V_p = 6 м/с (додаток 19)

Приймаємо $d_{вн}$ = 0,008м = 8 мм (умовний прохід додаток 18).

Вибираємо стальну безшовну трубу холоднодеформовану.

Товщина стінки напірного трубопроводу

$$\delta = \frac{Рвн_{max}}{2[\sigma]_p} = \frac{7.12 \cdot 0{,}008}{2 \cdot 240} = 0{,}0119 \text{ см} = 0{,}119 \text{ мм}.$$

Приймаємо δ = 0,4 мм (додаток 20).

Зовнішній діаметр напірного трубопроводу (труби)

$$d_з = d_{вн} + 2\delta = 0{,}08 + 2 \cdot 0{,}004 = 0{,}088 \text{ м} = 8 + 0{,}8 = 8.8 \text{ мм}.$$

Приймаємо $d_з$ = 10 мм (додаток 21).

Остаточно приймаємо для напірного трубопроводу $d_{вн}$ = 8 мм; δ = 0,5мм; $d_з$ = 9 мм (додаток 21).

Внутрішній діаметр зливного трубопроводу (труби)

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_p}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1{,}47 \cdot 10^{-4}}{3{,}14 \cdot 2}} = 0{,}0096м = 0.96\text{см} = 8.6\text{мм},$$

де V_p = 2 м/с (додаток 19).

Приймаємо $d_{вн}$ = 0,01м = 10 мм (додаток 18).

Товщина стінки зливного трубопроводу (труби)

$$\delta = \frac{P_з d_{вн}}{2[\sigma]_p} = \frac{0{,}8 \cdot 0{,}01}{2 \cdot 240} = 0{,}000016 \text{ м} = 0{,}0016 \text{ см} = 0{,}016 \text{ мм},$$

де $P_з$ = 0,8 МПа (тиск зливу).

Приймаючи до уваги зовнішні навантаження на трубопровід, приймаємо δ = 0,5 мм (додаток 20).

Зовнішній діаметр зливного трубопроводу

$$d_з = d_{вн} + 2\delta = 10 + 2 \cdot 0{,}5 = 11 \text{ мм}.$$

Остаточно приймаємо для зливного трубопроводу

$$d_{вн} = 10 \text{ мм}; \; d_з = 11 \text{ мм}; \; \delta = 0{,}5 \text{ мм (додаток 21)}.$$

Внутрішній діаметр всмоктувального трубопроводу

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_p}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1{,}47 \cdot 10^{-4}}{3{,}14 \cdot 1.2}} = 0{,}0125м = 1.25\text{см} = 12.5\text{мм},$$

де V_p = 1.2 м/с (додаток 19)

Вибираємо рукав гумовий з $d_{вн}$ = 16 мм; δ = 3 мм (додаток 23).

Згідно $P_{ном}$ = 6.3 МПа, Q = 0,53 дм³/с; умовний прохід – 16 мм вибираємо гідророзподільник типу РС (додаток 24); $P_{ном}$ = 16 МПа; Q = 1,6 дм³/с, умовний прохід – 20 мм.

Площа сітчастого фільтра

$$S_ф = \frac{60 Q \mu}{k \Delta P_ф} = \frac{60 \cdot 0{,}29 \cdot 0{,}596}{2{,}27 \cdot 0{,}1} = 45{,}7 \text{ см}^2,$$

де $\mu = v \cdot \rho = 670 \cdot 10^{-6} \cdot 890 = 0{,}596$ Нс/м²;

ρ вибираємо за додатком 1, а v за додатком 1 чи рис. 7 (для робочої рідини М–10В$_2$); k =2,27 дм³/см² (додаток 27).

Вибираємо металеву сітку № 0045 із загальною площею 84 см².

Місткість бака

$$W = (2–3)\ Q = 2 \cdot 8.82 = 17.64 \text{ дм}^3$$

Приймаємо W = 20 дм³ (додаток 28).

Перевірочний розрахунок

Напірний трубопровід

Середня швидкість руху рідини у нагнітальному трубопроводі

$$V_p = \frac{4Q}{\pi d_{вн}^2} = \frac{4 \cdot 0{,}147 \cdot 10^{-3}}{3{,}14 \cdot 0{,}010^2} = 2{,}93 \text{ м/с.}$$

Число Рейнольдса

$$\text{Re} = V_\text{р} \cdot d_{вн}/v = 2{,}93 \cdot 0{,}01/(82 \cdot 10^{-6}) = 286,$$

де $v = 82 \cdot 10^{-6}$ м²/с (додаток 1 або рис.7 для М–10В$_2$).

Re = 286 < Re$_{кр}$ = 2100, отже режим руху рідини ламінарний (додаток 29).

Коефіцієнт гідравлічного тертя

$$\lambda = 75/\text{Re} = 75/286 = 0{,}263$$

Шляхові втрати тиску на прямолінійних ділянках напірного трубопроводу

$$\Delta P_{шн} = \frac{\lambda L V_p^2 \rho}{2 d_{вн}} = \frac{0{,}263 \cdot 3 \cdot 2.93^2 \cdot 890}{2 \cdot 0{,}01} = 375 \cdot 10^3 \text{ Па} = 0{,}33 \text{ МПа},$$

Місцеві втрати тиску рідини у напірному трубопроводі

$$\Delta P_{мн} = V_p^2 \cdot \rho \cdot \sum \varepsilon / 2 = 2.93^{\,2} \cdot 890 \cdot 3{,}69/2 = 14477 \text{Па} = 0{,}0145 \text{ МПа},$$

де $\sum \varepsilon$ – сума коефіцієнтів місцевого опору (див. рис. 6 і додаток 30)

а – пряме коліно, ε = 1,4–1 шт;

б – трійник, ε = 2–1 шт;

в – штуцер, ε = 0,1–4 шт;

$\sum \varepsilon = 1{,}4 + 2 + 4 \cdot 0{,}1 = 3{,}8.$

Втрати тиску рідини у гідроагрегатах напірного трубопроводу

$$\Delta P_{гн} = V_p^2 \cdot \rho \cdot \sum \varepsilon_г / 2 = 2.93^2 \cdot 890 \cdot 4/2 = 15239 \text{ Па} = 0{,}0152 \text{ МПа},$$

де $\varepsilon_г = 4$ – коефіцієнт опору гідророзподільника (додаток 30)

Зливний трубопровід.

Середня швидкість рідини у зливному трубопроводі

$$V_p = \frac{4Q}{\pi \cdot d_{вн}^2} = \frac{4 \cdot 0{,}147 \cdot 10^{-3}}{3{,}14 \cdot 0{,}010^2} = 1{,}87 \text{ м/с}.$$

Число Рейнольдса

$$\text{Re} = V_p \cdot d_{вн} / \nu = 1{,}87 \cdot 0{,}010 / (82 \cdot 10^{-6}) = 228.$$

$$226 < 2100 \text{ (режим ламінарний)}.$$

Коефіцієнт гідравлічного тертя

$$\lambda = 75/228 = 0{,}329.$$

Шляхові втрати тиску на прямолінійних ділянках зливного трубопроводу

$$\Delta P_{шз} = \frac{\lambda L V_p^2 \rho}{2 d_{вн}} = \frac{0{,}329 \cdot 4 \cdot 1{,}87^2 \cdot 890}{2 \cdot 0{,}010} = 204995 \text{Па} = 0{,}205 \text{ МПа}.$$

Місцеві втрати тиску у зливному трубопроводі

$$\Delta P_{мз} = V_p^2 \cdot \rho \cdot \sum \varepsilon / 2 = 1{,}87^2 \cdot 890 \cdot 6.5/2 = 5150 \text{ Па} = 0{,}00515 \text{ МПа},$$

де *а* – пряме коліно, ε = 1,4–2 шт.

в – штуцер, ε = 0,1–5 шт.

$\Sigma\varepsilon = 2 \cdot 1{,}4 + 5 \cdot 0{,}1 = 3{,}3$ (рис. 6 додаток 30).

Всмоктувальний трубопровід

Середня швидкість рідини у всмоктувальному трубопроводі

$$V_p = \frac{4Q}{\pi \cdot d_{вн}^2} = \frac{4 \cdot 0{,}147 \cdot 10^{-3}}{3{,}14 \cdot 0{,}020^2} = 0{,}732 \text{ м/с.}$$

Число Рейнольдса

$$\text{Re} = V_p \cdot d_{вн} / \nu = 0.732 \cdot 0{,}016 / 82 \cdot 10^{-6} = 143,$$

329 < 1600 (рукав гумовий додаток 29).

Коефіцієнт гідравлічного тертя

$$\lambda = 77/143 = 0{,}525.$$

Шляхові втрати на прямолінійних ділянках

$$\Delta P_{шв} = \frac{\lambda L_5 V_p^2 \rho}{2 d_{вн}} = \frac{0{,}525 \cdot 0{,}5 \cdot 0.732^2 \cdot 890}{2 \cdot 0{,}016} = 3916 \text{ Па} = 0{,}00391 \text{ МПа,}$$

де L_5 = 0,5 м.

Місцеві втрати

$$\Delta P_{мв} = V_p^2 \cdot \rho \Sigma\varepsilon / 2 = 0.732^2 \cdot 890 \cdot 0{,}1/2 = 23.8 \text{ Па,}$$

де ε = 0,1–1 штуцер.

Сумарні шляхові втрати тиску

$$\Sigma\Delta P_ш = \Delta P_{шн} + \Delta P_{шз} + \Delta P_{шв} = 375356 + 204995 + 3910 = 584261 \text{ Па.}$$

Сумарні місцеві втрати тиску

$$\Sigma\Delta P_м = \Delta P_{мн} + \Delta P_{мз} + \Delta P_{мв} = 14477 + 5150 + 23.8 = 19651 \text{ Па.}$$

Сумарні втрати тиску у гідроагрегатах

$$\Sigma\Delta P_г = \Delta P_{гн} + \Delta P_{гз} + \Delta P_{гв} = 15239 + 10145 + 0 = 25382 \text{ Па}.$$

Загальна величина втрат тиску у гідроприводах

$$\Delta P = \Sigma\Delta P_ш + \Sigma\Delta P_м + \Sigma\Delta P_г = 584261 + 19651 + 25382 =$$

$$= 629.294 \text{Па} = 0{,}629 \text{ МПа},$$

де ΔP складає 9.98% від номінального (допускається 10%).

Отже гідропривод спроектований оптимально.

Розрахунок ККД гідропривода.

Об'ємний ККД

$$\eta_v = \eta_{vн} \cdot \eta_{vр} \cdot \eta_{vц} = 0{,}92 \cdot 0{,}98 \cdot 0{,}9 = 0{,}812.$$

Гідравлічний ККД

$$\eta_r = (P_{ном} - \Delta P)/P_{ном} = (6.3 - 0{,}629)/6/3 = 0.9$$

Механічний ККД

$$\eta_м = \eta_{мн} \cdot \eta_{мр} \cdot \eta_{мц} = 0{,}94 \cdot 0{,}96 \cdot 0.9 = 0{,}812.$$

Повний ККД

$$\eta_п = \eta_v \cdot \eta_r \cdot \eta_м = 0{,}812 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}812 = 0{,}6.$$

Гідропривод спроектований оптимально ($\eta_н = 0{,}6\text{-}0{,}8$).

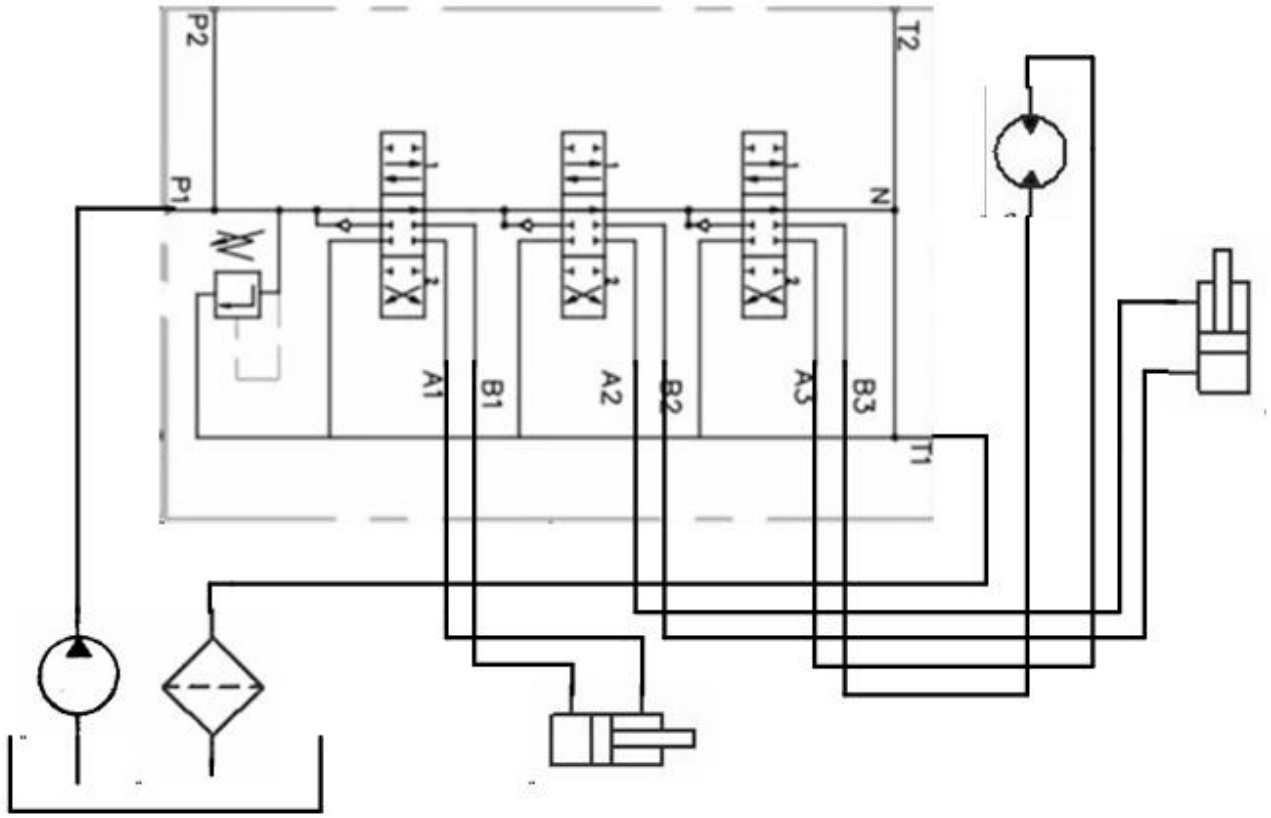

Рис 2. 1 принципова гідравлічна схема для гідрофікованого пристрою розвороту трактора

3. ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ВИКОНАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОБІТ

Охорона праці в сільському господарстві являється важливою складовою організації виробничого процесу, так як працівники під час виконання польових робіт мають справу з машино-тракторними агрегатами і рештою транспортних засобів які є в наявності в господарстві, також різними мінеральними добривами, засобами захисту рослин, паливно-мастильними матеріалами, що негативно впливають на здоров'я працівників і безпеку виконання роботи, також не варто забувати про роботу з різними природними умовами. Розглянемо основні небезпечні фактори які можуть бути присутніми для під час виконання сільськогосподарських робіт, такими факторами являються рухомі частини машин і механізмів, карданні передачі, ланцюгові та пасові передачі, робочі органи ґрунтообробних машин, підвищений рівень шуму, вібрація, запиленість повітря, дія хімічних речовин, а також можливість перекидання трактора або травмування працівника під час обслуговування агрегату. Відповідно до вимог безпеки, рухомі частини машин, які можуть становити небезпеку для працівників, повинні бути огороджені захисними кожухами або іншими засобами захисту. Перед початком виконання робіт працівники повинні пройти інструктаж з охорони праці, знати правила безпечної експлуатації техніки, порядок виконання технологічної операції та дії у разі виникнення аварійної ситуації, а також бути ознайомленими з технікою безпеки при виконанні допоміжних робіт. Особливо це стосується робіт з підвищеною небезпекою, де працівники повинні проходити спеціальне навчання і перевірку знань з питань охорони праці та пожежної безпеки.

Перед виїздом у поле необхідно перевірити технічний стан трактора і сільськогосподарського агрегату. Особливу увагу потрібно звернути на справність гальмівної системи, рульового керування, навісної системи, зчіпного пристрою, карданних валів, шин, світлової та звукової сигналізації, а також на наявність захисних огороджень. Згідно до вимог з охорони праці вказано, що технічний стан тракторів, самохідних машин і знарядь повинен відповідати

вимогам безпеки, а машини з несправними або відсутніми захисними пристроями не повинні допускатися до роботи. Велику роль у безпечному виконанні польових робіт відіграє правильне агрегатування трактора з сільськогосподарською машиною. З'єднання трактора з навісним, напівнавісним або причіпним агрегатом потрібно виконувати на рівному майданчику, без присутності сторонніх осіб між трактором і агрегатом. Не допускається перебування працівників у небезпечній зоні під час руху трактора назад, тому що це може призвести до затискання або наїзду на працівника. Під час виконання польових робіт механізатор повинен дотримуватися встановленої швидкості руху машинно-тракторного агрегату, не виконувати різких поворотів і розворотів, а також постійно контролювати роботу агрегату. Особливо важливим це являється під час роботи на малих земельних ділянках, де поля мають неправильну форму, невелику довжину гонів і обмежені поворотні смуги. У таких умовах збільшується кількість розворотів, що підвищує навантаження на механізатора і може створювати додаткові небезпечні ситуації. Під час розвороту машинно-тракторного агрегату працівникам забороняється перебувати в зоні можливого руху маркерів або навісних машин. Також під час руху агрегату не допускається одночасне обслуговування одним працівником двох або більше сівалок, тому що це може призвести до втрати контролю за робочим процесом і виникнення небезпечної ситуації. Очищення, регулювання і заміну робочих органів навісних машин необхідно проводити тільки після повної зупинки агрегату, вимкнення двигуна трактора і фіксації машини у безпечному положенні. Якщо агрегат знаходиться у піднятому положенні, потрібно вжити заходів, які не допускають його самовільного опускання. Роботи по очищенню робочих органів потрібно виконувати спеціальними чистками і в рукавицях, а не руками, тому що робочі органи можуть мати гострі кромки, що може призвести до травм працівників рід час очищення. Велику увагу потрібно приділяти роботам з мінеральними добривами, з засобами захисту рослин і іншими хімічними речовинами. Дані речовини можуть негативно впливати на організм людини при потраплянні на шкіру, в очі або органи дихання. Тому під час роботи

з ними працівники повинні використовувати спецодяг, спецвзуття, рукавиці, засоби захисту органів дихання та зору. Також велику роль відіграє транспортування, зберігання і застосування засобів захисту рослин які потрібно проводити з дотриманням вимог законодавства та встановлених регламентів застосування. Під час роботи з хімічними речовинами не допускається перевезення їх разом із людьми, харчовими продуктами, кормами або біологічними засобами захисту рослин. Також тара з-під мінеральних добрив і хімічних речовин не повинна використовуватися для зберігання продуктів, води або кормів, тому що це може призвести до отруєння людей або тварин. Важливим фактором безпеки являється також пожежна безпека під час виконання сільськогосподарських робіт. Трактори, самохідні машини та агрегати, які працюють з паливно-мастильними матеріалами або виконують роботи на полях із сухою рослинною масою, повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння. Місця встановлення вогнегасників повинні бути легкодоступними, щоб у разі виникнення пожежі працівник міг швидко ними скористатися. Заправку техніки паливом необхідно проводити тільки при вимкненому двигуні, не допускаючи проливання пального на гарячі частини двигуна. Паління під час заправки техніки, ремонту паливної системи або поблизу місць зберігання паливно-мастильних матеріалів категорично забороняється. Дотримання даних вимог дозволяє зменшити ризик загоряння техніки, посівів або сухих рослинних залишків. Під час технічного обслуговування машинно-тракторних агрегатів у польових умовах необхідно використовувати спеціально обладнану пересувну майстерню або автомобіль, який має необхідний інструмент, пристрої та первинні засоби пожежогасіння. Ремонт агрегатів у полі потрібно проводити на безпечній відстані від посівів і на рівному майданчику, що дозволяє зменшити ризик пожежі, перекидання техніки або травмування працівників під час ремонту. Також велике значення має правильна організація робочого місця механізатора. Кабіна трактора повинна бути справною, чистою, не захараченою сторонніми предметами, а органи керування повинні бути зручними і справними. Робоче місце оператора повинно

бути захищене від викидання ґрунту з-під коліс і робочих органів машини, а машини з робочим місцем оператора повинні мати площадки, підніжки, поручні або інші пристрої для безпечного піднімання і спускання. Під час виконання сільськогосподарських робіт потрібно враховувати погодні умови. Не рекомендується виконувати польові роботи під час грози, густого туману, сильної зливи, ожеледиці або поганої видимості, тому що це ускладнює керування технікою і може призвести до аварійних ситуацій. У жарку пору року потрібно забезпечити працівників питною водою, організовувати перерви для відпочинку і не допускати перегрівання організму. Таким чином можна сказати, що охорона праці під час виконання сільськогосподарських робіт має велике значення для збереження життя і здоров'я працівників, забезпечення безпечної експлуатації сільськогосподарської техніки та підвищення ефективності виробничого процесу. Дотримання вимог безпеки, проходження інструктажів, справний технічний стан машин, використання засобів індивідуального захисту, правильна організація руху машинно-тракторного агрегату і виконання правил пожежної безпеки дозволяють зменшити ризик травматизму та забезпечити безпечне виконання польових робіт.

4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

У фермерських господарствах значною мірою ефективність використання машино-тракторного парку залежить віл продуктивності виконання сільськогосподарських операцій, витрати робочого часу, витрат на пальне. Особливої уваги слід приділити раціональному використанню робочого часу зміни, оскільки значна частина часу йде на допоміжні операції.До допоміжних операцій можна віднести повороти, холості переїзди, особливого значення це набуває у малих фермерських господарствах, оскільки вони мають поля невеликої площі а також ділянки не правильної форми, що супроводжується обмеженими розворотними смугами, що підвищує час на розворот машино-тракторного агрегату і цим самим знижує змінну продуктивність агрегату. Запропонована мною гідрофікована система повороту спрямовується на зменшення радіусу повороту, що в свою чергу зменшує поворотні смуги і збільшується довжина робочих гонів.що збільшує площу обробленої поверхні без виконання додаткових робіт.

Розглянемо продуктивність агрегату за зміну до приєднання гідрофікованої системи повороту і з приєднаною гідрофікованою системою повороту на прикладі посадки картоплі.

Визначення змінної продуктивності агрегату

Для оцінки економічної ефективності використовується формула змінної продуктивності машинно-тракторного агрегату: по таких вихідних даних робоча швидкість 5 км/год, робоча ширина захвату 1,4 м,час зміни 8 год, і коефіцієнт використання часу до модернізації 0,7,коефіцієнт використання часу після модернізації 0,82

Визначення змінної продуктивності агрегату до модернізації і після

$$Wзм1=0,1\cdot Bp\cdot Vp\cdot Tзм\cdot \tau 1 = 0,1\cdot 1,4\cdot 5\cdot 8\cdot 0,7 = 3,92 га/зміну$$

де:

Wзм1 - змінна продуктивність агрегату до модернізації, га/зміну;

Вр - робоча ширина захвату агрегату, м;

Vр - робоча швидкість руху агрегату, км/год;

Тзм - тривалість робочої зміни, год;

τ1 - коефіцієнт використання часу зміни до модернізації;

0,1 - коефіцієнт переведення одиниць у гектари.

Визначення змінної продуктивності агрегату після модернізації

$$Wзм2=0,1\cdot Вр\cdot Vр\cdot Тзм\cdot \tau 2=0,1\cdot 1,4\cdot 5\cdot 8\cdot 0,8=4,48 \text{ га/зміну}$$

Визначення приросту змінної продуктивності

$$\Delta Wзм = Wзм2-Wзм1=4,48-3,92=0,56 \text{ га/зміну}$$

де:

ΔWзм - приріст змінної продуктивності агрегату, га/зміну;

Wзм2 - змінна продуктивність після модернізації, га/зміну;

Wзм1 - змінна продуктивність до модернізації, га/зміну.

Визначення відносного підвищення продуктивності

$$Рзм=(\Delta Wзм/Wзм1)\cdot 100=(0,56/3,92)\cdot 100 =14,3\%$$

де:

Рзм - відносне підвищення змінної продуктивності агрегату, %;

ΔWзм - приріст змінної продуктивності, га/зміну;

Wзм1 - змінна продуктивність до модернізації, га/зміну.

Визначення витрат часу на обробіток 1 га до модернізації

$$Тга1=Тзм/Wзм1=8/3,92 =2,04 \text{ год/га}$$

де:

Тга1 - витрати часу на обробіток 1 га до модернізації, год/га;

Тзм - тривалість робочої зміни, год;

Wзм1 - змінна продуктивність агрегату до модернізації, га/зміну.

Визначення витрат часу на обробіток 1 га після модернізації

$$Тга2=Тзм /Wзм2 =8/4,48=1,79год/га$$

де:

Тга2 - витрати часу на обробіток 1 га після модернізації, год/га;

Тзм - тривалість робочої зміни, год;

Wзм2 - змінна продуктивність агрегату після модернізації, га/зміну.

Визначення економії часу на 1 га

$$\Delta Т =Тга1-Тга2 =2,04 -1,79 = 0,25 год/га$$

де:

ΔТ - економія часу на обробіток 1 га, год/га;

Тга1 - витрати часу на 1 га до модернізації, год/га;

Тга2 - витрати часу на 1 га після модернізації, год/га.

Переведення економії часу в хвилини

$$\Delta Тхв=\Delta Т\cdot 60 =0,25\cdot 60=15хв/га$$

де:

ΔТхв - економія часу на 1 га, хв/га;

ΔТ - економія часу на 1 га, год/га;

60 - кількість хвилин в одній годині.

Визначення необробленої площі до модернізації

$$Fн1=b\cdot 1Lн=0,30\cdot 300=90\ м^2=0.09га$$

де:

Fн1 - необроблена площа до модернізації, $м^2$

b1 - середня ширина необробленої смуги до модернізації, м;

Lн - сумарна довжина необроблених ділянок, м.

Визначення необробленої площі після модернізації

$$Fн2=b2\cdot Lн=0,10\cdot 300=30м^2=0.03га$$

де:

Fн2 - необроблена площа після модернізації, $м^2$

b2 - середня ширина необробленої смуги після модернізації, м;

Lн - сумарна довжина необроблених ділянок, м.

Визначення зменшення необробленої площі на 1 га

$$\Delta Fн =Fн1-Fн2 =90-30=60м^2=0.06га$$

де:

ΔFн - зменшення необробленої площі на 1 га, $м^2$;

Fн1 - необроблена площа до модернізації, м/га;

Fн2 - необроблена площа після модернізації, м/га.

Визначення економічного ефекту від зменшення необробленої площі

$$Eпл=\Delta Fн.заг\cdot P=0,3\cdot 12000=3600\ грн$$

де:

Eпл - економічний ефект від зменшення необробленої площі, грн;

ΔFн.заг - загальне зменшення необробленої площі, га;

P - прибуток з 1 га, грн/га.

Економія пального на 1 га

$$Qек.га=\Delta T \cdot q = 0,25 \cdot 2,5 = 0,625 л/га$$

де:

Qек.га — економія пального на 1 га, л/га;

ΔТ — економія часу на 1 га, год/га;

q — годинна витрата пального, л/год.

Економія коштів на пальному на 1 га:

$$Епал.га=Qек.га \cdot Сп = 0,625 \cdot 85 = 53,13 грн.$$

Згідно з результатами розрахунків які були проведені в даній частині роботи можу сказати що після модернізації трактора за допомогою гідрофікованої системи розвороту , що продуктивність машино-тракторного агрегату збільшила на 14,3 % що є суттєвою перевагою у використанні даного пристрою в порівнянні з традиційними способами розвороту і також зменшився час розвороту на 15 хвилин що є великим плюсом для малих фермерських господарств розмірами до 50 га що і при використанні даного пристрою можна побачити збільшення прибутку за рахунок зменшення поворотної полоси і збільшення основної частини оброблювальної ділянки. Також за рахунок збільшення змінної продуктивності вдалося зменшити витрату палива на 1 гектар що позитивно впливає на економіку господарства і цим самим зменшує собівартість вирощування сільськогосподарських культур, що дає змогу конкурувати з середніми та великими фермерськими господарствами

5. ВИСНОВОК

У моїй дипломній роботі було розглянуто питання механізації виконання сільськогосподарських робіт у невеликих фермерських господарствах із розробленням гідрофікованої системи розвороту. Актуальність обраної теми грунтується на тому, що малі фермерські господарства займають важливе місце в аграрному виробництві, що суттєво підвищує економіку нашої держави, проте дані фермра часто мають обмежені фінансові можливості, невеликі площі обробітку, недостатню кількість сучасної техніки та потребу в універсальних енергетичних засобах. У таких умовах особливого значення набуває використання мінітракторів, які поєднують компактність, економічність, простоту експлуатації та можливість агрегатування з різними сільськогосподарськими агрегатами, що дає змогу закривати основні задачі господарства. Також під час виконання роботи було що ефективність виконання робіт залежить не тільки від потужності трактора і ширини захвату агрегату, а і залежить від правильної організації руху сільськогосподарського агрегату. Велику увагу слід приділити правильному вибору способу повороту машинно-тракторного агрегату, оскільки час повороту займає до 40% від усього часу виконання робіт. Особливо це проявляється в малих фермерських господарствах де поля мають не великі площі і часто є поля з неправильною формою, що проявляється на зменшенні продуктивності агрегату через короткі гони і великі розміри повортних смуг. І щоб зменшити ширину поворотних смуг мною була запропонована гідрофікована система повороту, що повністю виправдала себе в економічній частині. За допомогою даної системи розвороту вдалося виконувати ефективні розвороти зі зниженням витрат часу, на 15 хвилин що підвищить продуктивність машино-тракторного агрегату без збільшення ширини поворотних смуг на 14,3% що суттєво збільшує продуктивність, а також зменшиться ширина поворотної смуги цим самим збільшиться площа оброблювальної поверхні поля, що призведе до більшого врожаю з 1 гектара без залучення додаткових коштів, що суттєво знизить собівартість вирощування сільськогосподарських культур і допоможе легше конкурувати з середніми та

великими фермерами, а також перевагою гідрофікованої системи є маневреність в обмежених місцях де виконання звичного для нас повороту є ускладненим, або взагалі не можливим.

6. СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Державна служба статистики України. Сільське господарство України: статистичний збірник. Київ: Державна служба статистики України.URL:ttps://thedigital.gov.ua/news/progress/poshuk-danykh-za-sekundy-zapustyly-novyy-portal-derzstatu-z-shi-asystentom

Беженар І. М., Грищенко О. Ю**.** Фермерські господарства в Україні: стан та перспективи розвитку // Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління. 2023. URL: https://reicst.com.ua/pmt/article/download/2023-9-04-14/2023-9-04-14/835

Беженар І. Тенденції розвитку фермерських господарств // Аграрна економіка. 2024. Т. 17, № 1. URL: https://agrarianeconomy.lnup.edu.ua/images/docs/ae_2024_17_1/AE-17_1_8.pdf

Ступень Н., Дудич Л., Дудич Г. Перспективи розвитку фермерських господарств в Україні // Аграрна економіка. 2020.. URL: https://agrarianeconomy.lnup.edu.ua/images/docs/ae_2020_13_1-2/AE-13_1-2_12.pdf

Мазана Т. В**.** Розвиток фермерських господарств України з урахуванням сучасних умов // Агросвіт. 2015. № 10. URL: https://www.agrosvit.info/pdf/10_2015/5.pdf

Дерев'янко Д. А**.** Аналіз наявних способів руху сільськогосподарських агрегатів // Сучасні проблеми землеробської механіки: матеріали наукової конференції. Київ: НУБіП України, 2024. URL: https://dglib.nubip.edu.ua/server/api/core/bitstreams/de813239-47b2-426a-9b55-40430cdf18f4/content

Лимар О. О. Основи експлуатації машинно-тракторного парку: методичні рекомендації до виконання практичних робіт. Миколаїв: Миколаївський національний аграрний університет, 2021. URL: https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/10387/1/osnovi-ekspluataciyi-mashinno-traktornogo-parku-mb-208.pdf

Лимар О. О. Основи експлуатації машинно-тракторного парку: курс лекцій. Миколаїв: Миколаївський національний аграрний університет, 2021. URL: https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/10388/1/osnovi-ekspluataciyi-mashinno-traktornogo-parku-lekciyi-mb-208.pdf

Демидко М. О. Експлуатація машинно-тракторного парку: навчальний посібник. URL:http://moodle.nati.org.ua/pluginfile.php/296/mod_resource/content/0/operation_of_the_machine_and_tractor.pdf

Оляднічук Р. В**.** Експлуатація машин і обладнання: конспект лекцій для здобувачів спеціальності 208 "Агроінженерія". Умань: Уманський національний університет садівництва, 2020. URL: https://pmoapv.udau.edu.ua/assets/files/2021/lekcii/emo-lz.pdf

Войтюк Д. Г., Аніскевич Л. В., Іщенко В. В. та ін. Сільськогосподарські машини: підручник. Київ: Агроосвіта, 2015. URL: https://repo.ocsnau.net/id/eprint/293/1/Войтюк%20%282015%29%20Сільськогосподарські%20машини.pdf

Войтюк Д. Г., Гаврилюк Г. Р**.** Сільськогосподарські машини: підручник. Київ: Каравела, 2004.. URL: https://vpu36balin.km.ua/wp-content/uploads/2025/04/%D0%A1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%81%D1%8C%D0%BA%D1%96-%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%B8-%D0%94-%D0%93-%D0%92%D0%BE%D0%B9%D1%82%D1%8E%D0%BA.pdf

Гавриш В. І., Бондаренко О. В. Основи теорії розрахунку мобільних

енергетичних засобів: навчальний посібник. Миколаїв: МДАУ, 2011.URL: https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/11610/1/gavrish-metod-rekom-atestac-208-bak-2022.pdf

ДСТУ 7322:2013. Трактори сільськогосподарські. Загальні технічні умови. Київ: Мінекономрозвитку України, 2014.URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_7322_2013_0.pdf

Dongfeng Україна**.** Мінітрактор Dongfeng DF 244 DH: технічні характеристики. URL: https://www.dongfeng.com.ua/ua/dongfeng-244-dh.html?utm_source=chatgpt.com

MiniAgro. Мінітрактор Dongfeng DF 244 G2B реверс: технічні характеристики. URL:

Motokosmos**.** Мінітрактор Dongfeng DF 244 DG: технічні характеристики. URL: https://motokosmos.ua/ua/minitraktor_df_244_dh

Бурєнніков Ю. А., Немировський І. А., Козлов Л. Г. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2013. 273 с. URL: https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/Burenikov_2013_273.pdf

Журавель Д. П., Паламарчук І. П., Уманський С. М., Паламарчук В. І. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи: підручник / за ред. Д. П. Журавля. Київ: ЦП "Компринт", 2021. 449 с.
URL: https://elar.tsatu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/afaebd27-d78b-4b58-b896-65e7fcf27f95/content

Рязанцев Р. Ю. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи: навчальний посібник. Бар, 2022. 140 с. URL: https://vspbfktbntu.com.ua/uploads/Pocibnuk_hidravlika.pdf?utm_source=chatgpt.com

ДСТУ ГОСТ 12.2.019:2005**.** Система стандартів безпеки праці. Трактори і машини самохідні сільськогосподарські. Загальні вимоги безпеки.URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=59427&utm_source=chatgpt.com

Міністерство соціальної політики України. Про затвердження Правил охорони праці у сільськогосподарському виробництві: наказ від 29.08.2018 № 1240. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/z1090-18

Міністерство надзвичайних ситуацій України**.** Про затвердження Правил охорони праці у сільськогосподарському виробництві: наказ від 26.11.2012 № 1353.URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/z2075-12?utm_source=chatgpt.com#Text

Додаток Н

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСТИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет *механіко-технологічний*

Декларація про академічну доброчесність та використання ШІ

ДЕКЛАРАЦІЯ ЗДОБУВАЧА

Я, Борисенко Роман Васильович, здобувач НУБіП України, усвідомлюючи відповідальність за порушення академічної доброчесності, цією заявою підтверджую, що:

1. Моя бакалаврська кваліфікаційна робота (проєкт) на тему

«Механізація виконання сільськогосподарських робіт у малих фермерських господарствах з розробленням гідрофікованої системи розвороту трактора»

є результатом моєї особистої праці.

2. Усі запозичення з текстів інших авторів мають відповідні посилання згідно з чинними стандартами.

3. Щодо використання інструментів ШІ зазначаю:

- інструменти ШІ (ChatGPT, Gemini) були використані для:
  - [ ] перекладу іншомовних джерел;
  - [ ] стилістичного редагування та перевірки граматики.

Я розумію, що надання недостовірної інформації може призвести до скасування результатів захисту та відрахування з числа здобувачів НУБіП України.

«_» _____2026р. _____ Борисенко Роман

(підпис) **(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)**