

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

інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

технічної механіки та сільськогосподарських машин

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Обґрунтування параметрів крайніх секцій штанги**
причіпного обприскувача

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МСм
спеціальності _____

133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва спеціальності)

Вовк І.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Бабій А.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Сташків М.Я.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Бабій А.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

Факультет _____ інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра _____ технічної механіки та сільськогосподарських машин
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Бабій А.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня _____ **магістр**
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю _____ **133 Галузеве машинобудування**
(шифр і назва спеціальності)

студенту _____ **Вовку Івану Васильовичу**
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ **Обґрунтування параметрів крайніх секцій штанги
причіпного обприскувача**

Керівник роботи _____ **Бабій Андрій Васильович, д.т.н., доцент**
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «01» 11 2022 року № 4/7-872

2. Термін подання студентом завершеної роботи 21.12.2022

3. Вихідні дані до роботи Продуктивність машини за годину основного часу не менше 12

га/год; кількість розпилювачів на штанзі 32 шт; крок між розпилювачами – 0,5 м;

Максимальний тиск в системі – 2 МПа; маса базової конструкції штанги – 650 кг;

Навантаження на крайню секцію – рівномірно розподілене 27,2 Н/м;

Коефіцієнт динамічності крайніх секцій – 6,25.

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

Вступ. 1. Аналіз особливостей об'єкту проектування.

2. Обґрунтування основних параметрів об'єкту розробки.

3. Дослідження параметрів об'єкту розробки.

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Загальні висновки

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

Обприскувач причіпний ОПШ-15-01. СК. 1А1.

Секція крайня. СК. 1А1. Труба.СК.1А2. Труба.СК.1А2

Несуча труба. СК. 1А2. Деталювання. 1А2.

Загальний вид намотувальної машини. 1А1. Теоретичне обґрунтування прийнятих рішень.

1А1. Деталювання. 1А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналіз особливостей об'єкту проектування	22.11.22	
2.	Обґрунтування основних параметрів об'єкту проектування	28.11.22	
3.	Дослідження параметрів об'єкту розробки	05.12.22	
4.	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	10.12.22	
5.	Графічна частина	15.12.22	

Студент _____
(підпис)

Вовк І.В.
_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Бабій А.В.
_____ (прізвище та ініціали)

Реферат

Мета і завдання дослідження – провести обґрунтування параметрів крайніх секцій штанги причіпного обприскувача для зменшення маси, штанги та динамічних навантажень на конструкцію в цілому.

Для досягнення мети дослідження було поставлено та вирішено такі завдання:

проведено огляд конструкції обприскувачів, де вказано на їх типові поломки, що виникають при експлуатації;

виконано ряд технологічних розрахунків, зокрема, встановлено параметри розкладання базової конструкції штанги;

обґрунтовано використання базальтопластикового матеріалу для виготовлення крайніх секцій;

проведено силовий розрахунок крайніх секцій штанги;

зроблено аналіз динамічних навантажень за матеріалами експериментальних досліджень штанги;

наведено технологію виготовлення крайніх секцій штанги з базальтопластику.

Об'єктом дослідження – каркаси штанги причіпного сільськогосподарського обприскувача.

Предмет дослідження – крайні секції штанги, обґрунтування їх параметрів та технології виготовлення.

Методи дослідження – при дослідженні параметрів кріпильних елементів користувалися базовими методами опору матеріалів, деталей машин, спеціальних дисциплін таких як сільськогосподарські машини, конструкція, розрахунок і виробництво сільськогосподарських машин тощо.

Наукова новизна отриманих результатів. Запропонований полегшений варіант крайніх секцій штанги обґрунтовано знижує навантаження на всю конструкцію штанги та підвищує її ресурс роботи.

Практичне значення отриманих результатів полягає в розробці технології виготовлення крайніх секцій штанги причіпного обприскувача з композитного базальтопластикового матеріалу, який забезпечує значне зниження маси крайніх секцій штанги обприскувача без втрати їх функціональних здатностей.

Апробація результатів. Окремі результати роботи доповідались на V Міжнародна студентська науково-технічна конференція «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання». ТНТУ. 2022.

Робота складається з вступу, чотирьох розділів, використаної літератури та додатків. Основний матеріал викладено на 61 сторінці машинописного тексту. Додатки займають 10 сторінок. Графічний матеріал викладено на 8 листах формату А1.

Ключові слова. Обприскувач, напруження, міксер, тиск, фільтр, кронштейн.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ’ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ	7
1.1 Суть і переваги хімічного захисту рослин	7
1.2 Аналіз базової конструкції обприскувача ОПШ–15	8
1.3 Основні несправності обприскувачів. Обґрунтування доцільності використання композитних матеріалів в їх конструкціях	17
1.4 Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи магістра	20
2 ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ’ЄКТУ РОЗРОБКИ.....	21
2.1 Основні технологічні розрахунки обприскувача.....	21
2.2 Розрахунок параметрів системи розкладання штанги обприскувача.....	24
2.3 Обґрунтування використання полегшеного варіанту крайніх секцій штанги обприскувача	29
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБ’ЄКТУ РОЗРОБКИ	30
3.1 Силовий аналіз розроблюваної штанги.....	30
3.2 Обґрунтування вибору матеріалу для виготовлення крайніх секцій штанги та їх експериментальна перевірка	36
3.3 Технологія виготовлення базальтопластикових функціонально–тримких трубопроводів штанги обприскувача.....	41
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	49
4.1 Нормативні вимоги виконання робіт із застосуванням пестицидів	49
4.2 Захист персоналу при роботі з пестицидами	51
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	56
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	57
ДОДАТКИ	63

ВСТУП

Якщо в цілому розглядати сільськогосподарське виробництво, зокрема рослинництво, то наявність бур'янів, шкідників та хвороб завдають йому значної шкоди.

Давно існує багато способів захисту рослин: рослини захищають біологічними методами, де ключовим є використання проти «шкідників» їх природних ворогів;

Агротехнічні методи, де вирисовують науково обґрунтовані сівозміни, способи обробітку ґрунту тощо;

Механічні способи захисту з використання механічних перешкод чи інших механічних обмежень;

Біофізичні методи при застосування ультразвуку, струмів високої частоти тощо;

Хімічний метод боротьби проти бур'янів, шкідників та хвороб при використанні хімічних засобів [11, 12].

Саме хімічний захист господарських культур є питанням доцільності ще з давніх-давен. Вчені вже давно сперечаються про доцільність його застосування. Хоч на даний час існує досить багато способів захисту рослин, проте, альтернативи хімічного захисту ще не винайдено. Переваги хімічного захисту рослин є, в основному, його висока ефективність у порівнянні з вартістю. Високої ефективності такого захисту можна досягти тільки при поєднанні кількох способів захисту рослин. Проте в цьому комплексі, хімічний захист займає одне з провідних місць. Згубність такого захисту рослин в значній мірі залежить від якості хімічних препаратів та правильності їх застосування. Якщо говорити більш розлого, то хімічні препарати, що виробляються на світових ринках є відносно безпечними при дотриманні обґрунтованої технології їх внесення. Негативні моменти хімічного захисту, найчастіше проявляються, при недотриманні норми та способу внесення їх на об'єкт обробки.

1 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Суть і переваги хімічного захисту рослин

Хімічний захист рослин, найперше, вирізняється своєю високою універсальністю та ефективністю.

Не варто забувати, що такий захист має і високу продуктивність у порівнянні з іншими способами захисту рослин. Крім того, використання такого методу захисту на практиці показує його низьку собівартість у порівнянні з іншими методами захисту. Всі ці фактори разом роблять хімічний захист рослин, в певній мірі, на теперішній час незамінним способом захисту.

Разом з тим, застосування різного роду хімічних препаратів робить його небезпечним для людини та навколишнього середовища.

Зрозумілим є те, що рослини, тварини та людина в занятій мірі пов'язані між собою ланцюгами живлення. І якщо порушити цю гармонію на будь-якому рівні, то наслідки можуть бути досить непередбачуваними.

Мова йде про те, що людина використовує для хімічного захисту найрізноманітніші хімічні препарати, ефективність та безпечність яких не завжди в повній мірі доведена. Найпоширеніші препарати – це пестициди, що поділяються на багато підкласів в залежності від призначення використання.

Тому перш, ніж використовувати той чи інший хімічний препарат, що призначений проти буряна, чи шкідника, хвороби, потрібно знати який вплив це матиме на ланцюг живлення. Прикладом можуть бути препарати, які мають кумулятивні властивості і їх здатність накопичуватися та трансформуватися у інші сполуки – має крайнє негативне значення при застосуванні.

Ці всі фактори вказують на те, що використання тільки хімічного способу захисту буде недоцільним з огляду на його небезпечність. А значно ефективність зростає при поєднанні, наприклад з агротехнічними методами.

Наприклад, в нас була досить забур'янена площа. Для знищення небажаної рослинності потрібно було внести значну кількість хімічного препарату і забачу можна вирішити. Але цю задачу можна вирішити і по-іншому, застосувавши як агротехнічний метод боротьби – застосування правильної сівозміни. Скажімо засіявши цю площу озимою пшеницею, яка заглушить бур'ян та в значній мірі його знищить. Тоді довершити очищення площі можна із використанням хімічного захисту, але вже в значно меншій кількості застосування препарату.

Тобто з цього вже можна зробити висновок, що хімічний спосіб захисту рослин підвищує свою ефективність та безпечність, коли він застосовується у поєднанні з іншими методами захисту.

Як вказує практика, що безпечність хімічного захисту рослин залежить, як вже було зазначено, від якості препаратів для обробки (цей критерій вважаємо дотриманим), норми та способу внесення та агростроків внесення.

Якщо перший критерій щодо якості препарату виходить за межі механіків, то норма та спосіб внесення це пряма задача механіка, щоб це забезпечити. Що стосується агростроків внесення, то тут з позиції механіків повинно забезпечуватись наступне – машина, якою виконується обробка повинна бути готовою, тобто технічно справною до роботи у визначений час. Бо невчасно оброблена площа, губить весь сенс хімічного захисту, а тим паче його високої ефективності.

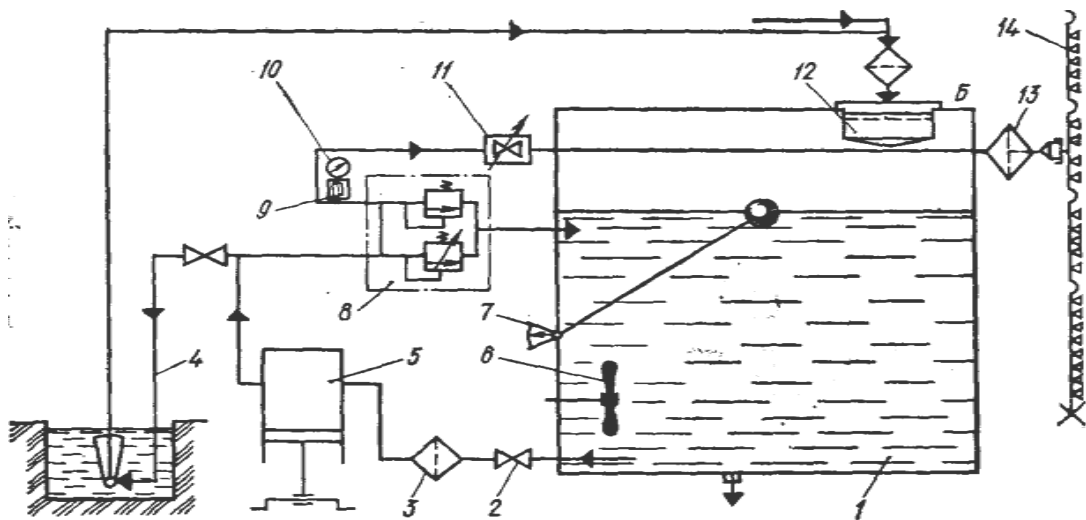
1.2 Аналіз базової конструкції обприскувача ОПШ–15

Модернізація вже існуючих конструкцій обприскувачів є актуальною, особливо для тих господарників, які не можуть собі дозволити регулярне оновлення машинно-тракторного парку.

Об'єктом нашого дослідження є обприскувач причіпний штанговий ОПШ–15 (рис. 1.1). Він призначається для обробки пестицидами польових культур і може бути використаний для приготування робочих рідин з легкозмішуваних з водою пестицидів [46].

Такий обприскувач розроблено на базі обприскувача ОВТ–1В. Його основні складові: насос, регулятор тиску, раму, бак, карданну передачу.

Рама ОПШ-15 обприскувача зварна, з профільованої сталі, встановлена на двох ходових колесах. У передній частині рама обладнана причіпним пристроєм, опорою та площадкою для кріплення насоса. Рама має кріплення для резервуара з робочим розчином, де він кріпиться. Крім того, там встановлено в комунікації та штангу. Насос приводиться в роботу від ВВП трактора, Розкладання штанги гідроциліндрами, що під'єднані до загальної гідросистеми трактора.



1 – бак; 2, 3, 6 – відповідно заливний і нагнітальний і всмоктувальний фільтри;
4–штанга; 5–кран муфтовий; 7–рівнемір; 8–насос; 9–ежектор; 10– вентиль ежектора; 11–демпферний пристрій; 12 – манометр; 13 – вентиль нагнітальної магістралі; 14–регулятор тиску

Рисунок 1.1 – Гідравлічна схема обприскувача ОПШ–15

Старші модель такого обприскувача мають ще металеві резервуари циліндричної форми.

Заливний фільтр знаходиться у горловині бака, яка замикається кришкою та затискачами, між горловиною і кришкою є гумова прокладка. До

бокової частини бака приварено три затиски для кріплення заправного шланга з ежектором. Резервуар спереду має: рівнемір, бачок з водою для миття рук, регулятор тиску, манометр, механічну мішалку (на новіших моделях встановлено вже гідравлічну мішалку) для перемішування робочої рідини.

Обприскувач має здатність до самозаправки через фільтр, що з'єднаний з насосом та баком за допомогою штуцерів рукава і муфтового крана.

Насос типу УН складається з корпусу, кривошипно–шатунної групи, клапанної коробки і циліндрів. Кривошипно-шатунна група включає колінчастий вал, три шатуни з металокерамічними вкладишами в нижніх головках і металокерамічними втулками в верхніх, з'єднані з шатунами за допомогою пальців повзуни, три поршні з манжетами. Запобігають попаданню робочої рідини в картер насоса захисні екрани.

У клапанній коробці розміщено три всмоктувальні й три нагнітальні клапанні групи. Окрема група складається з сідла клапана, ущільнюючого гумового кільця, що виступає ущільнювачем клапана, пружини та сітки. В корпусі насоса є заливний отвір з пробкою і вікна для стікання рідини, що просочується з насоса. Змащує деталі кривошипно–шатунної групи залите в насос масло, яке розбризкується встановленими на колінчастомк валу спеціальними розбризкувачами. Нагнітальна комунікація призначена для подачі робочої рідини до розпилувачів і складається з регулятора тиску, демпферного пристрою, фільтра, з'єднувальних рукавів деталей, що з'єднують регулятор тиску і фільтр з насосом і робочими органами.

Регулятор тиску включає два клапани – запобіжний, який регулюється заводом на тиск 1,2 МПа і пломбується, та регулювальний, за допомогою якого регулюють тиск до 2 МПа.

Демпферний пристрій встановлено на насосі. Він запобігає контакту робочої рідини з деталями манометра і зменшує коливання його стрілки.

Штанга складається з п'яти несучих металевих секцій, з'єднаних між собою осями з шайбами і шплінтами. До секцій хомутами з болтами кріпляться колектори з розпилувачами.

Центральна секція штанги кріпиться рухомо до стояків рами обприскувача за допомогою серги, осей, шайб і шплінтів. Завдяки цьому регулюють положення штанги, по висоті силовим циліндром. Складається і розкладається штанга за допомогою гідроциліндрів і канатів.

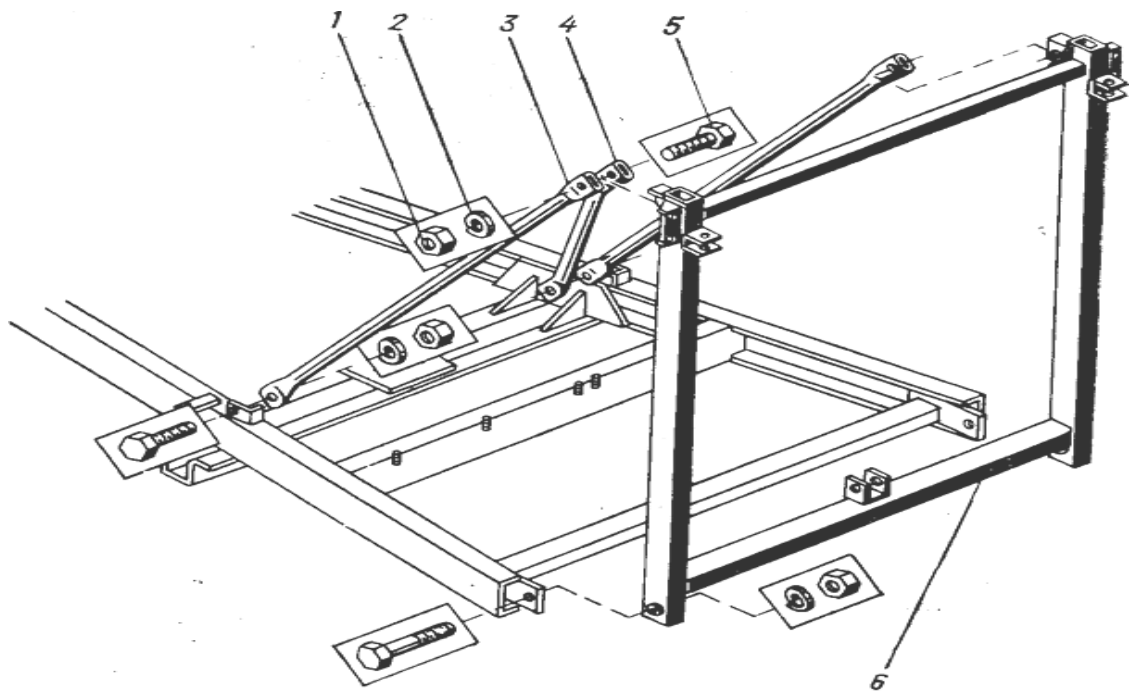
Обприскувач ОПШ–15 комплектується розпилювачами двох типів: відцентровими (діаметр вихідного отвору 1,2 мм) і щілинними (червоні і сині). Розпилювачі кріпляться до колекторів штанги хомутами.

Підготовка обприскувача ОПШ–15 до роботи включає складання його та монтаж складових частин і деталей на рамі у такій послідовності:

Приєднують рамку 6 (рис. 1.2) до рами обприскувача болтами 5 і стяжками 3 і 4, потім гайками і пружинними шайбами–упорами.

При монтажі штанги на обприскувач спочатку приєднують центральну секцію штанги до серги за допомогою осей шайб і шплінтів, далі з'єднують силовий циліндр з рамкою 6 (рис. 1.8) і поперечиною 4, потім до центральної секції приєднують проміжні, а до них – крайні. З'єднують канати хомутами, втулками і гайками з барабанами центральної і крайніх секцій, а потім кінці канатів – пружинами і тягами. Натягують канати і закріплюють їх хомутами. Встановлюють на кінцях центральної секції компенсатори, з'єднують з ними та кронштейнами проміжних секцій гідроциліндри і регулюють довжину компенсаторів. Для запобігання поломці гідроциліндрів їх осі розміщують горизонтально. Приєднують хомутами колектори до секцій штанги і обладнують на них вихрові розпилювачі.

На приймальний вал насоса надівають карданну передачу і закріплюють фланець кожуха до кришки підшипника насоса. Після цього прикріплюють до резервуара бачок з водою для миття рук та манометр і проводять технічний догляд згідно з інструкцією щодо експлуатації обприскувача.



1—гайка; 2 – шайба; 3, 4—стяжка; 5—болт; 6—рамка.

Рисунок 1.2 – Схема кріплення рамки та опори штанги до рами обприскувача ОПШ–15

Після виконання усіх операцій підготовки обприскувача до роботи його агрегатують з трактором, перевіряють роботу окремих складових частин і проводять обкатку. Для цього після перевірки правильності збирання й приєднання обприскувача до трактора заливають в бак 100 л води і, заклавши муфтовий кран всмоктувальної комунікації, плавно включають вал відбору потужності трактора на знижених обертах двигуна та перевіряють роботу обприскувача без подачі робочої рідини. Якщо насос, карданна передача, регулятор тиску, всмоктувальна й нагнітальна комунікації працюють нормально, виключають ВВП трактора, ставлять ручку дозатора в положення «П», відкривають муфтовий кран, плавно включають ВВП і поступово доводять оберти до номінальних. Маховичком регулятора тиску встановлюють тиск у нагнітальній комунікації 1,2 МПа і перевіряють роботу обприскувача в режимі «Самозаправка». Для цього заливають в бак не менше 30 л води, занурюють кінець заправного рукава в бак з робочою, рідиною, з'єднують рукав ежектора з штуцером вентиля ежектора на регуляторі тиску, закривають муфтовий кран переливу робочої рідини в бак на гідромішалку, вентиль подачі робочої рідини

від регулятора тиску до штанги муфтовий кран забору робочої рідини з бака в насос та, відкривши вентиль ежектора, плавно включають ВВП трактора і поступово збільшують швидкість його обертання до номінальної. Потім за допомогою маховичка регулятора тиску встановлюють тиск 1,8–2,0 МПа у нагнітальній комунікації і заповнюють бак водою. При нормальній роботі ежектора бак заповнюється за 8–10 хв. Після заповнення бака водою відключають ВВП трактора, закривають вентиль ежектора, закріплюють рукав ежектора в затискачах бака і обкатують обприскувач протягом 5 хвилин. Основні регулювання обприскувача:

робочого тиску – маховичком регулятора тиску;

хвилинної витрати робочої рідини – зміною робочого тиску в нагнітальній комунікації та встановленням на штанзі розпилювачів з відповідним діаметром вихідного отвору; висоти розміщення штанги над оброблюваною поверхнею – за допомогою гідроциліндра.

При обробці гербіцидами з нормою витрати робочої рідини понад 150 л/га використовують щілинні розпилювачі. Їх встановлюють на штанзі так, щоб факели розпилу не перетиналися і не залишали огріхів.

У разі застосування фунгіцидів чи інсектицидів з нормами витрати робочої рідини 75–150 л/га використовують відцентрові розпилювачі.

Хвилинну витрату одним розпилювачем обприскувача робочої рідини залежно від заданої норми внесення її на 1 га і швидкості руху агрегату визначають за табл. 1.1 [46]:

Таблиця 1.1 – Технологічні параметри витрати обприскувача ОПШ–15, л/хв

Задана норма внесення, л/га	Швидкість руху агрегату, км/год			Задана норма внесення, л/га	Швидкість руху агрегату, км/год		
	6	8	10		6	8	10
75	0,37	0,5	0,62	190	0,95	1,26	1,58
80	0,4	0,54	0,67	200	1,0	1,3	1,6
90	0,45	0,6	0,75	210	1,05	1,4	1,75
100	0,5	0,66	0,83	220	1,1	1,4	1,83
110	0,55	0,74	0,9	230	1,15	1,41	1,91
120	0,6	0,8	1,0	240	1,2	1,6	2,0
130	0,65	0,87	1,08	250	1,25	1,66	2,08
140	0,7	0,94	1,16	260	1,3	1,7	2,16
150	0,75	1,0	1,25	270	1,35	1,8	2,25
160	0,8	1,07	1,3	280	1,4	1,86	2,3
170	0,85	1,1	1,4	290	1,45	1,9	2,4
180	0,9	1,2	1,5	300	1,5	2,0	2,5

Хвилинну витрату робочої рідини через один розпилювач залежно від робочого тиску, типу розпилювача та діаметра його вихідного отвору визначають за табл. 1.2.

Обприскувач ОПШ–15–01 (рис. 1.9) розроблено на базі обприскувача ОПШ–15. Він призначений для обприскування пестицидами польових культур, в тому числі й вирощуваних за інтенсивними технологіями.

Основні складові частини обприскувача – шасі, склопластиковий бак з гідравлічною мішалкою насос, регулятор тиску, всмоктувальна і нагнітальна комунікації, штанга з щілинними чи відцентровими розпилювачами з діафрагмовими відсічними пристроями. Штанга обприскувача ОПШ–15–01 має подовжувачі, на яких встановлено дефлекторні розпилювачі.

Таблиця 1.2 – Орієнтовна витрата рідини через розпилювач для обприскувача ОПШ–15–01, л/хв

Робочий тиск, МПа	Тип розпилювача			Робочий тиск, МПа	Тип розпилювача		
	щілинний		відцентровий		щілинний		відцентровий
	червоний	синій	d=1.2 мм		червоний	синій	d=1.2 мм
0,2	0,79	1,22	0,49	0,7	1,55	2,18	0,90
0,3	0,98	1,42	0,57	0,8	1,66	2,34	0,99
0,4	1,17	1,63	0,65	0,9	1,73	2,50	1,05
0,5	1,31	1,82	0,73	1,0	1,81	2,67	1,11
0,6	1,45	1,45	0,82				

Обприскувач працює за тією ж схемою, що і обприскувач ОПШ-15.

Розглянемо особливості конструкції ще одного обприскувача цього сімейства – малооб'ємного штангового ОП–2000–2–01 (рис. 1.3), що призначений для обприскування посівів і поверхні ґрунту рідкими пестицидами та внесення рідких мінеральних добрив на польових культурах, у тому числі й вирощуваних за інтенсивними технологіями.

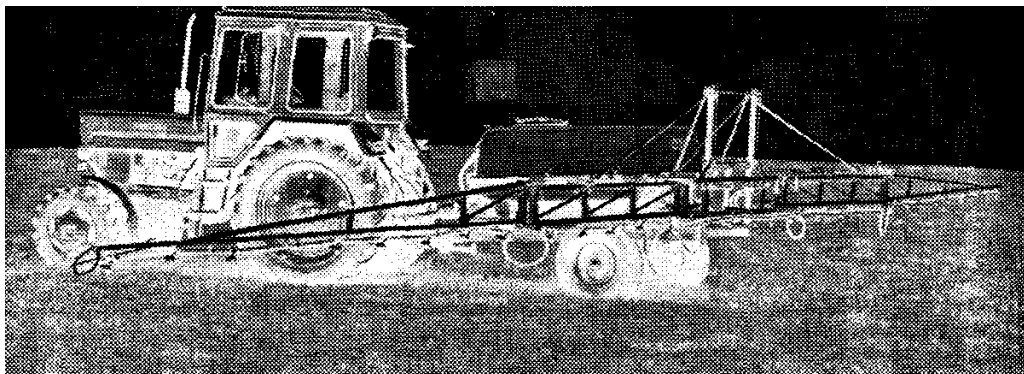
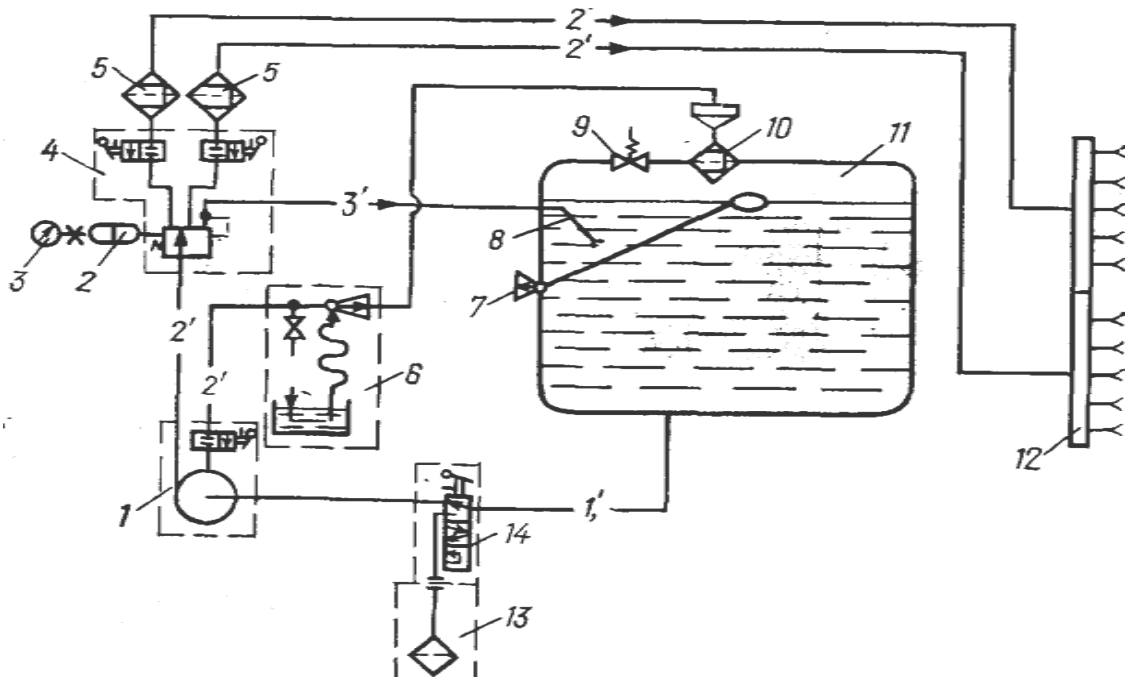


Рисунок 1.3 – Обприскувач причіпний штанговий ОП–2000–2–01

Основні складові частини даної машини: шасі, бак для робочої рідини з гідравлічною мішалкою, насосний агрегат, регулятор тиску, штанга з розпилювачами, всмоктувальна і нагнітальна комунікації.



1 – насосний агрегат; 2 – демпферний пристрій; 3 – манометр; 4 – регулятор тиску; 5 – фільтр нагнітальний; 6 – завантажувальний пристрій; 7 – рівнемір; 8 – гідравлічна мішалка; 9–кран; 10–залівний фільтр; 11–бак; 12–штанга; 13–рукав заправний; 14 – розподільник; Г– лінія всмоктування;
2'– лінія нагнітання; 3'–лінія зливу

Рисунок 1.4 – Гідравлічна схема обприскувача ОП-2000-2-01

Шасі виконано у вигляді рами зварної конструкції, установленної на два ходових колеса. На рамі монтуються основні складові частини його. Причіпний пристрій обприскувача регулюють залежно від відстані від торця ВВП трактора до причіпної серги.

Бак обприскувача, виготовлений з полімерних матеріалів має залівну горловину з фільтром і кришкою, рівнемір й гідравлічну мішалку. У кришці горловини є спеціальний клапан для заправки обприскувача робочою рідиною без відкривання кришки.

До передньої стінки бака прикріплено рівнемір, манометр і нагнітальні фільтри.

Насосний агрегат складається з двоступінчастого циліндричного редуктора і відцентрового насоса, з'єднаних між собою за допомогою фланця.

Нагнітальна комунікація, яка складається з регулятора тиску, двох фільтрів, демпферного пристрою і з'єднувальних рукавів, забезпечує подачу

робочої рідини від насоса до штанги і переливання надлишку її через гідравлічну мішалку в бак.

У нагнітальній комунікації встановлено два фільтри, по одному на кожну половину штанги, з роздільною подачею робочої рідини. Фільтр складається з корпусу з патрубками для підведення і відведення робочої рідини, сітчастого фільтруючого елемента і кришки з ущільнювальною прокладкою.

Всмоктувальна комунікація складається з розподільника і рукавів, що з'єднують бак обприскувача з насосом.

Розподільник встановлено між баком і насосом, він забезпечує перемикання режимів роботи обприскувача на самозаправку або роботу за допомогою зміни положення двостороннього клапана. Для самозаправки робочою рідиною до розподільника приєднують заправний рукав.

Штанга обприскувача ОП–2000–2–01 шириною захвату 18–22,5 м складається з п'яти несучих металевих секцій, виготовлених у формі плоских ферм: однієї центральної, двох проміжних і двох крайніх, шарнірно з'єднаних між собою за допомогою осей. Центральна секція, як і у обприскувача ОПШ–15–01, підвішена шарнірно до поперечини двома сержками, чим забезпечується маятникова підвіска. До секції штанги хомутами приєднано полімерні розподільні труби, до яких хомутами прикріплено дефлектори та розпилювачі.

1.3 Основні несправності обприскувачів. Обґрунтування доцільності використання композитних матеріалів в їх конструкціях

Препарати, які застосовуються для хімічного захисту у рослинництві, носять узагальнену назву «пестициди»

Вказані отрутохімікати руйнівні діють як на металеві, так і на неметалеві конструкції деталей машин. Найбільш агресивні з них, наприклад, бетанал,

роніт, тхан, ептам (гербіциди); поліхлоркомпан, ДД – дихлорпропілен (інсектициди); бордоська рідина (фунгіцид) та інші.

Агресивність дії препаратів, а також винятково жорсткі умови експлуатації машин для хімічного захисту у рослинництві і внесення мінеральних добрив створюють особливості при забезпеченні надійності роботи цих машин.

Характерні несправності причіпних обприскувачів: основними причинами тривалих простоїв причіпних обприскувачів і значних затрат на трудомісткі і матеріаломісткі їх ремонти є поновлення і доведення до працездатного стану конструкцій рам.

Суть експлуатаційних поломок полягає у виконанні машинами технологічних процесів у жорстких рельєфних і кліматичних умовах. Щодо технологічних (конструктивних) поломок, то причиною тут є загини лонжеронів переважно в передній частині рам, що призводить до виникнення значних крутних моментів від реакцій на причепі машини до трактора. Кручення, як відомо, є найбільш небезпечним силовим фактором для відкритих профілів, у тому числі для швелерів.

У багатьох господарствах правильно оцінили причину руйнування рам і під час ремонту до лонжеронів на ділянках їх технологічних загинів приварюють металеву накладку.

Найчастіше поломки обичайки баків виникають у місцях приєднання до неї зосереджених опор. Тріщини в днищах баків переважно виникають у місцях приєднання до них консольних мас, тобто штуцерів з'єднувальних шлангів, різного виду кранів тощо.

До експлуатаційних причин виникнення тріщини в баках належать, перш за все, значні вібрації, які є наслідком високочастотного обертання не зрівноважених мас типу відцентрових і осьових коліс вентиляторів, дисків розпилювачів, проміжних карданних передач, пульсуючої подачі робочих розчинів, роботи двигуна трактора тощо.

Найбільш характерні поломки штанг обприскувачів. Перспектива захисту рослин і внесення рідких комплексних добрив належить штанговим обприскувачам. Вони мають ряд переваг над вентиляторними за рахунок раціонального і цілеспрямованого внесення препаратів, значного зменшення забруднення навколишнього середовища навіть у вітряну погоду.

Штангові обприскувачі мають ширину розгортки в межах 24 м [1-9]. На перспективу передбачається конструювання штанг з шириною розгортки 27, 32 і 36 м. Штанги з шириною захвату понад 15 м переважно складаються з 5 або 7 шарнірно з'єднаних секцій – центральної, двох проміжних і двох крайніх. Варто відмітити, що дані конструктивні одиниці обприскувачів найбільш метало-і трудомісткі щодо виготовлення, не довговічні, тобто спостерігаються поломки тримких каркасів секцій штанг у багатьох перетинах.

Для підсилення слабких перетинів вварюють додаткові накладки (косинці) в місцях з'єднання стержнів тримкого каркасу. Звичайно, більш раціональних заходів вжити в умовах господарства неможливо.

Дуже ефективно застосування базальтопластиків в конструкціях штангових обприскувачів. Базальтопластик являє собою композиційний матеріал, що складається з неперервних базальтових волокон і полімерного зв'язуючого [10].

Таким чином, ми наблизились до постановки завдання на кваліфікаційну магістерську роботу.

1.4 Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи магістра

Великі значення динамічних сил, що виникають при роботі причіпного обприскувача завдають йому суттєвої школи. Це можна спостерігати за численними поломками, які виникають в його конструкції, що описано у попередньому пункті.

Зменшення металомісткості конструкції сільськогосподарської машини – це задача, яка залишається актуальною і дотепер. Акцент кваліфікаційної роботи зроблено на конструкції штанги причіпного обприскувача, яка зазнає значних перевантажень при його русі польовими нерівностями. У базовому варіанті штанга має значну масу, що негативно впливає на міцність каркасів штанги в цілому. Особлива роль тут відводиться крайнім секціям, які найбільш віддалені від точки збурення коливань і там виникають значні прискорення. Певна кількість циклів таких навантажень призводить до руйнування металевих елементів і не тільки крайніх секцій, а й проміжних та центральної.

Тому задача полягає розробити полегшений варіант крайніх секцій штанги, що дозволить розвантажити конструкцію в цілому. Результат, що очікується – це зменшення динамічних навантажень та підвищення ресурсу штанги.

Одним із шляхів вирішення поставленого завдання є використання полімерних матеріалів для виготовлення крайніх секцій штанги.

Тому тема кваліфікаційної роботи магістра «Обґрунтування параметрів крайніх секцій штанги причіпного обприскувача».

2 ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ

2.1 Основні технологічні розрахунки обприскувача

Відповідно до технічного завдання штанга обприскувача повинна забезпечувати наступні параметри:

на ній мають бути встановлені тридцять два розпилювачі, $z = 32$;

крок розпилювачів повинен складати, $l = 0,5$ м;

розпилювачі повинні мати діаметр вихідного отвору – $d = 2$, $\mu = 0,4$;

система розраховується на максимальний тиск в напірній магістралі – $H = 2$ МПа;

оптимальна швидкість поступального руху для такого типу обприскувачів – $V = 8$ км/год;

вага базової конструкції штанги у металевому виконанні складає, $P_1 = 650$ кг;

Гідравлічна система керування штангою включає: гідроциліндр діаметром $D_1 = 55$ мм, він має величину ходу штока $H_1 = 200$ мм, швидкість підйому – $v_{n1} = 0,08$ м/с;

для розкриття штанги за конструкцією використовують гідроциліндр діаметром $D_1 = 36$ мм з ходом $H_1 = 250$ мм;

експериментальне зусилля розкриття штанги $P_2 = 1000$ Н, при швидкості $v_{n2} = 0,094$ м/с;

Визначене рівномірне навантаження на крайню секцію штанги складає $q = 27,2$ Н/м;

експериментально визначений коефіцієнт динамічності крайньої секції штанги складає $k_0 = 6,25$ [10, 14-19]

Виходячи з наведених вихідних даних, розрахуємо конструктивну ширину штанги обприскувача [20-29]

$$B = z \cdot l,$$

підставимо значення

$$B = 32 \cdot 0,5 = 16 \text{ м.}$$

Варіанти розміщення розпилювачів на штанзі, рис. 2.1

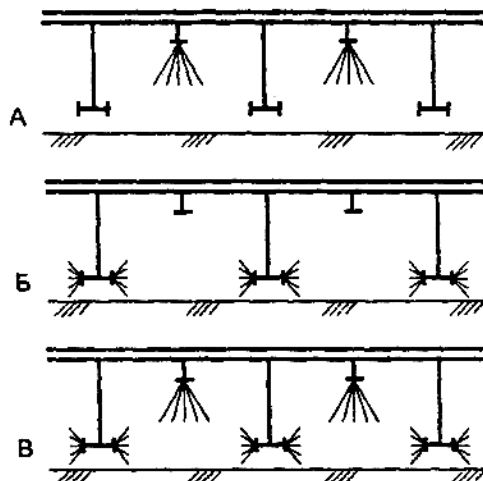


Рисунок 2.1: А – верхнє розміщення; Б – нижнє розміщення; В – комбіноване розміщення

Відповідно до типу розпилювача, його діаметра та сиву в системі розраховують витрату [39]

$$q_H = 600\mu S_0 \sqrt{2gH} \quad (2.2)$$

де: $\mu = 0,4$;

діаметр отвору розпилювача $d = 0,002 \text{ м}^2$;

тиск в системі $H = 2 \text{ МПа}$;

Розраховуємо значення

$$q_H = 600 \cdot 0,4 \cdot \frac{\pi \cdot 0,002^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 2000000} = 4,72 \text{ л/хв.}$$

Витрата всією штангою

$$Q_{\max} = q_H \cdot z, \quad (2.3)$$

тоді

$$Q_{\max} = 4,72 \cdot 32 = 151,14 \text{ л/хв.}$$

Норму вибираємо за таблицею 2.1.

Таблиця 2.1 – Норма витрати для заданої культури

Культура	Норма витрати рідини Q, л/га	Діаметр вихідного отвору розпилюв. d, мм
Зернові	75...300	1,0; 1,2
Льон–довгунець	50...200	1,0; 1,2
Цукрові буряки	150...350	1,6; 2,0
Картопля	200...450	1,6; 2,0
Кукурудза	100...300	1,6; 2,0
Плодові дерева	300...800	2,0...2,5

Відповідно до залежності (2.4) продуктивність W (га/год) становитиме

$$W = \frac{B \cdot V}{10}, \quad (2.4)$$

тоді

$$W = \frac{16 \cdot 8}{10} = 12,8 \text{ га/год}$$

При цьому хвилинна витрата

$$q_{xв} = \frac{W \cdot Q}{60}, \quad (2.5)$$

розрахуємо

$$q_{xв} = \frac{12,8 \cdot 320}{60} = 68,27 \text{ л/хв.}$$

Необхідний тиск в системі

$$H = \frac{q_{xв}^2}{36 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot \mu^2 \cdot S_0^2 \cdot 4 \cdot g}. \quad (2.6)$$

За розрахунком, отримаємо

$$H = \frac{68,27^2}{36 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot 0,4^2 \cdot \frac{\pi \cdot 0,002^2}{4} \cdot 4 \cdot 9,81} = 1,044 \text{ МПа.}$$

2.2 Розрахунок параметрів системи розкладання штанги обприскувача

Для забезпечення необхідного тиску гідравлічної системи працює шестеренчастий насос, його споживана потужність складатиме

$$N = \frac{P_n}{450 \cdot \eta_m} Q_n \cdot 0,736, \quad (2.7)$$

де P_n – максимальний тиск в системі, МПа;

Q_n – паспортна продуктивність насоса, що забезпечується при рекомендованій частоті його обертання, л/хв;

η_m – коефіцієнт корисної дії насоса.

З врахування того, що в системі створюється максимальний тиск, тоді потужність насоса складатиме

$$N = \frac{20}{450 \cdot 0,8} \cdot 151,14 \cdot 0,736 = 6,18 \text{ кВт.}$$

Для розкриття штанги потрібно, щоб забезпечувалось ряд параметрів.

Мінімальна продуктивність насоса [10]

$$Q_n = \frac{60 \cdot 1000}{\eta_{об}} \sum \frac{\pi D^2}{4} v_n, \quad (2.8)$$

де D – параметр гідроциліндра, його діаметр поршня;

$\eta_{об}$ – об'ємний ККД насоса, який приймають $\eta_{об} = 0,72 - 0,90$.

$$Q_n = \frac{60 \cdot 1000}{0,75} \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 0,055^2}{4} \cdot 0,08 + \frac{3,14 \cdot 0,036^2}{4} \cdot 0,094 \right) = 22,85 \text{ л/хв}$$

Визначимо час повного ходу поршня основного циліндра

$$t_1 = \frac{H_1}{v_{n1}}, \quad (2.9)$$

де H_1 – хід штоку.

Тоді

$$t_1 = \frac{0,2}{0,08} = 2,5 \text{ с.}$$

Визначимо необхідний тиск масла в основному циліндрі.

Визначимо, користуючись рівнянням (2.10) швидкість руху масла в нагнітальному маслопроводі при внутрішньому діаметрі маслопровода $d_1=10$ мм:

$$v_1 = \frac{D_1^2}{d_1^2} v_{n1}. \quad (2.10)$$

Тоді

$$v_1 = \frac{0,055^2}{0,01^2} \cdot 0,08 = 2,42 \text{ м/с.}$$

Ця величина менше допустимої $v=3,5$ м/с

Визначимо необхідний тиск масла в основному циліндрі:

$$p_{ц1} = \frac{4P_1 k}{\pi D_1^2}. \quad (2.11)$$

Підставляючи значення

$$p_{ц1} = \frac{4 \cdot 650 \cdot 1,1}{3,14 \cdot 5,5^2} = 30,11 \text{ кг/см}^2.$$

Визначимо тиск на подолання шкідливих опорів.

Прийmemo: приведenu (розрахункову) довжину маслопровода $l=4$ м; кінематичний коефіцієнт в'язкості масла ДП-11 при $+20^{\circ}\text{C}$, $\nu=350$ сст; об'ємна вага масла при $+20^{\circ}\text{C}$ $\gamma=896$ кг/м³.

Число Рейнольдса буде:

$$\text{Re} = \frac{v_1 d}{\nu} 10^3, \quad (2.12)$$

тоді

$$Re = \frac{2,42 \cdot 0,01}{350} = 0,069 < 2300.$$

Звідси витікає, що потік буде ламінарним, стійким.

Динамічний коефіцієнт в'язкості:

$$\mu = \frac{10^{-6} \nu \gamma}{g} \quad (2.13)$$

визначаємо

$$\mu = \frac{10^{-6} \cdot 350 \cdot 896}{9.81} = 0,032 \text{ кг} \cdot \text{с} / \text{м}^2,$$

$$p_{c1} = \frac{32l' \nu \mu}{d^2}, \quad (2.14)$$

отримаємо

$$p_{c1} = \frac{32 \cdot 4 \cdot 2,42 \cdot 0,032}{0,01^2} = 10 \text{ кг} / \text{см}^2.$$

Визначимо тиск, необхідний для підйому штанги

$$P_1 = p_{y1} + p_{c1},$$

$$P_1 = 30,11 + 10 = 40,11 \text{ кг} / \text{см}^2.$$

Визначимо, користуючись рівнянням (2.9) час повного ходу циліндра розкриття штанги

$$t = \frac{0,25}{0,094} = 2,65 \text{ с.}$$

Визначимо, користуючись рівнянням (2.10) швидкість руху масла в нагнітальному маслопроводі циліндрів розкриття.

$$v_2 = \frac{0,036}{0,010} \cdot 0,094 = 1,22 \text{ м/с.}$$

Ця величина менше допустимої $v=3,5$ м/с.

Визначимо тиск масла в циліндрах розкриття

$$p_{u2} = \frac{4 \cdot 2 \cdot 100 \cdot 1,1}{3,14 \cdot 3,6^2} = 21,4 \text{ кг/см}^2.$$

Визначимо тиск на подолання шкідливих опорів в маслопроводі циліндрів розкриття, прийемо приведену (розрахункову) довжину маслопровода $l'=5$ м.

$$p_{c2} = \frac{32 \cdot 5 \cdot 1,22 \cdot 0,032}{10^2} = 6,25 \text{ кг/см}^2.$$

Визначимо тиск потрібний для повороту штанги

$$P_2 = 21,4 + 6,25 = 27,65 \text{ кг/см}^2.$$

Визначимо тиск, необхідний для управління штангою

$$P_n = p_1 + p_2, \tag{2.15}$$

тоді

$$P_n = 40,11 + 27,65 = 67,76 \text{ кг/см}^2.$$

Визначимо потужність, що затрачається насосом, гідросистеми

$$N = \frac{67,76 \cdot 22,85}{450 \cdot 0,8} \cdot 0,736 = 3,165 \text{ кВт.}$$

2.3 Обґрунтування використання полегшеного варіанту крайніх секцій штанги обприскувача

Численні дослідження динаміки штанг причіпних обприскувачів показують, що на крайніх секціях спостерігаються значні динамічні перевантаження. Така ситуація складається внаслідок того, що крайні секції, їх точки, є найбільше віддалені від миттєвого центра обертання. Це призводить при наїзді колеса обприскувача на перешкоду до виникнення значних прискорень, що в свою чергу при певній масі секцій призводить до виникнення значних динамічних сил. Тому тут існує пряма залежність – чим менша маса тіла, тим менша на неї діє сили в одних і тих же умовах.

Тому застосування полегшених секцій штанги з базальтопластикового матеріалу частково вирішує цю проблему. Крім того, значно розвантажуються ще й решту секцій з яких складається штанга.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ

3.1 Силовий аналіз розроблюваної штанги

Згідно складального креслення секції штанги з базальтопластикового композиту ми можемо побудувати схему, для проведення силового аналізу розроблюваної штанги.

З елементарного аналізу конструкції штанги можна визначити її масу (з врахуванням заповнення її рідиною).

$$m = \left(\frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} \right) l \rho_{\sigma} + m_1 n + \frac{\pi d^2}{4} \rho_r l, \quad (3.1)$$

де D – зовнішній діаметр базальтопластикової труби (крайньої секції) ($D=50$ мм);

d – внутрішній діаметр труби ($d=40$ мм);

l – довжина крайньої секції ($l=4,410$ м);

ρ_{σ} – густина базальтопластика ($\rho_{\sigma}=1800$ кг/м³);

m_1 – маса розпилювача в зборі ($m_1=80$ г);

n – кількість розпилювачів на секції ($n=8$ шт);

ρ_r – густина робочої рідини.

$$m = \left(\frac{3,14 \cdot 0,05^2}{4} + \frac{3,14 \cdot 0,04^2}{4} \right) \cdot 4,41 \cdot 1800 +$$

$$+ 0,08 \cdot 8 + \frac{3,14 \cdot 0,04}{4} \cdot 1000 \cdot 4,41 = 12 \text{ кг.}$$

Розрахуємо навантаження, що діє на секцію. Припускаємо, що на неї діє лише рівномірно розподілене навантаження від власної ваги і ваги рідини, що заповнює секцію [10]. З врахуванням коефіцієнта динамічності.

$$q = \frac{mg}{l} k_d, \quad (3.2)$$

підставляємо

$$q = \frac{12 \cdot 9,81}{4,41} \cdot 6,25 = 170 \text{ Н/м.}$$

Проаналізувавши конструкцію штанги обприскувача можемо представити крайню секцію штанги, як консольно защемлену балку, з двома тросами–розтяжками, тобто наша схем прийме вигляд представлений на рис. 3.1 [36, 38, 47-50]

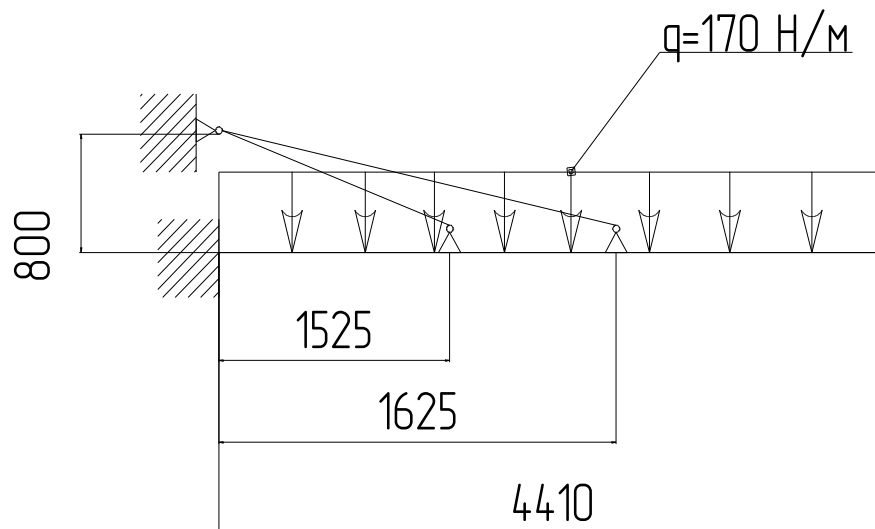


Рисунок 3.1 – Розрахункова схема секції

Замінивши в'язі реакціями (рис. 3.2), бачимо, що система є статично невизначеною. А саме: крім в'язей, що дають реакції, які можна знайти за допомогою трьох рівнянь статки, присутні ще дві «зайві в'язі». Отже, система є два рази статично невизначеною. Тобто за допомогою лише рівнянь статки

знайти опорні реакції немає змоги. Нам необхідно розкрити статичну невизначеність.

Можемо розкрити статичну невизначеність системи за допомогою відомого методу мінімуму потенціальної енергії від згинальної деформації (метод мінімуму потенціальної енергії), який дуже добре описаний в [10].

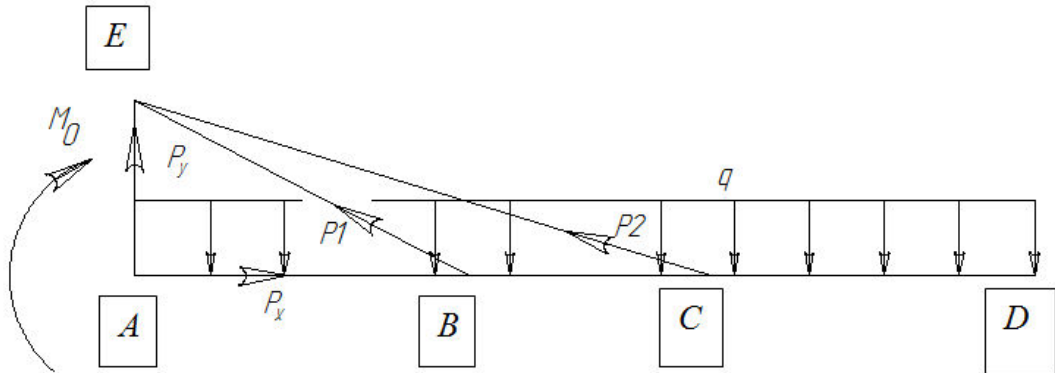


Рисунок 3.2 – Схема дії сил на крайню секцію штанги

Введемо деякі позначення. Розглянувши трикутники ABE і ACE і зробивши елементарні перетворення, отримаємо кут при вершині $B=27,76^\circ$, кут при вершині $C=16,95^\circ$.

Тут маємо:

$$l_1=DC=1,785 \text{ м};$$

$$l_2=CB=1,10 \text{ м};$$

$$l_3=BA=1,525 \text{ м}$$

Знайдемо невідомі реакції P_1 і P_2 . Для цього складемо вираз функції потенціальної енергії від згинальної деформації балки, для цього інтегруємо вздовж ділянок основної розрахункової схеми (рис. 3.2).

$$U = \frac{1}{2EI} \left\{ \int_0^{l_1} \left(-qx \frac{x}{2} \right)^2 dx + \int_{l_1}^{l_2} \left(-qx \frac{x}{2} + P_2 \sin 16,95^\circ (x - l_1) \right)^2 dx \right\} +$$

$$+ \frac{1}{2EI} \left(\int_{l_2}^{l_3} \left(-qx \frac{x}{2} + P_2 \sin 16,95^\circ (x - l_1) + P_1 \sin 27,76^\circ (x - l_1 - l_2) \right)^2 dx \right). \quad (3.3)$$

Після цього диференціюємо підінтегральну функцію за параметрами P_1 і P_2 , а після прирівнюємо до нуля. Тобто $\frac{\partial U}{\partial P_2} = 0$ і $\frac{\partial U}{\partial P_1} = 0$

Отримаємо:

$$\frac{\partial U}{\partial P_2} = \frac{1}{EI} \int_{l_1}^{l_2} \left[-\frac{1}{2} q \cdot x^2 + 0,29P_2(x - 1,785) + 0,48P_1(x - 2,885) \right] (0,29x - 0,517) dx +$$

$$+ \int_{l_2}^{l_3} \left[-\frac{1}{2} q \cdot x^2 + 0,29P_2(x - 1,785) \right] (0,29x - 0,517) dx = 0; \quad (3.4)$$

$$\frac{\partial U}{\partial P_1} = \frac{1}{EI} \int_{l_2}^{l_3} \left[-\frac{1}{2} q \cdot x^2 + 0,29P_2(x - 1,785) + 0,48P_1(x - 2,885) \right] \times$$

$$\times (0,48x - 1,3848) dx = 0; \quad (3.5)$$

Складемо рівняння статички.

$$\sum M_0 = 0.$$

$$\sum M_0 = 0$$

$$P_y x - qx \frac{x}{2} + P_1 \sin \alpha_1 (x - b_1) + P_2 \sin \alpha_2 (x - b_1 - b_2) = 0; \quad (3.6)$$

$$\sum P_y = 0.$$

$$-qx + P_y + P_1 \sin \alpha_1 + P_2 \sin \alpha_2 = 0; \quad (3.7)$$

$$\sum P_x = 0.$$

$$Px - P_1 \cos \alpha_1 - P_2 \cos \alpha_2 = 0. \quad (3.8)$$

де b_1, b_2 – відповідно довжини ланок AB і BC .

Розв'язавши сумісно (3.4–3.5) і (3.6–3.8) отримаємо, що шукані P_1 і P_2 дорівнюють:

$$P_1 = 34,809 \text{ Н};$$

$$P_2 = -1,23 \cdot 10^3 \text{ Н};$$

$$P_y = -264,97 \text{ Н};$$

$$P_x = -688,543 \text{ Н};$$

$$M_0 = 1,256 \cdot 10^3 \text{ Нм}.$$

Для полегшення розрахунків використовуємо програму «MathCAD».

Для більш точних результатів і візуалізації можна використати спеціалізовану програму для розрахунків металоконструкцій «ЛИРА»

Результати розрахунків в САПР «ЛИРА» показані на рис.3.3–3.8.

Цим результатам цілком можна довіряти, так як вони проводяться автоматично і дозволяють уникнути чисто технічних помилок, пов'язаних з розрахунками «на папері».

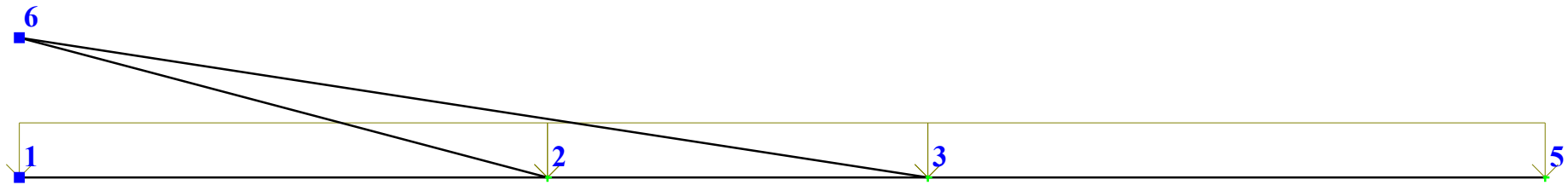


Рисунок 3.3 – Вигляд розрахункової схеми в САПР «ЛИРА»

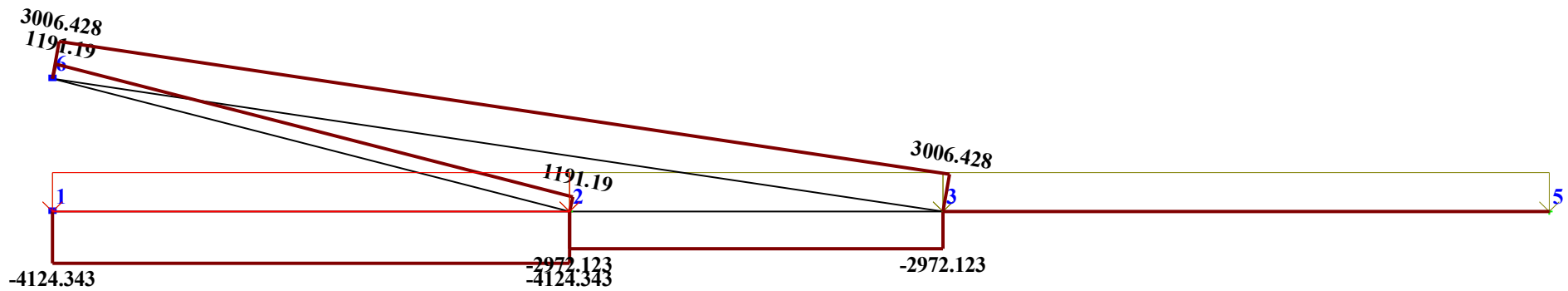


Рисунок 3.4 – Епюра повздовжніх сил $N(x)$.

Максимальне значення на ділянці 1-2, $N = -4124$ Н

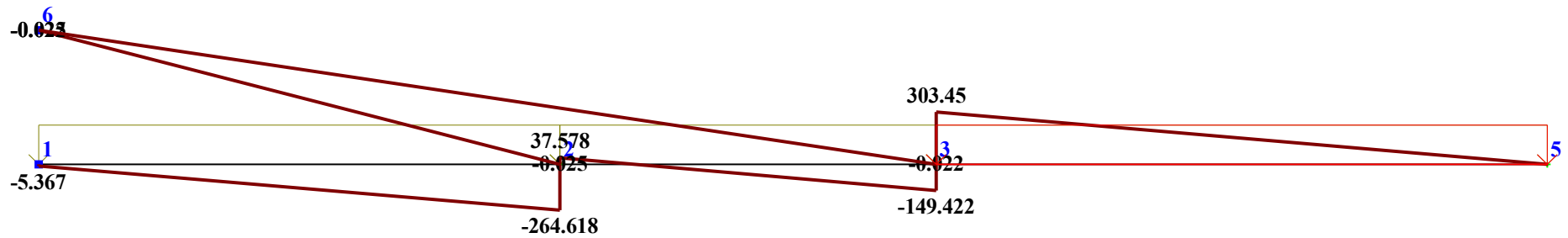


Рисунок 3.5 – Епюра поперечних сил $Q(x)$.

Максимальне значення на ділянці 3–5, $Q = 453$ Н

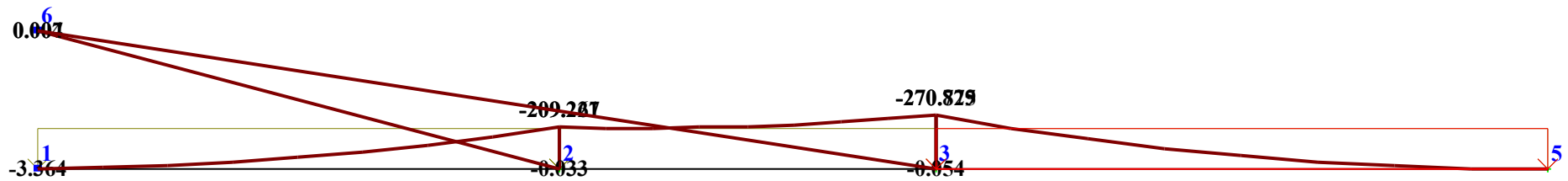


Рисунок 3.6 – Епюра згинальних моментів $M(x)$.

Максимальне значення на ділянці 3–5 $M = 271$ Нм

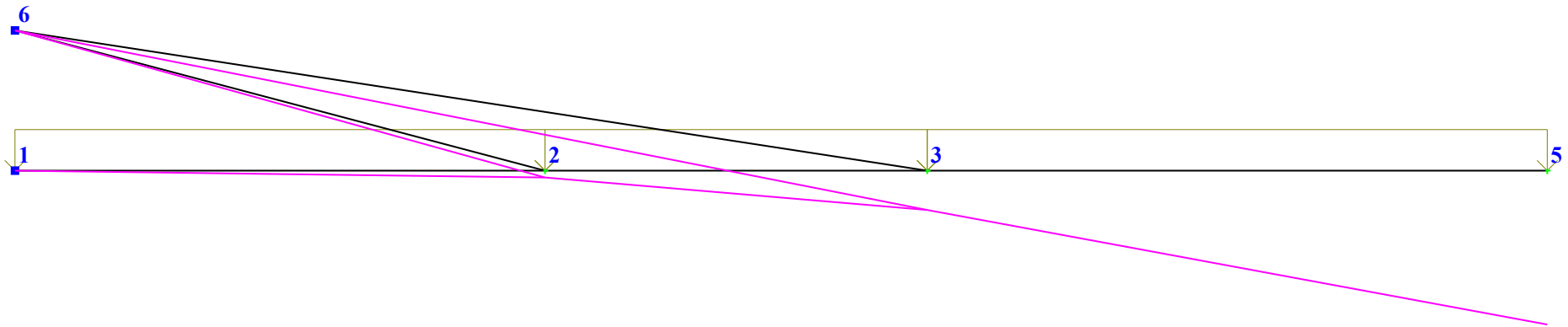


Рисунок 3.7 – Деформована система.

Максимальне значення прогину в точці 5 складає 30 мм

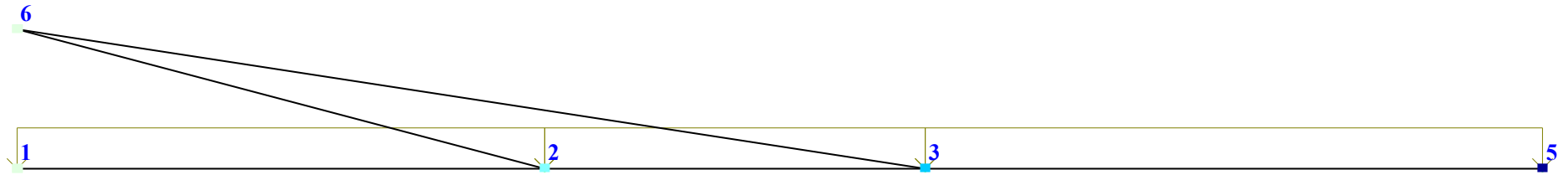
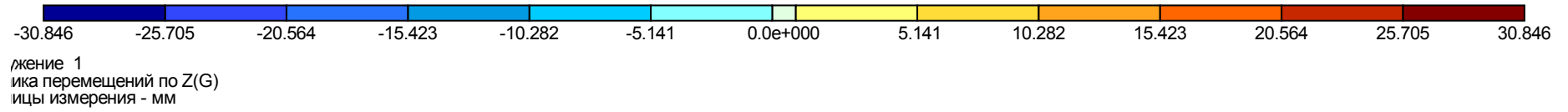


Рисунок 3.8 – Мозаїка переміщень

Отримані результати дають нам уяву про внутрішні силові фактори, які виникають в даній системі.

Перевіримо балку на міцність при згині.

$$\sigma_{зг} = \frac{M_{зг}}{W_{\rho}} \leq [\sigma] \quad (3.9)$$

де $M_{зг}$ – згинний момент,

W_{ρ} – осьовий момент опору для тонкостінної труби

$$W_{\rho} = \frac{\pi D^2 s}{4},$$

тоді

$$W_{\rho} = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 0,5}{4} = 9,82 \text{ см}^3.$$

Підставляємо значення

$$\sigma_{зг} = \frac{271}{9,82} = 27,5 \text{ МПа} \ll 400 \text{ МПа}.$$

Отже, умова міцності виконується.

Перевіримо на міцність при розтягу:

$$\sigma_{р} = \frac{P}{S} \leq [\sigma] \quad (3.10)$$

де P – зусилля розтягу;

S – площа поперечного перерізу.

$$\sigma = \frac{4124}{707} = 5,83 \text{ МПа} \ll 900 \text{ МПа}$$

Отже, умова міцності виконується.

3.2 Обґрунтування вибору матеріалу для виготовлення крайніх секцій штанги та їх експериментальна перевірка

Циліндричні оболонки, застосовувані в конструкціях штангових обприскувачів з базальтопластикового матеріалу, мають наступні фізико–механічними властивості (МПа):

Модуль при згині	$4,5 \cdot 10^4$
Міцність при розтягу	900–1100
Міцність при стиску	250–300
Міцність при згині	400–500
Коефіцієнт Пуассона	0,556
Декремент коливань	0,10–0,15
Щільність (об’ємна маса)	$(1,8 \div 1,9) \cdot 10^{-9} \text{ кг/м}^3$

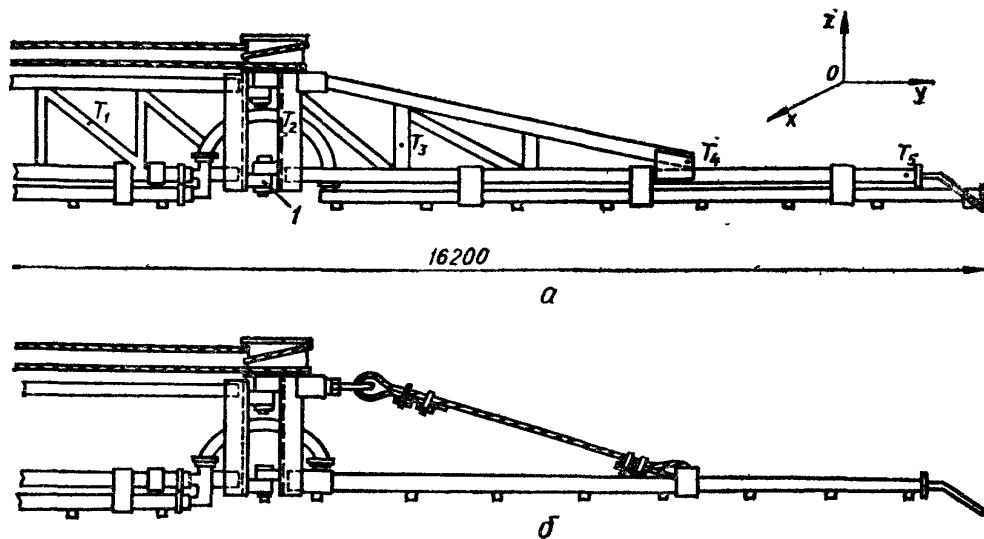
Проведені дослідження [10] показали велику ефективність застосування функціонально–тримких секцій штанг з базальтопластикового композиту.

Розроблені, виготовлені та випробувані лише крайні секції з базальтопластика штанги ОПШ–15 показали зниження питомого інерційного навантаження в 10 разів.

Для виготовлення функціонально–тримких елементів штанги найбільш перспективними за вартістю і наявністю сировини є полімерні матеріали, армовані базальтовими волокнами.

З методів одержання циліндричних (чи конічних) оболонок найбільш простим є метод намотування безперервними волокнами, змоченими

полімерним зв'язуючим [10]. Вироби, одержані методом намотування, містять приблизно 70 % волокон і 30 % полімерного зв'язуючого. Міцність і твердість таких елементів конструкцій залежить від ряду технологічних факторів, які необхідно враховувати при їхньому виготовленні.



а – секції металеві; б – базальтопластикові

Рисунок 3.9 – Схема розміщення акселерометрів (Т1–Т5) на штансі машини ОПШ–15

Таблиця 3.1 – Числові значення максимальних прискорень [10]

Марка машини		ОПШ–15 Обприскувач причіпний штанговий	ПЖУ–2.5 Підживлювач рідкими добривами		ОП–1600–2 Обприскувач причіпний	
Точки вимірювання згідно рис.3.9,а	Варіант виконання	Плоска ферма	Тросово–трубчата		Просторова ферма	
			Металева	Базальто– пластикові		
	Умови замірів	Стерня	Стара рілля (пасовисько) впоперек борозен		Рілля	
	Діаметр коліс	832	896	896	832	1210
	Робоча швидкість	8	10	10	8	8

Продовження табл.3.1

	Площина вимірювань	Z	X	Z	X	Z	X	Z	X	Z	X
T1	Максимальні значення коефіцієнтів динамічності	2.95	4.48	5.62	11.7	–	–	3.33	3.66	4.8	3.2
T2		–	–	5	6	2.75	2.65	–	–	–	–
T3		3.73	4.22	7.87	10.2	5.12	8.62	14	8	6	5.2
T4		–	–	3.2	8.62	4.87	8.5	–	–	–	–
T5		–	–	5.57	11.12	6.37	8.62	9.33	14.7	6.7	10.5

Таблиця 3.2 – Порівняльні заміри кутових швидкостей в елементах штанги ОПШ–15 (рад/с)

Місце встановлення датчика ДУС–120 0/с	Площина заміру (орієнтація за рухом машини)	Базальтопластикові крайні секції		Металева штанга (серійна)	
		Максимальні значення кутової швидкості ω_{max}	Середнє значення кутової швидкості ω_{cp}	Максимальні значення кутової швидкості ω_{max}	Середнє значення кутової швидкості ω_{cp}
T1	Вертикальна	0,13	0,56	1,06	0,40
	Поздовжня	0,56	0,18	0,64	0,37
	Поперечна	0,44	0,13	0,53	0,23
T2	Вертикальна	3,37	0,79	2,70	0,26
	Поздовжня	1,37	0,54	0,96	0,38
T3	Вертикальна	2,83	0,83	–	–
	Поздовжня	2,78	0,92	–	–
T4	Вертикальна	–	–	2,39	1,08
	Поздовжня	4,00	1,20	3,00	1,12
T5	Вертикальна	3,78	1,36	2,24	0,84
	Поздовжня	2,48	0,98	2,76	1,16

Виготовлені дослідні зразки крайніх секцій штанг машин ПЖУ–2,5, ОПШ–15, АПВ–5 із базальтопластика і проведені їх експлуатаційні випробовування.

Експлуатаційні випробовування штанги обприскувача ОПШ–15 і підживлювача ПЖУ–2,5 з крайніми секціями із базальтопластика проводилися на дослідних ділянках відомчої випробовувальної станції ВВС «Львівхімсільгоспмаш» при виконанні машинами технологічного процесу.

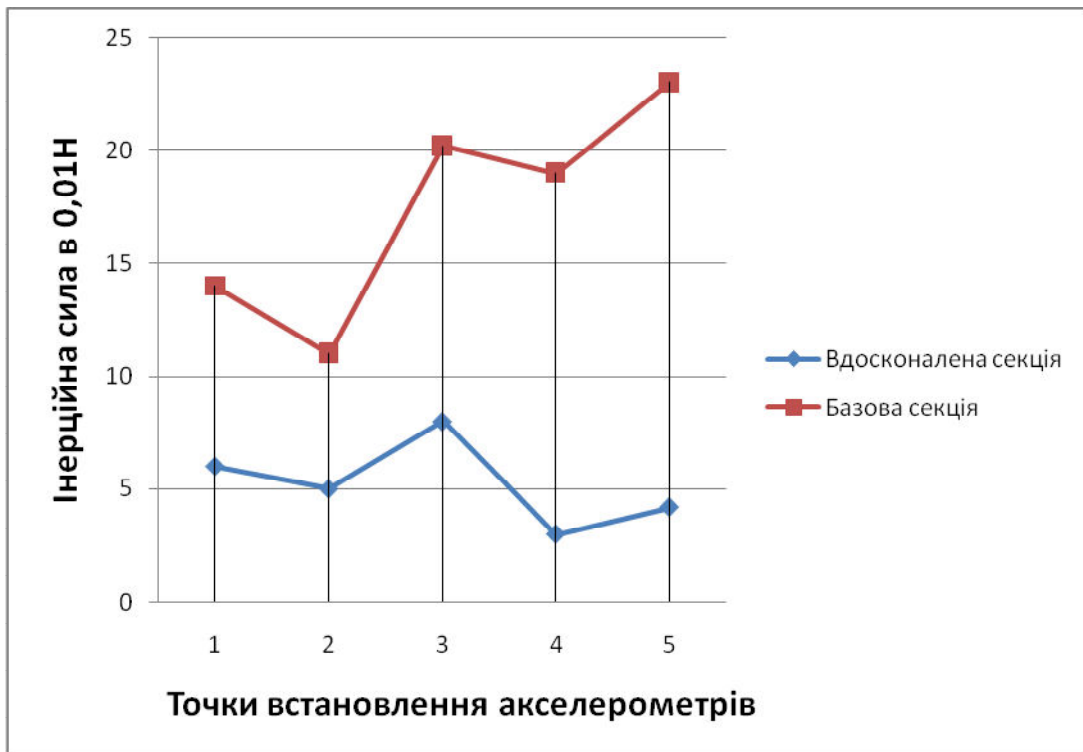


Рисунок 3.10 – Порівняльна характеристика граничних інерційних навантажень дослідної та серійної штанги (рис. 3.9)

Результати досліджень для штанги машини ОПШ–15 приведені на рис. 3.11.

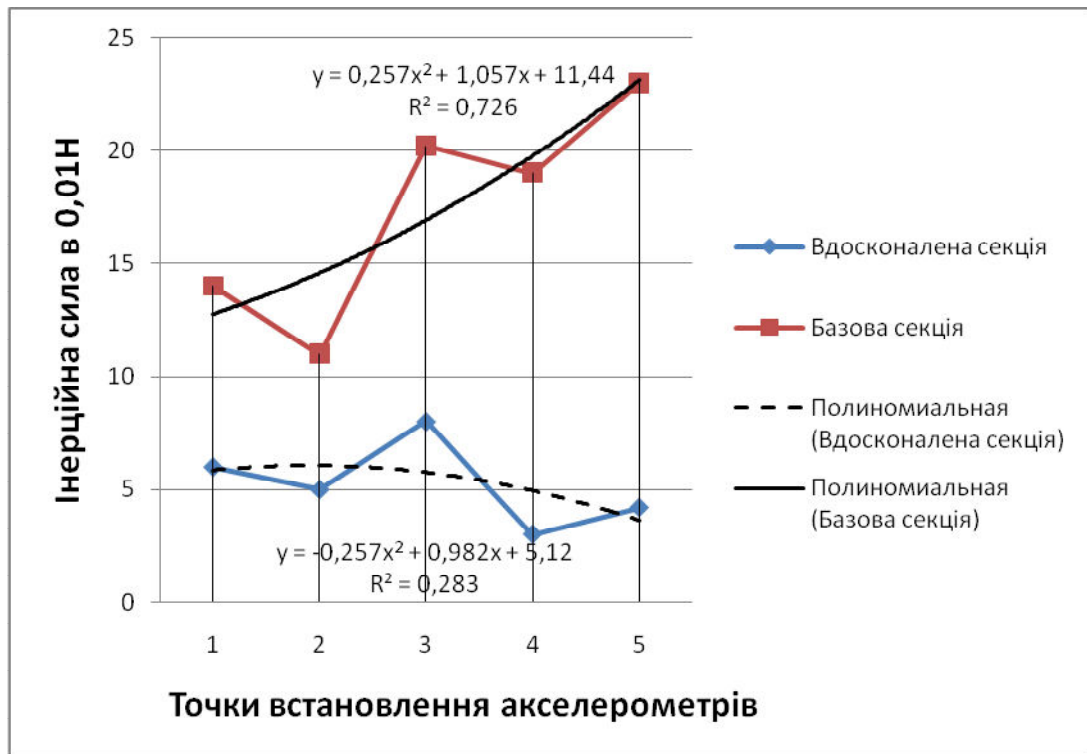


Рисунок 3.11 – Трендові значення навантажень на урайні значення секції штанги

Рівняння, що описують залежності зміни прискорень в характерних точках усереднено можна задати поліноміальними залежностями:

- для базової конструкції секції

$$y = 0,257x^2 + 1,057x + 11,44, \quad (3.11)$$

- для вдосконаленої конструкції секції

$$y = -0,257x^2 + 0,982x + 5,12, \quad (3.12)$$

З цих графіків чітко видно значну перевагу полегшеного варіанту крайніх секцій штанг, що виготовлені з базальтопластикового матеріалу.

3.3 Технологія виготовлення базальтопластикових функціонально–тримких трубопроводів штанги обприскувача

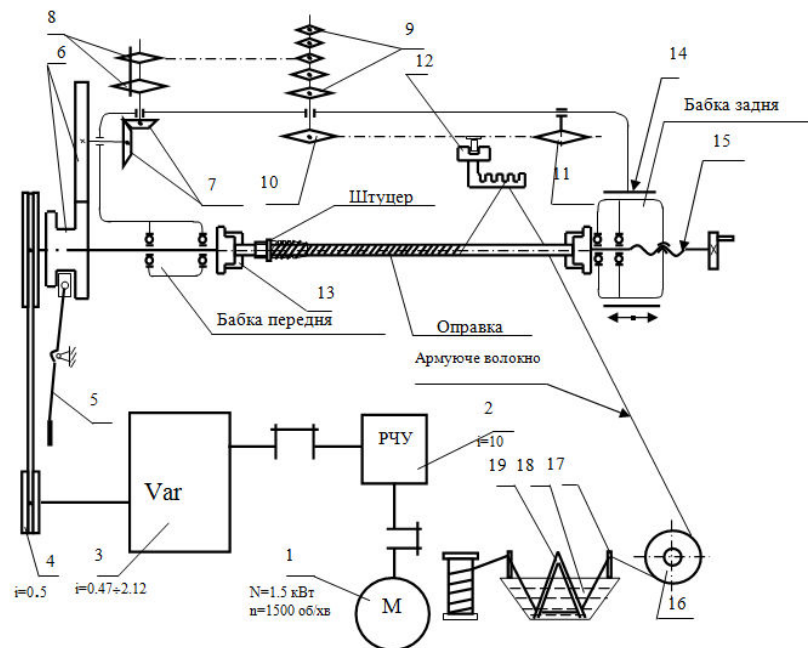
Як було відмічено вище, що для виготовлення крайніх секцій штанги обприскувача бобре підходить композиційний матеріал – базальтопластик, який описаний вище.

Суди входить приблизно 70 % базальтових волокон та 30 % полімерного зв'язуючого. Сам процес проходить методом спірального намотування змочених волокон на оправку.

Кінематична схема намотувальної машини представлена на рис. 3.12.

Устаткування для намотки (рис. 3.12) складається:

- 1) пристрій для розкладання ниток на оправку (дорн);
- 2) ванну з епоксидною смолою;
- 3) полімеризуючий пристрій (нагрів);
- 4) пульт управління;
- 5) систему вентиляції.



1—електродвигун; 2—редуктор черв'ячний; 3—варіатор; 4—клинопасова передача; 5—важіль відключення; 6, 7—зубчаті передачі; 8, 9—блоки зірочок; 10—зірочка ведуча; 11—зірочка ведена; 12—каретка; 13—патрон; 14—направляючі; 15—ходовий гвинт; 16—натяжний блок; 17—гребінка; 18—ванна з флюсом; 19—призма направляюча

Рисунок 3.12—Кінематична схема намотувальної машини

Технічна характеристика установки

для виготовлення функціонально-тримких секцій штанг, елементів їх кріплення, циліндричних та конічних виробів тощо.

1. Кількість робочих, що обслуговують установку,2 чол.
2. Привід.....електромеханічний,
3. пасова та ланцюгова передачі
 3. Двигун приводу обертання оправки.....4A80HB4У3,
 $n=1500$ об/хв, $P=1.5$ кВт.
4. Число обертів на шпинделі.....35–160 об/хв.
5. Діаметри оправок.....15–100 мм.
6. Найбільша відстань між центрами верстата.....5500 мм.
7. Об'єм ванни.....1400 см³.
8. Відстань між ванною і установкою.....2500 мм.

9. Габаритні розміри установки:

довжина.....	6400 мм.
ширина.....	3000 мм.
висота.....	2000 мм.

10. Пристрій для закріплення оправки.....трикулачковий патрон.

За принципом роботи і будовою установка представляє собою шестиметровий каркас, на якому змонтована передня і задня бабки із трикулачковими патронами для затиску оправок. Попередньо на дорн (оправку) прилаштовують з'єднувальні штуцери 2 (рис. 3.12) із перемінними виступами та западинами. Така будова штуцера дозволяє створити щільне і надійне приєднання останніх до базальтопластикового трубопроводу, оскільки процес намотування є поступовим тому волокна добре вкладаються в ці нерівності і тим самим збільшують площу контакту скріплюваних поверхонь, що створює додаткову герметичність. Задня бабка може переміщуватися на довільну довжину оправки (0.5÷5.5 м).

Збоку, по всій довжині каркасу є направляюча для каретки 12 (рис. 3.12). Нитки армування виробу проходять через гребінку каретки і намотуються по всій довжині оправки.

Привід обертання оправки змонтований в каркасі і складається із електродвигуна 1 (рис. 3.12), з частотою обертання $n=1500$ об/хв, черв'ячного редуктора 2 ($i=10$), варіатора 3 ($i=0.47÷2.12$) та пасової передачі 4 ($i=0.5$).

Рух каретки 12 здійснюється від електродвигуна згаданого вище, через дві пари зубчастих коліс – циліндричну 6 і конічну 7. Набір зірочок 8 і 9 забезпечують регулювання швидкості переміщення каретки 12. Робочий діапазон переміщення каретки регулюється зміною довжини ланцюга, який приводить її до руху.

Для змочування армівних ниток епоксидною смолою служить ванна 18 встановлена на окремій опорі. На ванночці встановлено набір гребінок 17 для зміни напрямку пучка ниток. Кожна нитка, проходячи через натяжний блок 16,

одержує від нього окремий натяг. Сила натягу кожної нитки регулюється еластичним елементом.

Після завершення процесу намотки секції штанги коло каретки 12 відключається важелем 5. Однак намотаний на оправку виріб продовжує обертатися для завершення процедури його повної полімеризації.

Підготовка установки до роботи

1. Оглянути установку і переконатися в наявності змазки в третьових парах, при необхідності змастити;
2. Перевірити надійність заземлення установки;
3. Переконатися у наявності тяги у витяжній системі;
4. Заповнити ванну епоксидною смолою;
5. Встановити задню бабку на необхідну довжину, закріпити оправку в патронах передньої і задньої бабок, перед тим розмістивши на ній всі потрібні штуцери;
6. Відрегулювати довжину ходу каретки при даній довжині оправки;
7. Перевірити натяг паса і ланцюгів. При необхідності підтягнути;
8. Запустити двигун і переконатися в нормальній роботі приводу оправки і подачі каретки на холостому ході. Вимкнути двигун.
9. Завести нитки (як показано на кінематичній схемі) і динамометром перевірити їх натяг;
10. Закріпити кінці ниток на оправці.

Технічне обслуговування установки

1. Кожен день після закінчення зміни:
 - а) очистити всі забруднені поверхні установки;
 - б) злити залишки епоксидної смоли із ванни та піддона у спеціальну тару;
 - в) очистити ванну і піддон від смоли;
 - г) при необхідності підтягнути ослаблені кріплення деталей;
 - д) змастити основні третьові поверхні.
2. Один раз в тиждень:

а) перевірити наявність змазки у відкритих зубчастих передачах, підшипникових вузлах, в блоках зірочок;

б) змастити змазкою ЦИАТИМ–221 ГОСТ 9433–60.

3. Щорічний догляд полягає в профілактичному огляді всіх робочих вузлів. Вузли розібрати і перевірити стан деталей. При виявленні зношених замінити новими.

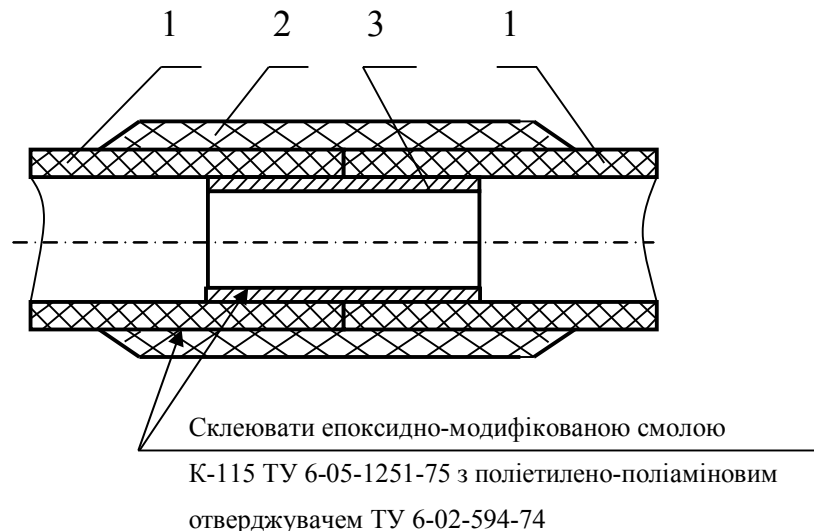
При обертанні оправки (дорна) розкладач ниток переміщається зворотно–поступально вздовж осі дорна. Процес намотування – періодичний. Час виготовлення однієї труби діаметром 50 мм і довжиною 4000 мм приблизно 30–40 хв.

Штуцери для приєднання розпилювачів штанги вмонтовують у стінку базальтопластикової труби під час її виготовлення, шляхом закріплення їх на дорні гвинтами з конічними головками. В процесі намотування базальтовий джгут, насичений епоксидним зв'язуючим (що має певний натяг), сповзає з конічної поверхні гвинта і розміщується біля майбутнього отвору. Таке кріплення розпилювачів на штанзі дозволяє виключити переріз волокон для виготовлення отвору. Потовщення навколо отвору, які одержують за рахунок сповзання волокон, підвищують міцність конструкції в зоні концентратора напружень, яким є отвір.

А також в даному проекті вирішується проблема ефективного способу з'єднання окремих секцій між собою та приєднання їх до центральної комунікації.

Одним із напрямків вирішення даної проблеми є розробка конструкції з'єднувального вузла для з'єднання базальтопластикових крайніх функціонально–тримких секцій штанги, що дозволило забезпечити надійну їх роботу при експлуатації.

До розробки нового способу з'єднання користувалися традиційними [10], що призводило до ряду недоліків. Приведемо один із них (рис. 3.13):



1– базальтопластиковий трубопровід; 2– базальтопластикова муфта; 3–
металева втулка

Рисунок 3.13 – Схема з'єднання "1"

Дане з'єднання утворюється наступним чином: металева втулка 3 (рис. 3.13) запресовується в базальтопластиковий трубопровід 1 для забезпечення міцності самого з'єднання, потім на трубопровід 1 монтується базальтопластикова муфта 3. Усі поверхні контакту склеюються, що зумовлює підвищення герметичності.

До недоліків такого з'єднання можна віднести:

- незабезпеченість високої герметичності у випадку аварійного перевищення тиску робочої рідини;
- металева втулка 3 (рис. 3.13) створює значний гідравлічний опір;
- процес утворення такого з'єднання є досить трудомістким;
- в процесі експлуатації від дії динамічних навантажень дане з'єднання втрачає ефективність в цілому, внаслідок порушення зв'язків між склеюваними поверхнями.

Ідея нового більш ефективного способу з'єднання виникла після ретельного опрацювання існуючих способів і дозволила усунути згадані (рис. 3.13) недоліки. Даний спосіб з'єднання функціонально–несучих

базальтопластикових труб штанг сільськогосподарських обприскувачів захищений патентом України на винахід [10], суть його полягає в тому, що (рис. 3.14)

1–металева муфта; 2–з'єднувальні штуцери;
3–базальтопластиковий трубопровід
Рисунок 3.14 – Схема з'єднання "2"

штуцери 2 мають перемінні виступи та западини і приєднуються до базальтопластикового трубопроводу 3 безпосередньо під час його виготовлення шляхом намотування. Подальше з'єднання двох трубопроводів здійснюється при допомозі металевої муфти 1.

Описаний вище загальний спосіб приєднання штуцера застосовується, в основному, при з'єднанні трубопроводів штанг сільськогосподарських обприскувачів.

В загальному випадку з'єднання можна реалізовувати у двох основних варіантах:

– у встановленні з'єднувальних штуцерів з перемінними виступами та западинами 2 (рис. 3.14) на дорн до початку намотки секції і подальшим примотуванням їх в процесі формування оболонки;

- приєднання, так зване, "з підмоткою", тобто застосування для трубопроводів, що мають значну товщину стінки, де немає потреби встановлення штуцера значної товщини, або коли трубопровід сформований, але є потреба їх з'єднання. У такому разі спосіб приєднання "з підмоткою" реалізується наступним чином: у першому випадку, на певну товщину вже

сформованого базальтопластикового трубопроводу (за час полімеризації) монтується штуцер із перемінними виступами та западинами з наступною примоткою і подальшим формуванням оболонки. В другому випадку, штуцер монтується на вже сформований трубопровід і просто примотується його основа так само як і в попередніх випадках. Характер такої примотки штуцерів до трубопроводу визначається критеріями міцності та забезпеченням герметичності.

Господарські випробування конструкцій цих штанг показали надійність в роботі і добрі функціональні якості.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Нормативні вимоги виконання робіт із застосуванням пестицидів

Дані вказівки розроблено відповідно до Положення про розробку інструкцій з охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці від 29.01.1998 № 9 (в редакції наказу Міністерства соціальної політики України від 30.03.2017 р. № 526); Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці від 26.01.2005 р. № 15; Закону України від 02.03.1995 № 86/95-ВР «Про пестициди і агрохімікати»; Наказу Міністерства охорони здоров'я України від 03.08.1998 № 1 «Транспортування, зберігання та застосування пестицидів у народному господарстві» (ДСП 8.8.1.2.001-98).

При виконанні робіт з пестицидами і агрохімікатами працівник керується вимогами нормативно-правових актів про охорону праці, санітарії, цієї інструкції та інших актів.

За їх невиконання працівник несе відповідальність згідно з чинним законодавством.

До роботи з пестицидами та агрохімікатами допускаються особи, що пройшли медичний огляд, спеціальну підготовку та мають відповідні посвідчення, допуск та наряд на виконання робіт відповідно до «Порядку одержання допуску (посвідчення) на право роботи, пов'язаної з транспортуванням, зберіганням, застосуванням та торгівлею пестицидами і агрохімікатами», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 18.09.95 № 746.

До виконання роботи з пестицидами і агрохімікатами не допускаються особи віком до 18 років, вагітні жінки, жінки, що годують дітей, особи, які мають протипоказання за станом здоров'я.

Під час виконання роботи на працівника можуть впливати такі небезпечні і шкідливі виробничі фактори, як:

отруєння пестицидами та агрохімікатами;

теплові удари та опіки;

ураження електрострумом;

інші негативні фактори.

З метою дотримання правил охорони праці працівник повинен:

керуватися вимогами правил внутрішнього трудового розпорядку, інструкцій з охорони праці, пожежної безпеки та електробезпеки;

бути уважним при виконанні завдання на своєму робочому місці;

виконувати тільки доручену роботу, не допускати сторонніх осіб на робоче місце, не передоручати свою роботу іншим особам;

використовувати Інструменти і пристрої за призначенням;

користуватися спецодягом та засобами індивідуального захисту;

знати місця розташування пунктів для відпочинку та прийому їжі, місцезнаходження аптечки, первинних засобів пожежогасіння та вміти користуватися ними;

знати та вміти надавати першу медичну допомогу потерпілому в разі нещасного випадку;

дотримуватись правил особистої гігієни;

не приступати і не виконувати роботу у стані алкогольного, наркотичного або медикаментозного сп'яніння, у хворобливому або стомленому стані.

Працівник забезпечується засобами механізації, спеціальним одягом і спецвзуттям, засобами захисту рук, органів дихання, зору відповідно до вимог законодавства.

Перед вживанням їжі та питтям води в місці для відпочинку й вживання їжі слід вимити руки та обличчя водою з милом та прополоскати рот водою.

Перед початком роботи з працівником проводиться інструктаж на робочому місці щодо заходів забезпечення безпеки, запобігання забрудненню залишками пестицидів і агрохімікатів продукції, навколишнього природного

середовища, а також щодо надання першої медичної допомоги у разі отруєння людей чи виникнення аварії.

4.2 Захист персоналу при роботі з пестицидами

Перед початком роботи з пестицидами працівник повинен:

одягти спецодяг та спецвзуття, упевнившись, що вони не мають пошкоджень;

перевірити справність засобів індивідуального захисту, що відповідають виду виконуваних робіт (рукавиці, рукавички гумові, захисні окуляри, респіратори чи протигази тощо) та одягти їх. Одяг, взуття та інші засоби індивідуального захисту повинні бути справними та відповідати зросту і розміру;

з'ясувати у безпосереднього керівника питання про характер, обсяг і місце виконання робіт, особливості їх реалізації, технічне забезпечення і стан використовуваного механізованого обладнання та інше;

перевірити наявність та справність засобів механізації для приготування робочих розчинів пестицидів і заправки обприскувачів та переконатися в герметичності трубопроводів і з'єднань, а також фільтруючих пристроїв в машинах, що будуть використовуватися для приготування відповідних сумішей;

перевірити наявність і справність транспортерів подачі отрутохімкатів до протруювальної машини, наявність інвентарю для зважування (дозування) пестицидів, а також засобів для знешкодження пестицидів;

перевірити справність первинних засобів пожежогасіння.

Вибір засобів індивідуального захисту і контроль за дотриманням правил їх використання забезпечують особи, відповідальні за проведення робіт з пестицидами і агрохімікатами.

Слід ознайомтесь із характеристиками пестицидів і агрохімікатів, що будуть вноситись, особливостями їх дії на організм людини.

Забороняється приступати до роботи для проведення ручних робіт по догляду за рослинами на ділянках, де застосовувались пестициди, з порушенням встановлених гранично допустимих строків виходу людей на оброблені препаратами площі.

Працівники, діяльність яких пов'язана з транспортуванням, зберіганням, застосуванням та торгівлею пестицидами і агрохімікатами, повинні мати при собі під час виконання роботи допуск, медичну книжку і наряд на виконання такої роботи. Виконання роботи з пестицидами і агрохімікатами особами, які не мають допуску, забороняється.

Асортимент, засоби, сфера застосування пестицидів, норми, кратність обробок повинні відповідати «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні», затвердженому Міністерством екології та природних ресурсів України 29.12.2000 р., в редакції від 31.12.2004 р.

Обробка рослин та інших об'єктів повинна здійснюватись суворо за показаннями з обов'язковим врахуванням економічної межі шкідливості, ступеню розвитку хвороб рослин і бур'янів, а також прогнозу погоди.

Всі роботи з пестицидами і протруєним насіннєвим матеріалом обов'язково реєструються в спеціальному журналі.

Робочі розчини готуються на спеціальних стаціонарних розчинних вузлах (пунктах) із використанням засобів механізації виробничих процесів та під контролем особи, відповідальні за проведення робіт з пестицидами і агрохімікатами.

На розчинних вузлах використовується апаратура для приготування робочих розчинів, резервуари з водою, баки з герметичними кришками і пристроями для наповнення резервуарів обприскувача. Майданчики розчинних вузлів повинні мати тверде покриття із забезпеченням стоку поверхневих вод в спеціальні бетоновані резервуари.

Кількість препаратів, які готуються на майданчику, не повинна перевищувати норму одноденного використання.

На розчинному вузлу також має бути ємність з водою та гашеним вапном.

Під час заповнення резервуарів обприскувачів слід знаходитись з навітряного боку. При попаданні пестицидів на взуття, одяг і відкриті частини тіла потрібно негайно видалити їх з допомогою ватного тампону та промити вражене місце мильною водою.

Всі роботи з пестицидами слід проводити в ранні ранкові (до 10) і вечірні (18-22) години при мінімальних висхідних повітряних потоках. Як виняток, допускається проведення обробок у денні години у похмурі і прохолодні дні з температурою навколишнього повітря нижче +10 град. С.

Необхідно завчасно, але не менше чим за дві доби до початку проведення кожної хімічної обробки, сповістити місцеве населення та власників суміжних сільськогосподарських угідь і об'єктів про місця, строки і методи застосування пестицидів і агрохімікатів.

Під час ручної хімічної обробки сільськогосподарських культур потрібно знаходитись з навітряного боку щоб унеможливити попадання пестицидів у зону дихання працюючого. Також слід витримувати встановлену відстань між працівниками та обробляти ділянку в одному напрямку.

Проведення в подальшому сільськогосподарських робіт на ділянках, де були застосовані пестициди і допуск на них людей дозволяється тільки після закінчення строків, що гарантують їх безпеку. Під час роботи з пестицидами і агрохімікатами забороняється:

залишати без охорони пестициди і агрохімікати або приготовлені з них робочі розчини;

відкривати люки і кришки бункерів та резервуарів, які знаходяться під тиском;

допускати сторонніх осіб у місця приготування робочих розчинів і сумішей пестицидів;

проводити ремонт і регулювання апаратури в механізмах при наявності в них пестицидів;

носити у кишенях одягу пакети і флакони з пестицидами і агрохімікати;

проводити обприскування пестицидами рослин ранцевою апаратурою при швидкості вітру понад 3 м/с;

готувати розчини пестицидів безпосередньо у полі без засобів механізації;

захарашувати робоче місце остатками пестицидів та різноманітними відходами продукції;

використовувати апаратуру та інші прилади хімічного захисту для інших господарських потреб.

Забруднені пестицидами поверхні та ґрунт після проведення вантажно-розвантажувальних робіт, транспортування, застосування препаратів в складських приміщеннях, торгівельній мережі, медичних та інших закладах, приготування робочих розчинів, заправка апаратури та протруювання насіння, а також апаратура (протруювачі, обприскувачі, сівалки, автонавантажувачі і транспортні засоби), тара з-під пестицидів і протруєного насіння, невикористані робочі розчини, непридатні препарати, промивні стічні води, що містять пестициди, і засоби індивідуального захисту підлягають знешкодженню.

Вимоги безпеки після закінчення роботи

Після закінчення роботи невикористані пестициди і агрохімікати повинні бути повернені на склад або передані по акту для застосування в інші господарства.

Необхідно привести в порядок робоче місце та скласти інструменти, пристосування і матеріали у відведені для зберігання місця.

Повідомити керівництво про закінчення роботи та виявлені несправності обладнання і механізмів, нештатні ситуації.

Зняти спецодяг і спецвзуття, при цьому засоби індивідуального захисту знімають у такому порядку: рукавички, не знімаючи з рук, миють у 5% розчині соди (500 г кальцинованої соди на відро води), промивають їх водою, після чого

знімають захисні окуляри та респіратор, спецвзуття, халат, головний убір. Окуляри респіраторів протирають 5% розчином кальцинованої соди; знімають рукавички і миють руки з милом.

Спецодяг і спецвзуття та засоби індивідуального захисту розміщують у відведеному для зберігання місці.

У подальшому слід прийняти душ, переодягтися.

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

У разі порушення цілісності механізмів та обладнання, появі диму, полум'я, виявленні незвичного шуму, загоряння, вибуху ємностей та в інших аварійних ситуаціях слід негайно включити звукову сигналізацію та припинити роботу, вивести працівників із небезпечної зони, доповісти про аварію керівництву, за необхідності викликати підрозділ надзвичайної служби.

Проведення всіх видів робіт з пестицидами і агрохімікатами під час грози, зливи, урагану забороняється.

Якщо стався нещасний випадок, а також при раптовому захворюванні необхідно:

усунути дію на організм небезпечних та шкідливих факторів, які загрожують здоров'ю і життю потерпілого;

згідно з інструкцією надати потерпілому невідкладну медичну допомогу, а в разі потреби викликати швидку медичну допомогу.

В усіх випадках необхідно виконувати вказівки керівництва підприємства по усуненню наслідків аварії.

З наведених нормативних документів і вказівок безпечного поводження з пестицидами та настанов щодо захисту персоналу при роботі з пестицидами слід неухильно їх виконувати, оскільки тут напряму залежить безпека та здоров'я обслуговуючого персоналу та захист навколишнього середовища від хімічного забруднення.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи було досягнуто таких результатів: встановлено переваги та недоліки хімічного захисту рослин, вказано на основні помилки його виконання, що спричиняються д негативних наслідків; проведено аналіз базової конструкції обприскувача та вказано на недоліки його конструкції, обґрунтовано спосіб її покращення; вага базової конструкції штанги у металевому виконанні складає, $P_1 = 650$ кг; експериментальне зусилля розкриття штанги $P_2 = 1000$ Н, при швидкості $v_{n2} = 0,094$ м/с; визначене рівномірне навантаження на крайню секцію штанги складає $q = 27,2$ Н/м; при встановленні 32 розпилювачів діаметром отвору 2 мм, загальна витрата штангою складає 151,1 л/хв; визначена продуктивність за годину робочого часу 68,27 л/хв; потужність насоса $N = 6,18$ кВт; мінімальна продуктивність насоса $Q_n = 22,85$ л/хв; необхідний для підйому штанги $P_1 = 40,11$ кг/см²; тиск масла в циліндрах розкриття $p_{u2} = 21,4$ кг/см²; тиск потрібний для повороту штанги $P_2 = 27,65$ кг/см²; потужність, що затрачається насосом, гідросистеми $N = 3,165$ кВт; маса базальтопластикової секції з врахуванням заповнення рідиною – 12 кг; розподілене навантаження від власної ваги і ваги рідини, що заповнює секцію та врахуванням коефіцієнта динамічності – 170 Н/м; при виконанні міцнісного розрахунку встановлено, що напруження згину становить 27,5 МПа; напруження розтягу – 5,83 МПа; описано технологію виготовлення базальтопластикових крайніх секцій та безпеку праці при роботі з пестицидами.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Andreikiv O.E., Babii A.V., Dolinska I.Ya., and Matviiv Yu.Ya. Determination of the Residual Life of the Spraying Boom of a Field Sprinkler in the Maneuvering Loading Mode. *Materials Science*. Vol. 56. No. 1, July, 2020. P. 112–118.
2. Andreikiv O.E., Babii A.V. & Dolinska, I.Ya. Influence of the Working Media and Maneuvering Loading Mode on the Service Life of Spraying Booms of Field Sprinklers. *Materials Science*. Vol. 56. December, 2020. P.166–173.
3. Andreykiv O., Babii A., Dolinska I., Yadzhak N., Babii M. Residual lifetime prediction of field sprayer booms under the action of manoeuvre loading and corrosive environment. *Procedia Structural Integrity*. Volume 36, 2022, Pages 36-42.
4. Andrii Babii, Taras Dovbush, Nadiia Khomuk, Anatolii Dovbush, Anna Tson, Vasyl Oleksyuk, 2022. Mathematical model of a loaded supporting frame of a solid fertilizers distributor. *Procedia Structural Integrity* No 36. 203-210.
5. Babii A. (2019) Parameters investigation for independent pendular suspension of sprayer boom. *Scientific Journal of TNTU (Tern.)*, vol 96, no 4, pp. 90–100.
6. Babii A. (2020) Important aspects of the experimental research methodology / Andrii Babii // *Scientific Journal of TNTU*. Tern. : TNTU, 2020. Vol 97. No 1. P. 77–87.
7. Babii A. (2020) Study of the efficiency of working mixture application in chemical crop protection / Andrii Babii // *Scientific Journal of TNTU*. Tern. : TNTU, 2020. Vol 98. No 2. P. 99–109.
8. Babii A., Babii M. (2019) Taking impact of oscillation amplitude of bearing frame sections of boom sprayers into account on its resource. *Scientific Journal of TNTU (Tern.)*, vol. 95, no 3, pp. 97-104.
9. Babii A., Babii M.(2019) Impact of oscillation amplitude of boom sprayers load-bearing frame sections. *Scientific Journal of TNTU (Tern.)*, vol. 95, no 3, pp. 97–104.

10. Rybak T. I., Babii A. V., Bortnyk I. M., Tsion G. B., and Konovalenko S. I. Estimation of resource of frame steel sections of barbell field sprinklers // *Materials Science*. 2019. 55, No 6. P. 68–74.

11. Лещак Р.Л., Бабій А.В., Барна Р.А., Бабій М.В., Гіряк Р.С., Сиротюк А.М. Корозійна тривкість покриття каркаса штанги сільськогосподарського обприскувача. ФІЗИКО-ХІМІЧНА МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ. Том 58, №2. Львів: Фізико–механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, 2022. С. 116–121.

12. Агрохімія: Лабораторний практикум / А.П.Лісовал, І.М.Давиденко, Б.М.Мойсеєнко. – К.: Вища школа, 1994. 335с.

13. Анурьев В.Н. Справочник конструктора машиностроителя: В 3–х т. М.: Машиностроение, 1982. Т.1. 736.; Т.2. 584.;Т.3. 576.

14. Бабий, А. Математическая модель нагрузки привода режущего аппарата косилки [Текст] / А. Бабий, М. Бабий, Т. Рыбак // *Motrol*, 2014. – Commission of motorization and energetics in agriculture. – Lublin. Vol. 16, No 4. – С.275–284.

15. Бабій А., Бабій М. Дослідження міцності елементів конструкції функціонально–транспортуючих мобільних засобів. Науковий журнал «Інженерія природокористуванн, 2019. №3 (13) С. 87–91.

16. Бабій А.В. Аналіз параметрів штангового обприскувача з метою збільшення його продуктивності. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine, 2019. Vol. 10. No. 4. С. 51–55.

17. Бабій А.В. Дослідження впливу горизонтальних коливань штанги на рівномірність обприскування. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених і науково-педагогічних працівників. Умань: ВПЦ «Візаві», 2020. С.121-123.

18. Бабій А.В. Дослідження ефективності захисного фарбового покриття каркасу штанги обприскувача. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Процеси, машини та обладнання агропромислового

виробництва: проблеми теорії та практики» – Тернопіль 29-30 вересня 2022. С.129-130.

19. Бабій А.В. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Конструкція, розрахунок і виробництво сільськогосподарських машин» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» зі спеціалізацією «Машини сільськогосподарського виробництва» для здобуття освітнього ступеня «бакалавр» / А.В. Бабій. Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2017. 100 с.

20. Бабій А.В. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Сільськогосподарські машини та знаряддя для рослинництва» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» зі спеціалізацією «Машини сільськогосподарського виробництва» для здобуття освітнього рівня «бакалавр» / А.В. Бабій. Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя. Частина 1, 2018. 48 с.

21. Бабій А.В., Бабій М.В. Динамічна модель енергозберігаючого приводного механізму косарки. Вісник ХНТУСГ. Випуск 145. «Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва». Харків, 2014. С.112–118.

22. Бабій А.В., Бабій М.В. Дослідження впливу конструкторсько-технологічних факторів на запас міцності спинки ножа косарки. Вісник ХНТУСГ. Випуск 139. «Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва». Харків, 2013. С.187–192.

23. Бабій А.В., Головецький І.В., Герасимович П.В. Проблеми та перспективи розвитку картоплярства в Україні. Збірник тез доповідей X Міжнародної науковопрактичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“. Тернопіль 24-25 листопада 2021 року. ФОП Паляниця ВА. Т.1. С. 25-26.

24. Бабій А.В., Коноваленко С.І., Бабій М.В., Цепенюк М.І. Причіпний пристрій широкозахватної машини. Деклараційний патент на корисну модель

140142 A01B 59/06 (2006.01). Заявлено 24.06.2019, u201907015 опубліковано 10.02.2020, бюл. № 3/2020.

25. Бабій А.В., Олійник В.Є., Михалків А.Й. Дослідження впливу положення штанги обприскувача на відхилення норми внесення робочого препарату. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених і науково-педагогічних працівників. Умань: ВПЦ «Візаві», 2021. С.155-157.

26. Бабій А.В., Рибак Т.І., Попович П.В., Господарський Я.Я., Сікорський С.П. Механізм зміни ширини колії. Деклараційний патент на корисну модель 73090 A01B 51/00; заявл. 01.03.2012, опубл. 10.09.2012, бюл. № 17.

27. Бабій М. В. Дослідження роботи енергозберігаючого приводного механізму косарки / Марія Василівна Бабій, Андрій Васильович Бабій // Вісник ТНТУ – Тернопіль : ТНТУ, 2015. – Том 77. – № 1. – С. 149-161. – (Машинобудування, автоматизація виробництва та процеси механічної обробки).

28. Бабій А., Лещак Р., Барна Р. Корозійна тривкість сталі рами штангових обприскувачів у рідинному середовищі агрохімікатів // Проблеми корозії та протикорозійного захисту конструкційних матеріалів: спец. вип. журналу „Фізико–хімічна механіка матеріалів”. № 13. Львів: Фізико–механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, 2020. С. 356–360.

29. Бабій А.В., Рибак Т.І., Бабій М.В. Обґрунтування конструктивних особливостей енергозберігаючого приводного механізму косарки. Вісник ХНТУСГ. – Випуск 134 “Технічний сервіс машин для рослинництва”. Харків, 2013. С.116–122.

30. Бади́на Г.В., Королев А.В., Королева Р.О. Основы агрономии. – Ленинград: Агропромиздат, 1988. 448с.

31. Безопасность жизнедеятельности в условиях чрезвычайных ситуаций / Под ред. А.К.Назарова.– Курган: Изд–во КМИ, 1994.

32. Блащак Б.О., Бабій А.В. Дослідження ефективності роботи картоплепосадочних апаратів. Матеріали Міжнародної науково-практичної

конференції «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики» – Тернопіль 29-30 вересня 2022. С.68-69.

33. Босой Е.С., Верняев О.В., Смирнов И.И, Султан–Шах Е.Г. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин. М: Машиностроение, 1980. 565 с.

34. Врочинский К. К., Маковский В. Н. Применение пестицидов и охрана окружающей среды. Киев: Вища школа, 1979. 208 с.

35. Головецький І.В., Бабій А.В. Аналіз типу приводу робочих органів картоплекопача. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 13-15 квітня 2022 р. Кропивницький : ЦНТУ, 2022. С.100-102.

36. Детали машин и механизмов. Курсовое проектирование: Учеб. пособие / Д.В. Чернилевский. – 2–е изд., перераб. и доп. – К.: Вища шк. Головное изд–во, 1987. –328с.

37. Желібо Є.П., Заверуха Н.М., Зацарний В.В. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник / За ред. Є.П. Желібо, В.М.Пічі. Львів: „Новий світ–2000”, 2002. – 328 с.

38. Иванов М.Н. Детали машин. М.: Высш. шк., 1991. 383 с.

39. Карпенко А.Н., Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины. – 6–е изд., перераб. И доп. М.: Агропромиздат, 1989. 527 с.

40. Керб Л. П. Основи охорони праці: Навч. пос. К.: КНЕУ, 2003. 215с.

41. Левицький Б. Причини зниження ефективності обприскування / Матеріали III Міжнародної студентської науково – технічної конференції / Тернопіль: ТНТУ ім. І.Пулюя, 2020. С.33.

42. Левицький Б.Б., Бабій А.В. Дослідження опору переміщенню обприскувача. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 13-15 квітня 2022 р. Кропивницький : ЦНТУ, 2022. С.106-107.

43. Левицький Б.Б., Бабій А.В. Концептуальні рішення для проектування малогабаритного обприскувача. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики» – Тернопіль 29-30 вересня 2022. С.51-52.

44. Левицький Б., Вовк І. Виокремлення задач, вирішення яких підвищує якість хімічного захисту рослин обприскувачами. V Міжнародна студентська науково-технічна конференція «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання». ТНТУ. 2022. С.10-11.

45. Листопад Г.Е., Семенов А.Н., Демидов Т.К. и др. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. М.: Колос, 1976. 751 с.

46. Обприскувач напівпричіпний штанговий. Керівництво з експлуатації ОПШ–15 КЕ.

47. Опір матеріалів. Під заг. ред. акад. АН УРСР Г. С. Писаренко. К.:Вища школа, 1974. 304 с.

48. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. К.: Вища шк., 1993. 556 с.

49. Справочник по сопротивлению материалов. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. К.: Наук. думка, 1988. 736 с.

50. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. М.: Наука, 1979. 560 с.

ДОДАТКИ