

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 елементів ходової частини для
забезпечення зміни ширини колії причіпного обприскувача

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

133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва спеціальності)

Перфецький Н.А.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Бабій А.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Довбуш А.Д.

(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 _____ **Перфецькому Назару Анатолійовичу**
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ **Обґрунтування параметрів елементів ходової частини для
забезпечення зміни ширини колії причіпного обприскувача**

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

Затверджені наказом ректора від « 23 » 03 2022 року № 4/7-174

2. Термін подання студентом завершеної роботи 26.05.2022

3. Вихідні дані до роботи *Продуктивність машини за годину основного часу 21,6 га/год;
місткість бака 2300±100 л; діапазон витрати робочої рідини 120–400 л/га; потужність на
привід насоса не більше 6 кВт; ширина колії 1500±40; 1800±40; 2100±40 забезпечити
безступеневим регулюванням в діапазоні 1500-2100 мм; тиск в системі не більше 2.0 МПа;
об'ємна подача насоса не менше 170 л/хв. при частоті обертання ВВП 540±5 об/хв.*

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

Вступ. 1. Аналіз особливостей об'єкту проектування.

2. Обґрунтування основних параметрів протруювача.

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)

Схема технологічна. 1А1.

Обприскувача напівпричіпний штанговий ОПШ–2000-2. СК. 1А1.

Рама. СК. 1А0. Причіп. СК. 1А1

Поперечина. СК. 1А1. Балка задня. СК. 1А1. Балка задня (варіант). СК. 1А1.

Деталювання. 1А1.

Реферат

Мета і завдання дослідження – провести обґрунтування параметрів елементів ходової частини для забезпечення зміни ширини колії причіпного обприскувача шляхом розробки гвинтового механізму, який дозволить виконувати перелаштування обприскувача, незважаючи на його заповненість робочою рідиною.

Для досягнення мети дослідження було поставлено та вирішено такі задачі:

визначено вихідні навантаження на опорні колеса та розсувні консолі;
запропоноване технічне рішення гвинтового механізму зміни ширини колії;

проведено обґрунтування параметрів ходових гвинтів та елементів їх кріплення;

досліджено стійкість ходових гвинтів при виконанні операції зміни ширини колії;

проведено перевірочні розрахунки міцності для висувної консолі механізми зміни ширини колії;

побудовано моделі та виконано перевірку параметрів гвинта при автоматизованому проектуванні.

Об'єктом дослідження є шасі причіпного обприскувача.

Предмет дослідження – механізм зміни ширини колії.

Методи дослідження – в кваліфікаційній роботі застосовані теоретичні основи базових інженерних та спеціальних дисциплін.

Наукова новизна отриманих результатів. На основі проаналізованих патентних рішень розроблено новий механізм зміни ширини колії причіпного обприскувача, для якого розроблено теоретичне обґрунтування.

Практичне значення отриманих результатів полягає в розробці практичної конструкції гвинтового механізму та його робочих креслень, які можуть бути практично використані на виробництві.

Апробація результатів. Окремі результати роботи доповідались на IV-й Міжнародній студентській науково-технічній конференції / Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя (м. Тернопіль, 28–29 квітня 2021 р.), 2021.

Робота складається з вступу, чотирьох розділів, використаної літератури та додатків. Основний матеріал викладено на 73 сторінках машинописного тексту. Додатки займають 13 сторінок. Графічний матеріал викладено на 7 листах формату А1.

Ключові слова. Причіпний обприскувач, консоль, шасі, ширина колії, ГВИНТ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ’ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ	8
1.1. Загальна будова штангових обприскувачів.....	8
1.2. Огляд машин–аналогів.....	11
1.3. Аналіз конструктивних особливостей базової конструкції обприскувача	16
1.4. Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи магістра.....	23
2 ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ’ЄКТУ РОЗРОБКИ..	24
2.1. Характеристика базової конструкції механізму зміни ширини колії та визначення вихідних параметрів	24
2.2. Конструктивне рішення зміни ширини колії обприскувача.....	28
2.3. Обґрунтування параметрів ходових гвинтів механізму.....	30
2.4. Розрахунок закріплення упорного елемента гвинта.....	38
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБ’ЄКТУ РОЗРОБКИ	42
3.1. Дослідження стійкості гвинтів при зміні ширини колії обприскувача ..	42
3.2. Перевірка міцності висувної консолі механізму зміни ширини колії ...	45
3.3. Побудова моделі та перевірка параметрів гвинта при автоматизованому проектуванні	46
3.4. Розробка моделі для дослідження висувної консолі механізму ширини	52
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	57
4.1. Охорона праці при експлуатації обприскувача	57
4.2. Захист персоналу при використанні отрутохімікатів сільськогосподарського призначення	59
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	64
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	66
ДОДАТКИ	71

ВСТУП

На даний час відомим фактом є те, що Україна є потужним експортером продовольства на світові ринки. Завдяки високій концентрації чорноземів на території нашої держави високодоцільним є введення сільськогосподарського виробництва. Це якраз є один з найважливіших та стратегічних пріоритетів розвитку нашої держави. Особливо заслуговує великої уваги виробництво різних зернових, які дуже добре зростають на полях України. Для порівняння, відомим є той факт, що Україна виробляє в 5 раз більше продовольства, ніж сама споживає. Приблизно сорок відсотків валютних надходжень до бюджету України є якраз від експорту сільськогосподарської продукції за кордон. Щоби цю цифру кожен раз збільшувати, звичайно, що при вирощуванні сільськогосподарських культур потрібно використовувати найновітніші технології вирощування конкретної культури. Насправді так воно і є. Українські сільськогосподарські товаровиробники обмінюються досвідом зі своїми закордонними колегами та застосовують на своїх полях самі передові та апробовані технології вирощування культур [1]. Якщо проаналізувати ряд таких технологій, то можна бачити, що практично в кожній з них залишається операція хімічного захисту рослин. Багато можна сперечатися про екологічність, доцільність хімічного захисту рослин, але реальність є такою, що цей метод є одним з найпрестижніших та рентабельніших. Задача інженерів та технологів мінімізувати шкідливий вплив хімічних препаратів на саму рослину та довкілля.

Пригадаємо, що собою являє хімічний захист рослин. При виконанні такої технологічної операції застосовують різного роду пестициди, які отримані шляхом хімічного синтезу.

Суть цього методу захисту полягає в тому, що препарати повинні вбивчо діяти на шкідливі організми чи рослини, збудники хвороб, тобто на все те, що в технології вирощування культурної рослини може їй нашкодити, а сама рослина при цьому має бути неушкодженою. При цьому зрозумілим є те, що накопичення цих елементів не повинно в рослині перевищувати граничнодопустимих норм. Цього можна досягти завдяки тому, що потрібно кожен раз при виконанні хімічного захисту рослин неухильно дотримуватись норм внесення препаратів, які є науково обґрунтованими та апробовано на практиці.

Крім того, не потрібно забувати, що крім хімічного захисту рослин широко використовують хімічні препарати для стимулювання росту рослин. Необхідність використання таких препаратів лежить в площині або пришвидшення росту і розвитку рослин або навпаки – пригальмовування такого розвитку. Це в кожному конкретному випадку потрібно використовувати, відповідно до інструкцій щодо використання таких препаратів. Наприклад немає технічної можливості збирати якусь культуру в певний період і ми, використовуючи засоби пригнічення розвитку рослини сповільнюємо процес дозрівання. Те саме може стосуватися і при гальмування розвитку рослини на певній їх стадії розвитку. Скажімо ми посіяли озимий ріпак і, сподіваючись, що вже настане морозна зима і він в певній фазі свого розвитку буде зимувати, але стається так, що є теплий період і ця рослина може перерости, що буде негативним явищем при подальшій її зимівлі. Якщо резюмувати, то спеціалісти фактично навчилися керувати розвитком рослин відповідно до потреби, зокрема фактичних погодно-кліматичних умов.

Якщо пригадати, то за способом проникнення в організм, а також відповідним характером дії на шкідливі рослини чи організми, пестициди поділяються на контактні та системні, а також суцільної та вибіркової дії. Ми не будемо заглиблюватися у класифікацію даних хімічних препаратів, а

тільки повинні себе зорієнтувати в тому, яким чином ці препарати повинні вноситись на поверхню поля чи рослини технічними засобами.

Серед відомих способів внесення пестицидів на оброблювані поверхні є штангове обприскування. Таким способом вносять приблизно 80% хімічних препаратів і зрозумілим є те, що для внесення застосовують штангові обприскувачі. Звичайно, що можливе використання і вентиляторних обприскувачів, але застосовують їх, переважно, у виноградниках, садах тощо.

Як було згадано вище, щоб мінімізувати шкідливий вплив хімічного препарату на рослину та довкілля потрібне правильне дозування цього препарату. А цей процес в значній мірі залежить від правильності вибору норми витрати робочої рідини та розпилюючих пристроїв, які будуть здійснювати безпосередньо цю операцію. Слід зауважити, що найпоширеніші способи обприскування сільськогосподарських рослин виконують з допомогою: звичайного малооб'ємного та ультра малооб'ємного обприскування. Названі способи вирізняються об'єм робочого препарату, який вноситься на один гектар. Відповідно йде зменшення від звичайного до ультра малооб'ємного обприскування. Щоб це розуміти, мова йде про розмір краплин, якими буде транспортуватися на поверхню об'єкту обробки діюча речовина. Бо у всіх випадках кількість діючої речовини практично є однаковою, мова лише в об'ємі транспортуючої рідини. Тут потрібно диференційовано підходити до цього процесу, виходячи із технічних можливостей обприскувача, технічних властивостей діючої речовини, культури, яка обприскується тощо. Це означає, що, виконуючи дослідницькі роботи такого спрямування, ми повинні зорієнтувати себе на те, що би сам обприскувач максимально був адаптований до найефективнішого способу нанесення конкретного хімічного препарату. Тут маємо на увазі те, щоб обприскувач міг забезпечити: по–перше, необхідну ширину колії при обприскуванні просапних культур; по–друге, розпилюючі пристрої повинні забезпечувати необхідну дисперсність розпилу для максимально ефективного

нанесення діючої речовини на поверхню об'єкта обробки; і по-третє, шлях транспортування діючої речовини до об'єкту обробки має бути надійним, тобто таким, який забезпечує задану норму виліву робочого препарату без втрати цього препарату на шляху від розпилювача до об'єкту обробки.

Тому при вдосконаленні сільськогосподарських машин необхідно конструкторам звернути свою особливу увагу на те, щоб такі машини як обприскувачі могли чітко забезпечити агротехнічні вимоги, що висуваються до технологічної операції обприскування сільськогосподарських культур. Це одне з найважливіших завдань, яке стосується конструювання та вдосконалення будь-яких сільськогосподарських машин. Потрібно пам'ятати, що на першому місці має бути підвищення якості виконання технологічної операції сільськогосподарської машиною, а потім всі решту похідні критерії, які висуваються до сільськогосподарських машин. Тому що після кожного вдосконалення машина повинна найперше якісніше виконувати, саме, технологічний процес, а потім бути менше енергоємкою, матеріалоємкою і т. д.

1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Загальна будова штангових обприскувачів

Розглянемо загальну будову штангових обприскувачів. Як відомо штангові оприскувачі випускають з шириною захвату від 12 до 36 м і більше. Тут можна говорити про переваги та недоліки штангових обприскувачів різної ширини захвату. Наприклад, якщо мова йде про обробку невеликих площ, то звичайно тут буде доцільним використовувати навісні штангові обприскувачі з малою шириною захвату. Це пов'язано з тим, що такі машини будуть досить маневреними, що дозволить їх ефективно експлуатувати на ділянках, де досить часто необхідно виконувати розвороти. Якщо мова йде про великі площі, то звичайно що широко захваті Машини будуть мати вищу продуктивність. Якщо говорити про саму конструкцію штанги, то це фермова конструкція, яка складається з функціональних та несучих елементів. Ферма штанги повинна втримувати функціональний трубопровід на якому закріплені розпилюювачі робочі органи. Крім того, ферма штанги повинна забезпечити її достатню жорсткість оскільки, наприклад штанга 24 м ширини захвату, повинна рухатись плоско–паралельно відносно поверхні поля [2-12].

Як було відмічено вище, що несуча конструкція штанги втримує функціональний трубопровід на якому розміщені розпилюючі пристрої і тут питання зводиться до того, що на таких функціональних трубопроводах можна з будь–яким кроком розмістити розпилювачі відповідно до специфіки самих пристроїв та міжрядь оброблюваних рослин. Цей параметр називають кроком між розпилювачами. Самі ж розпилювачі характеризуються формою та кутом розпилу робочого препарату. Тому зрозумілим є той факт, що при обробленні просапних культур розпилювачі можна встановити відповідно до

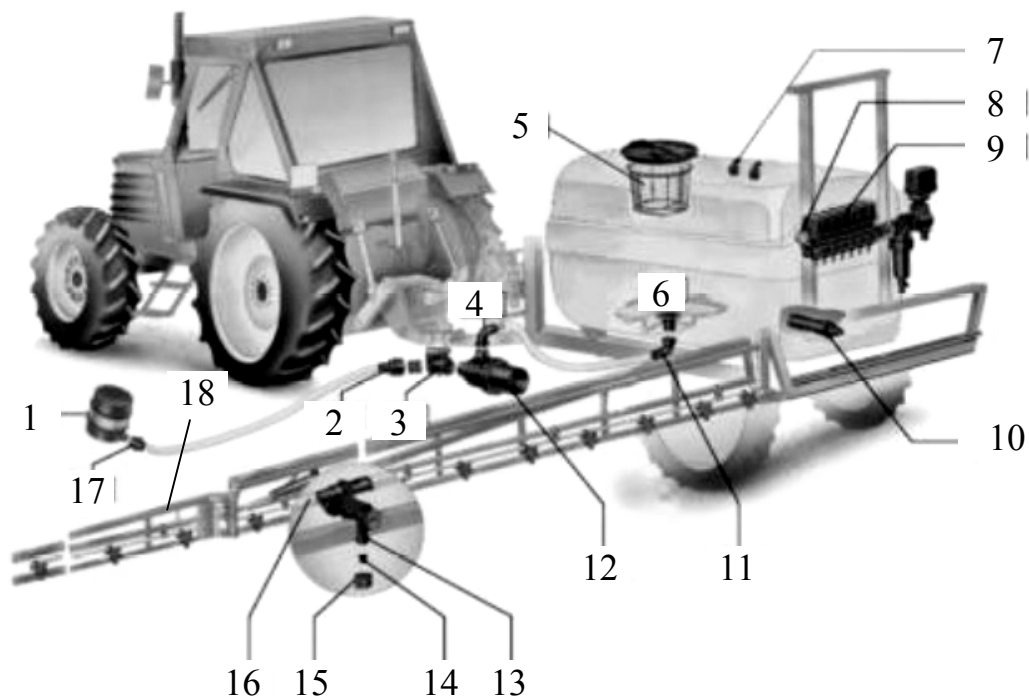
ширини міжрядь, а от ширину колії потрібно певним чином регулювати. Це для багатьох конструкцій оприскувачів може бути суттєвою проблемою.

Тепер наголосимо на тому, з чого в загальному складається штанговий оприскувач та як він працює. Якщо говорити про загальну будову обприскувача, то такі оприскувачі випускаються у наступних варіантах: ручні, тачкові, тракторні та самохідні. За принципом навішування на трактор: навісні та напівпричіпні, причіпні, а також як ми виділяли вже можна сюди також і віднести самохідні. Найбільш поширеними є причіпні та самохідні обприскувачі. Розглянемо загальну будову типового причіпного оприскувача.

На раму такої машини встановлено резервуар, в якому знаходиться робоча рідина, ця рідина всмоктується насосом, який приводиться в дію від валу відбору потужності трактора, та потрапляє до регулюючого блоку, де встановлюється відповідний тиск в напірні магістралі. Частина рідини йде до розпилюючих пристроїв під заданим тиском, частина рідини зворотно зливається в бак, а частина рідини, зливаючись в бак, живить гідромішалку, яка підтримує стало концентрацію робочого препарату в бакові [12]. Це ми окреслили найтипівішу основну будову оприскувача. Розглянемо детальніше на рисунку 1.1 схема штангу оприскувача.

Що стосується основних вимог при роботі обприскувача, то серед них найважливішим є наступне. При роботі обприскувача повинна бути витримана норма виливу робочого препарату. Тут потрібно розуміти, що норма виливу препарату це не тільки та кількість рідини, яка пройшла за одиницю часу через розпилюючі пристрої. Норма внесення робочого препарату це та кількість рідини, яка потрапила на ефективну оброблювану площу. Тобто для раціонального обприскування та досягнення ефекту від хімічного захисту потрібно оброблювану площу рослин чи поверхні поля обробити заданою кількістю діючої речовини, яка є в робочому розчині. Бо може траплятися такий випадок, що рідина з розпилювача виливається в необхідній кількості, а при її транспортуванні до об'єкту обробки

втрачається. Тут, як наслідок, нерівномірність оброблення цільової площі, наприклад, за шириною захвату обприскувача. Причини можуть бути різноманітні. Серед них: велика відстань від розпилювача до цільової площі, що спричиняє випаровування робочого препарату; знесення його дрібних частинок повітряними потоками і так далі. Крім того, вертикальні та горизонтальні коливання штанги також негативно впливають на рівномірність нанесення робочого препарату на поверхні рослин. Тому часто можна спостерігати, що при підготовці обприскувача була задана та перевірена необхідна норма виліву робочого препарату, був якісним гербіцид, але бажано ефекту від хімічного захисту не отримано. Тут ще раз можна наголосити, що забезпечення норми виліву – це забезпечення покриття цільової площі необхідною кількістю діючої речовини, враховуючи викладені фактори, які на неї впливають.



1, 12 – фільтри; 2, 3, 17 – з'єднувальні муфти; 4 – привод від ВВП; 5 – заливна горловина; 6, 11 – магістральна арматура; 7 – бак; 8 – манометр; 9 – насос; 10 – гідромішалка; 13 – штуцер; 14, 15, – розпилювач; 16 – підводяча арматура; 18 – штанга

Рисунок 1.1 – Схема штангового обприскувача

1.2. Огляд машин–аналогів

Проведемо аналіз техніко–технічних показників обприскувачів машин–аналогів. Такі характеристики показано в табл. 1.1 – 1., а зовнішній вигляд на рис. 1.2–1.4 [24, 32, 33, 35].

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики деяких штангових обприскувачів

Найменування показника	ОПШ-18,5	ОПШ-15-01	ОП-2000-2-01	ОМ-630-2	ОМ-320-2	ОП-3200-1
Ширина захвата, м	18	10,8	21,6	10,8	10,8	21,6
Агрегатується, трактор класу	1,4	1,4; 2,0	1,4; 2,0	1,4	1,4; 2,0	1,4; 2,0
Продуктивність за годину основного часу, га		9,9-16,5	15,8-22,5	9,7-19,8	7,2-14,0	14,6-27,0
Робоча швидкість, км/ч	до 14	6-10	8-12	6-12	6-10	8-12
Витрата робочої рідини, л/га						
при обробці пестицидами	50–170	75–300	75–300	75–300	1–25	75–300
при внесенні РКУ			150-800			140-1000
Робочий тиск в нагнітальній системі, МПа		0,8	0,1-0,4	0,1-0,8	0,8	0,2-0,8
Діапазон установки штанги обприскувача по висоті, м	0,8...1,5					
Місткість бака, л	2000	1200	2000	630	320	3200
Маса, кг		870	1650	550	500	3450



Рисунок 1.2 – Зовнішній вигляд обприскувача серії ОПШ

Закордонні аналоги.

Приставимо серію навісних обприскувачів RAU–Sprimat, які призначаються для хімічного захисту основних сільськогосподарських культур. Такі обприскувачі можуть також використовуватися для внесення РКД. Такі машини вирізняються високою ступінню очищення робочої рідини, що підвищує ефективність роботи розпилюючі пристроїв. Крім того, регулювальний блок містить високоточні елементи для забезпечення заданого робочого тиску, що підвищує точність дозування хімічного препарату.

У всіх конструкціях використовують мембранно–поршневі насоси, високоточні та зносостійкі розпилюючі елементи.

Їх технічні характеристики показано в табл. 1.2, а загальний вигляд, рис. 1.3.



Рисунок 1.3. Обприскувачі серії RAU–Sprimat

Таблиця 1.2 – Технічні характеристики штангових обприскувачів RAU–Sprimat

Об'єм основного бака	400			600			800					
Тип штанги	Е			МК			МК		SH	НРТ		
Робоча ширина, м	10	12	12,5	10	12	12,5	12	12,5	15	12	12,5	15
Продуктивність насоса, л/хв	70	100		70	100		120/140		140	120/140		140
Місткість промивочного бака, л	60											
Місткість бака для миття рук, л	15											
Мінімальна висота обробітку, м	0,5											
Відстань між форсунками, см	50											
Приєднання до трактора	Трьохточкова навіска											

Причіпні обприскувачі серії RAU–Sprido Train G вирізняються простотою та надійністю конструкції, які є досить зручними в експлуатації, що робить їх досить популярними на ринку таких машин. Однією із важливих особливостей конструкції є наявність маятникової підвіски, що дозволяє фермам штанги досить точно копіювати рельєф поля та гасити виникаючі коливання штанги при русі обприскувача польовими нерівностями. Розглянемо деякі характеристики, табл. 1.3, рис. 1.4.

Таблиця 1.4 – Обприскувачі серії RAU–Sprido

Параметр	Штанга FHR						Алюмінієва штанга				
	18	20	21	24	27	28	27	28	30	32	36
Робоча ширина, м											
Місткість основного бака, л	2800 або 3800						2800 або 3800				
Місткість промивного бака,	300						300				
Місткість бака для миття рук,	20						20				
Продуктивність насоса, л/хв	200						260				
Мінімальна висота обробітку,	0,5						0,5				
Максимальна висота обробітку, м	2,3						2,3				
Кількість мішалок	4						4				
Кількість секцій штанги	5	7	7	7	9	9	9				
Транспортна ширина, м	2,50										
Транспортна висота, м	3,45-3,65						2,50		2,96		
Довжина, м	6,65		3,65-3,85				3,75	3,85	3,95	4,00	



Рисунок 1.4 – Обприскувачі серії RAU–Sprido

Розглянемо ще один аналог причіпного обприскувача виробника ЗАТ "Кірсановський механічний завод", обприскувач причіпний штанговий ОПШ–2000, рис. 1.5.



Рисунок 1.5 – Обприскувач ОПШ–2000

Він конструктивно виглядає як одновісний напівпричіп, на рамі якого змонтовано циліндричний бак для робочої рідини, всередині якого міститься гідравлічна мішалка. Обприскувач укомплектований мембранним насосом з приводом від вала відбору потужності трактора. Шлангові комунікації

з'єднуються з регулювальною апаратурою, яка встановлює тиск в системі. Обприскувач має особливу конструкцію навіски штанги.

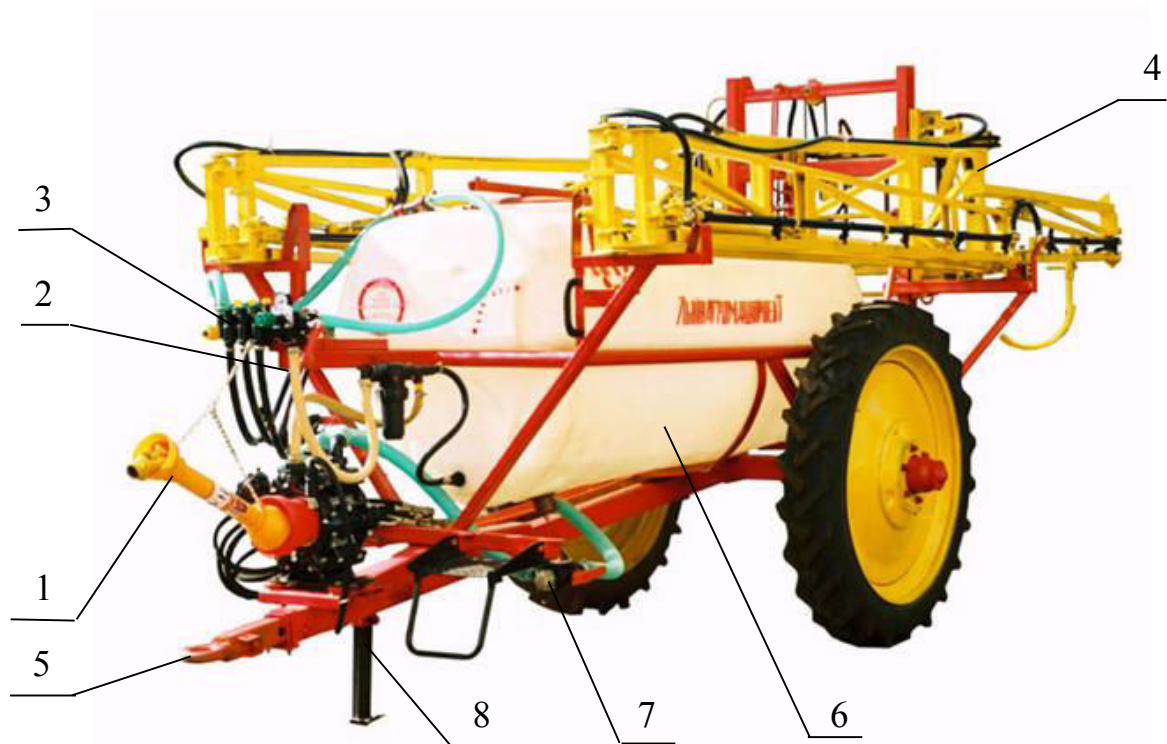
Ширина захоплення такої штанги складає 18 м, система передбачає регулювання норми витрати на гектар в межах від 78 л до 247 л. Продуктивність такої машини складає є 18 гектарів за годину. Цей обприскувач можуть агрегатувати трактори тягового класу від 0,5 до 1,4. Для приводу насоса споживається потужність в межах 10.5 кВт. Система складання–розкладання штанги гідрофікована. Бак вміщує 2000 л. Робоча швидкість обприскування від 7,5 до 12 км/год.

Звичайно, аналізуючи наведені моделі обприскувачів, що головним робочим органом є штанга або вентилятор. Вони повинні якісно нанести робочий препарат на рослини та не пошкодити їх. До не пошкоджуваності рослин слід додати ще відповідність ширини колії до ширини міжрядь. Звичайно більшість конструкцій обприскувачів передбачають зміну ширини колії, але механізми, які це реалізують, на деяких моделях є примітивними і потребують значної затрати робочого часу, на інших – складні і надто вартісні.

1.3. Аналіз конструктивних особливостей базової конструкції обприскувача

Як об'єкт вдосконалення було вибрано конструкцію вітчизняного оприскувача ОПШ–2000 виробництва ТДВ «Львівагромашпроект». Даний обприскувач призначений для хімічного захисту сільськогосподарських польових культур від шкідників, хвороб, бур'янів, а також при переобладнанні розпилюючих пристроїв можна вносити рідкі мінеральні добрива у різному їх поєднанні [37].

Загальний вигляд такого обприскувача представлений на рисунку 1.6.



1 – передача карданна; 2 – напірна комунікація; 3 – виконавчий механізм;
 4 – штанга; 5– шасі; 6– бак; 7–всмоктувальна комунікація; 8–насос
 Рисунок 1.6 – Обприскувач причіпний штанговий ОПШ–2000

Відповідно до тягового зусилля, яке виникає на гаку трактора, обприскувач можуть агрегатувати трактори класу 1,4.

Причіпний обприскувач розрахований на роботу при швидкостях 6–10 км/год, а за умов відносно рівної поверхні поля та маятникової підвіски штанги цю робочу швидкість можна збільшувати в межах 12–15 км/год.

Дака конструкція обприскувача комплектується штангами шириною захвату 18 або 21,6 м.

Бак обприскувача вміщає 2300 л робочого препарату. За своїми технічними характеристиками передбачається витрата пестицидів при обприскуванні – 120–300 л/га; при роботі з РКД – 200–400л/га.

Тут використовуються розпилювачі різних типів, що розраховані на роботу під тиском в межах 0,1–0,5 МПа [13, 14].

Зміна ширини колі, як один із параметрів, який, на нашу думку, варто було б механізувати. В базовій конструкції змінюють ширину колії висуванням півосей з наступним їх фіксуванням, відповідно до міжрядь

просапної культури.

Тепер, переважно, використовують діафрагмові насоси, які споживають приблизно 6 кВт. В обприскувачі привод насоса здійснюється від ВВП трактора при частоті 540 об/хв. Максимальний тиск, що створює насос складає 2 МПа при кількісній подачі робочої рідини до 170 л/хв.

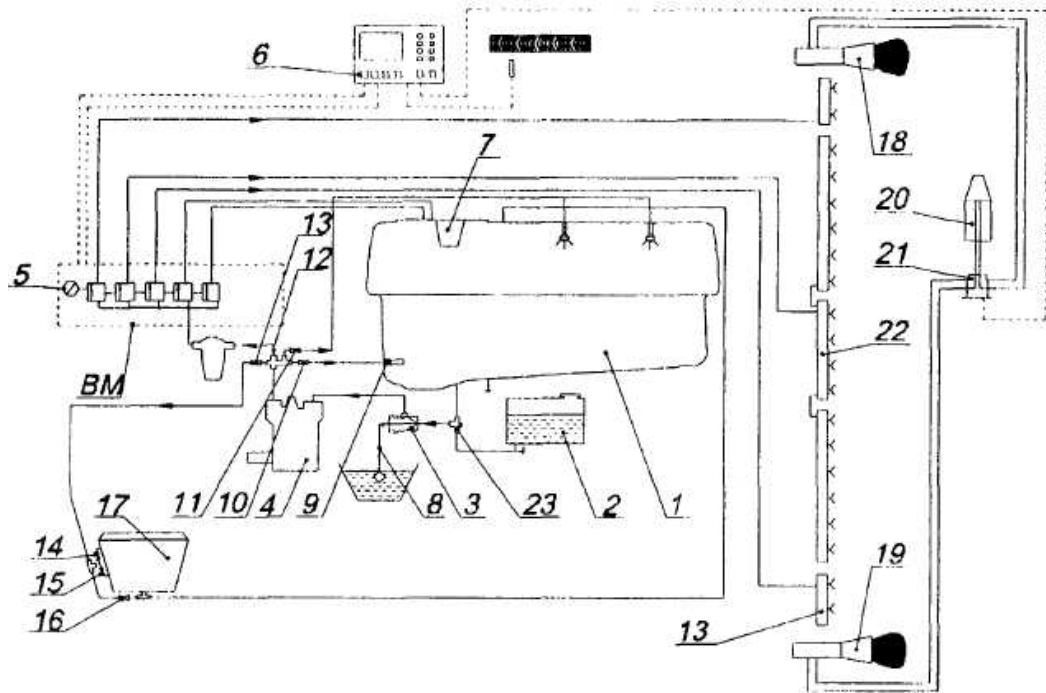
Якщо коротко окреслити будову даного обприскувача, то він має такі складові.

На шасі (5 рис. 1.6) обприскувача змонтовано, бака, в середині якого встановлено гідромішалку (6). Як вже наголошували, в конструкції обприскувача використано насос діафрагмовий (8), який з'єднано з регулювальним блоком (3). Привод насоса здійснюється приводом через карданну передачу (1). Штанга (18 або 21,6 м) тут позначена (4). Також в систему входять всмоктувальна (7) та напірна (2) комунікації.

Технологічний процес роботи системи.

В бак заливають робочу рідину, яка через фільтр (3, рис. 1.7) втягується діафрагмовим насосом (4), проходить нагнітання рідини, яка через напірний фільтр потрапляє до регулювального блоку (виконавчого механізму (ВМ)), з якого розподіляється між «споживачами». Виконавчий механізм встановлює заданий тиск напірної магістралі: основна частина йде до робочих розпилюючих органів (на штангу), тоді частина рідини йде на перелив через роботу гідрозмішувача (9), а частина вільно переливається в бак. Це пов'язано з тим, що насос має відносно сталі оберти від ВВП і його продуктивність стала для різних об'ємів

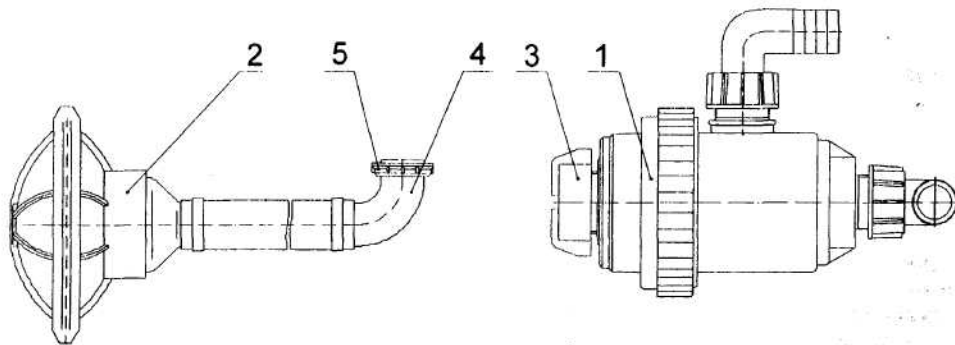
Задану норму виливу встановлюється і підтримується пультом (6).



1 – бак; 2 – ємкість для води; 3 – фільтр всмоктувальний; 4 – насос діафрагмовий; 5 – манометр; 6 – пульт; 7 – фільтр заливний; 8 – заправний рукав ОПША 04.010; 9 – гідрозмішувач; 10 – 16 – кран кульковий; 17 – міксер; 18, 19 – піномаркер; 20 – ємкість для піни; 21 – компресор; 22 – штанга; 23 – кран трьохходовий; ВМ – виконавчий механізм.

Рисунок 1.7 – Схема технологічна

Обприскувач має можливість самозаправки. Цей процес виконується з допомогою заправного рукава (8, рис. 1.7). Для уникнення попадання сторонніх частинок, рідина всмоктується через всмоктувальний фільтр (3) насосом (4) та попадає в бак.

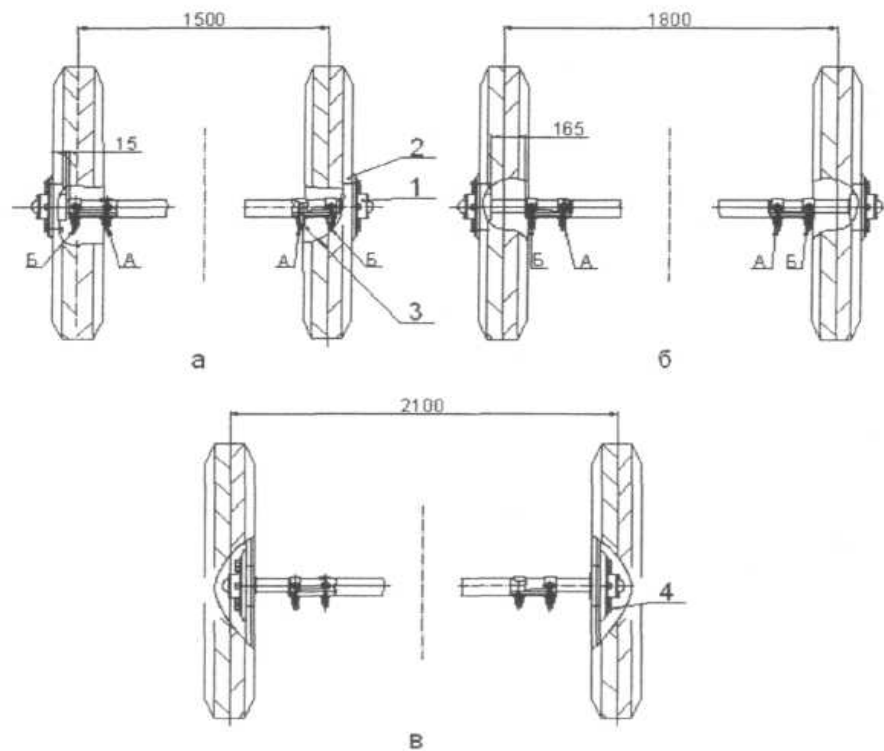


1 - всмоктувальний фільтр, 2 - заправний рукав,
3 - кришка клапана, 4 - кутник, 5 - гайка

Рисунок 1.8 – Заправні пристрої обприскувача

В даній роботі буде зосереджена увага на ефективності механізму зміни ширини колії, розглянемо таку можливість для базової конструкції обприскувача.

Обприскувач поставляється споживачу із шириною колії 1500 мм. При цьому болти А, рис. 1.9 зачіпляються за виступ на осі маточини 1 (рис. 1.9, а). Для перестановки колії на ширину 1800 мм, потрібно послабити контргайки (3) та болти А і Б. Висуваємо піввісь із колесом до розміру 1650 мм і затискаємо болтами А і Б, та контргайками 3 (рис. 1.9,б). При цьому болти Б повинні зачепитися за виступ на осі маточини. Для перестановки колії на ширину 2100 – відкрутити гайки поз. 4 (рис. 1.10 в) та поміняти місцями праве з лівим колеса і закрутити.



1 – маточина ОПШД 09.100 або 380; 2 – колесо ОПША 01.390; 3 – гайка М20; А, Б – болт М20; 4 – гайки кріплення колеса

Рисунок 1.9 – Схема для переустановки колії обприскувача

Далі необхідно перевірити та встановити необхідний тиск у шинах коліс обприскувача $0,25 \pm 0,02$ МПа.

Переобладнати причіпний пристрій трактора для роботи з причіпними

машинами, для яких необхідний привід від ВВП, відповідно до інструкції на трактор. Віддаль між торцями ВВП та ВПМ повинна бути 800 мм.

Встановити висоту причіпного пристрою трактора від ґрунту – 350 мм.

Для виключення випадкових підйомів причіпного пристрою трактора, що можуть викликати ушкодження ВВП, карданної передачі, слід максимально наблизити рухомий упор основного циліндра до клапана гідромеханічного регулювання ходу поршня.

Встановити ручку гідрозбільшувача зчіпної ваги трактора в положення "ЗАКРИТО" для запобігання опускання причіпного пристрою трактора. При роботі обприскувача категорично забороняється користуватися гідросистемою навіски трактора.

Заблокувати поздовжні тяги навіски трактора від поперечних переміщень шляхом максимального скорочення довжини ланцюгів.

Приєднати обприскувач до причіпного пристрою трактора.

Приєднати вільний кінець карданного вала до ВВП трактора. Зафіксувати страхувальні ланцюги на тракторі і на причіпній серзі обприскувача, щоб запобігти повертанню кожухів карданної передачі.

Приєднати гідросистему високого тиску обприскувача до трактора

Підготовка обприскувача до роботи і порядок роботи

При підготовці обприскувача до роботи найперше потрібно перевірити правильність його під'єднання до трактора. Далі потрібно під'їхати до джерела води та заповнити бак рідиною. Якщо ж поблизу немає можливості під тиском заповнити бак чистою водою, то можна скористатися водоймою та способом самозаправки обприскувача, який описаний вище. Після того як буде бак заповнений рідиною, необхідно провести налаштування обприскувача на задану норму виливу робочої рідини. Як правило, цим процесом займається агроном, він встановлює норму обприскування тих культур на яких буде працювати дана машина.

Для підрахунку хвилинної витрати q через розпилювач користуються залежністю, що наведена нижче [32, 35]

$$q = \frac{QBv}{600z},$$

де Q – норма витрати, в л/га; B – ширина штанги; v – швидкість обприскувача, км/год, z – кількість розпилювачів на штанзі.

Тут враховуємо кількість розпилювачів, які в даний момент знаходяться на штанзі та їх площу поперечного отвору.

Коли такий підрахунок зроблено, варто перевірити фактичну норму виливу розпилювачем при його перевірці на регульовальні площадці. Норма може відрізнятись від розрахункової, оскільки наявні розпилювачі можуть мати різну ступінь зношеності, а відповідно і різну площу поперечного перетину отвору. Таким чином, нам потрібно при налаштуванні обприскувача встановити фактичну норму виливу і скоригувати її із заданою нормою виливу.

Після проведення операції налаштування можна заправляти обприскувач відповідним пестицидом в залежності від задач, які будемо виконувати.

Для цього сучасні конструкції оприскувачів, в тому числі і розглядувана конструкція, передбачають наявність такого пристрою як міксер. Цей пристрій дозволяє якісне приготування робочого розчину для обприскування. В міксер заливаємо розрахункову кількість концентрованого препарату пестициду. Після чого відбувається змішування цього препарату з водою, яка є в баку. Тобто призначення міксера полягає в тому, щоб вилити в нього концентрат пестициду, промити тару з-під нього та змішати спочатку з невеликою кількістю рідини, а потім цей концентрат перекачати був основний бак. Причому робимо це певний час до отримання однорідного

робочого розчину. Надалі оприскувач постійність розчину буде підтримувати гідромішалка. Таким чином, оприскувач може бути налаштованим та готовим до роботи.

1.4. Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи магістра

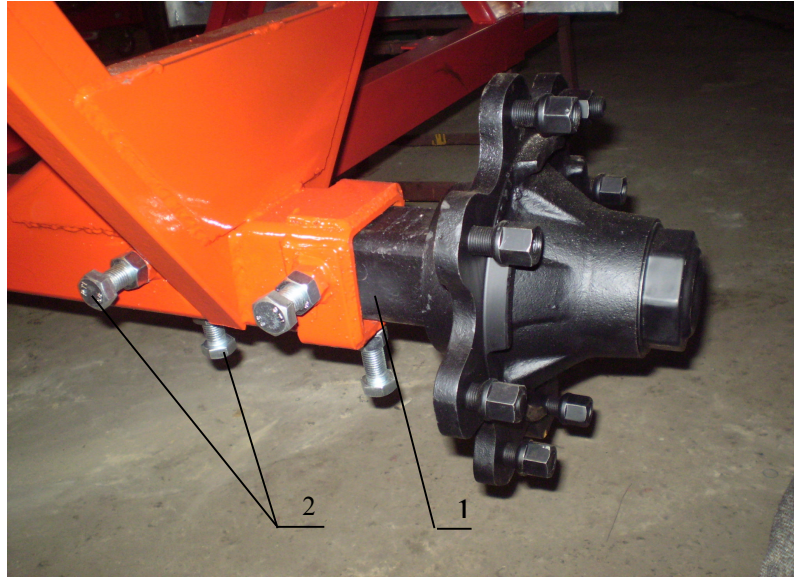
Тема кваліфікаційної роботи магістра «Обґрунтування параметрів елементів ходової частини для забезпечення зміни ширини колії причіпного обприскувача». Необхідність розвитку такої теми виникла з проблемою підвищення комфорту експлуатації причіпного обприскувача. Базова конструкції передбачала досить простий та непрактичний механізм для зміни ширини колії – це телескопічне висування розсувної консолі із задньої балки шасі, яка служить їй направляючою. Саме висування проводять вручну. І це створює певні проблеми, бо обприскувач потрібно піддомкратити, відпустити затискні та фізично розтягнути консолі, причому ліву та праву консолі на однакові відстані. Ця операція відносно легко реалізовується до моменту, поки консолі не покриваються корозійним шаром, це різко збільшує опірність при розсування і це викликає певні проблеми. Разом з тим піддомкратування як додаткова операції. А якщо такі перелаштування потрібно робити протягом зміни, то це великі затрати часу та фізичних зусиль.

На заміну такому способу зміни ширини колії обприскувача пропонується для базової конструкції модифікація, що полягає у вмонтування в задню балку гвинтового механізму на кшталт гвинтового домкрата. Такий «стаціонарний домкрат» дозволить переміщати розсувні консолі навіть при заповненому бакові обприскувача. Такий підхід значно підвищить комфортність виконання операції зміни ширини колії обприскувача.

2 ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ

2.1. Характеристика базової конструкції механізму зміни ширини колії та визначення вихідних параметрів

На рис. 2.1 показана базова конструкція частини шасі розглядуваного оприскувача. Тут якраз представлена фотографія механізму зміни ширини колії, що передбачено конструкторським вирішенням заводу–виробника. Якщо коротко охарактеризувати роботу такого пристрою, то тут чітко можна бачити, що за необхідності змінити ширину колії потрібно проробити ряд операцій. Отже, щоб змінити ширину колії, тобто виконати переміщення консолі 1, яка знаходиться направляючій балці, потрібно спочатку відпустити ряд фіксуючих болтів 2 та фізичним зусиллям переміщувати висувну консоль 1 з маточиною та колесом оприскувача. Щоб таку операцію реалізувати необхідно спочатку дану балку під домкрати, тобто звільнити спочатку одне опорне колесо і тоді відпустити фіксуючі болти 2 та висувати консоль до потрібного розміру, що буде відповідати половині ширини колії всього оприскувача. Виконавши дану операцію з однією частиною даного механізму, тобто перемістивши, наприклад праве колесо, поставивши його на поверхню поля чи регульовального майданчика і аналогічним чином проробляємо все це з іншим колесом. А це означає, що повторно потрібно оприскувач піддомкратувати, відпустити фіксуючі болти та фізично пересунути на потрібну ширину друге колесо. З одного боку операція начебто і нескладна, але, якщо зважити на деякі обставини цей процес досить ускладнюється.



1 – розсувна консоль; 2 – болти для фіксації

Рисунок 2.1 – Базовий механізм зміни ширини колії обприскувача

Поділимо ці обставини на технічні та виробничі. Що тут мається на увазі? За поставленим завданням обприскувач повинен працювати в заданих міжряддях просапної культури, тобто виникає необхідність скоректувати його ширину колії для того, щоб він не травмував культурну рослину. Починаємо процедуру встановлення ширини колії. Нам потрібно колесо з маточиною на розсувній консолі висунути, наприклад на 20 см. Ми піддомкрачуємо задню балку обприскувача, відпускаємо болти і починаємо висувати консоль. Але з часом експлуатації обприскувача на поверхню консолі та направляючої балки попадали атмосферні опади, ґрунт, продукти розпилу робочого препарату обприскувачем, які викликали корозію і консоль в балці заклинила [15, 16]. Щоб її перемістити потрібно прикласти значне зусилля для цієї реалізації. Це не просто виконати, оскільки маса колеса є досить значною, а зусилля яке потрібно прикласти, щоб пересунути консоль, невідомо яким пристроєм можна забезпечити. Тоді беруть різні важелі і діють ними на колесом, заклинюють між рамою і не завжди це призводить до швидкого бажаного результату. Тобто це викликає певні проблеми при виконанні такого налаштування [40]. А якщо врахувати ще що одна сторона обприскувача має менший опір, а інша заклинила, то операцію по налаштуванню можна і не

виконати. Це з одного боку. З іншого боку – ця проблема лежить в площині того, що якщо ми протягом короткого терміну, наприклад однієї зміни, працюємо на різних площах (з різними міжряддями) і виникає необхідність зміни ширини колії, а в баку оприскувача залишається робоча рідина, тобто машина має суттєву масу і піддомкрати таку машину стає складніше. А особливо, якщо таке налагодження потрібно зробити кілька разів за зміну. Тут і виявляється певна недосконалість конструкторського рішення при вказаному налаштуванні ширини колії оприскувача. Цей процес потрібно механізувати.

Якщо аналізувати закордонні зразки оприскувачів, то деякі з них ширину колії змінюють в автоматичному режимі, рис. 2.2.

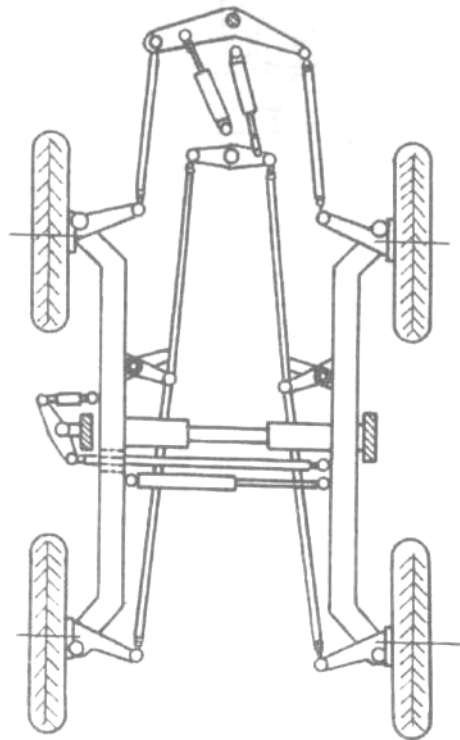


Рисунок 2.2 – Система автоматичного регулювання ширини колії оприскувача (Патент EP 0501585A1)

Зрозуміло, що така конструкція шасі оприскувача є набагато складнішою і, звичайно ж, коштовнішою. Така реалізація ідеї виправдовує себе в конструкціях самохідних оприскувачів, а для причіпних це надто

затратно. Крім того, якщо виробництво обприскувачів не є масовим чи навіть крупносерійним, то така серйозна зміна в конструкції рами буде економічно недоцільною. Тому тут потрібне значно простіше рішення [17].

Але перш, ніж перейти до опису самого механізму зміни ширини колії обприскувача, спочатку потрібно визначити, які вихідні сили чи моменти опору там будуть діяти.

Задачу ставимо таким чином, що змінювати ширину колії можна було б на повністю заправленому обприскувачі.

Промодельюємо цей процес спочатку на «сухій» машині.

Зрозумілим є те, що якщо таку зміну будемо виконувати, то потрібно пересувати колесо по опорній поверхні поля чи регулювальної площадки від цим навантаженням, тобто долати силу тертя.

Силу тертя можна визначити на найпростішою відомою формулою [28]

$$F_m = fN, \quad (2.1)$$

де f – прийнятий коефіцієнт тертя. Тут тертьовими поверхнями будуть гумова шина та ґрунтова опорна поверхня, прийmemo $f = 0.8$;

N – половина сили ваги обприскувача, тобто

$$N = \frac{G}{2}, \quad (2.2)$$

тобто

$$N = \frac{15500}{2} = 7750 \text{ Н}$$

де G паспортна суха вага машини, $G = 15500 \text{ Н}$.

Тоді сила тертя, що діє на одне колесо становитиме

$$F_m = 0,8 \cdot 7750 = 6200 \text{ Н}.$$

Далі ускладнимо задачу – бак обприскувача заповнений рідиною.

$$N' = \frac{G'}{2}$$

$$N' = \frac{38000}{2} = 19000 \text{ Н.}$$

Тоді сила тертя становитиме

$$F'_m = 0,8 \cdot 19000 = 15200 \text{ Н.}$$

Таким чином, мінімальне зусилля, яке повинний долати механізм 6200 Н, максимальне – 15200 Н. Тут без врахування сили тертя між направляючою та консоллю, вважаємо, що консоль змащена твердою змазкою, як ще належить бути механізові.

2.2. Конструктивне рішення зміни ширини колії обприскувача

Технічне рішення, що пропонується в роботі виконано на основі задекларованого рішення, яке описано в патенті №

Тобто теоретичне рішення такого механізму ми перетворимо у конкретну конструкцію, яка адаптована до конкретних параметрів обприскувача, не претендуючи на технічну новизну такої розробки.

Відповідно до патентної розробки (рис. 2.3) маємо наступний опис [21].

Механізм зміни ширини колії складається з двох розсувних консолей 1, 2, що на краях мають закріплені маточини 3, 4 для кріплення опорних коліс 5, 6. Розсувні консолі 1, 2 змонтовано в центральній балці-направляючій 7 з фіксуєчим механізмом 8. Центральна балка-направляюча 7 обладнана двома шайбами 9, 10, які нерухомо в ній закріплені. Між даними шайбами 9,10 змонтовано головку 11, до якої приєднано два гвинти 12, 13. Причому гвинт 12 має ліву, а гвинт 13 – праву різьбу і вони є вкрученими в спеціальні гайки 14, 15, що нерухомо закріплені в кожній з розсувних консолей 1,2.

Механізм зміни ширини колії працює наступним чином. Маємо повністю чи частково завантажену машину (заповнений бак робочою рідиною в обприскувачі, кузов причепа чи інші машини), для якої в силу виробничої необхідності потрібно змінити ширину колії. Наприклад, обприскувач переїжджає на іншу площу, де можна працювати тим самим препаратом, а культура висаджена з іншим міжряддям і т.п.

Тоді оператор, знаючи задану ширину колії, послаблює фіксуєчий механізм 8, підходить до центральної балки-направляючої 7. В ній, обертаючи одним із відомих способів головку 11, осьове переміщення якої обмежують шайби 9, 10, обертає два гвинти 12, 13. Останні накручують чи викручують (переміщують в осьовому напрямку) спеціальні гайки 14, 15, які нерухомо закріплені в розсувних консолях 1, 2, що змушує їх разом переміщатися. Відповідно, переміщаючись, розсувні консолі 1, 2, що сполучені з маточинами 3, 4 для кріплення опорних коліс 5, 6, змінюють своє взаємне розташування, а отже і взаємне розташування опорних коліс 5,6, тобто ширину колії машини.

Таким чином, запропонована конструкція механізму зміни ширини колії забезпечить можливість механізованим способом регулювати ширину колії без застосування спеціальних пристроїв – домкратів та, не піднімаючи машини, в навантаженому чи ненавантаженому стані здійснювати це перелаштування.

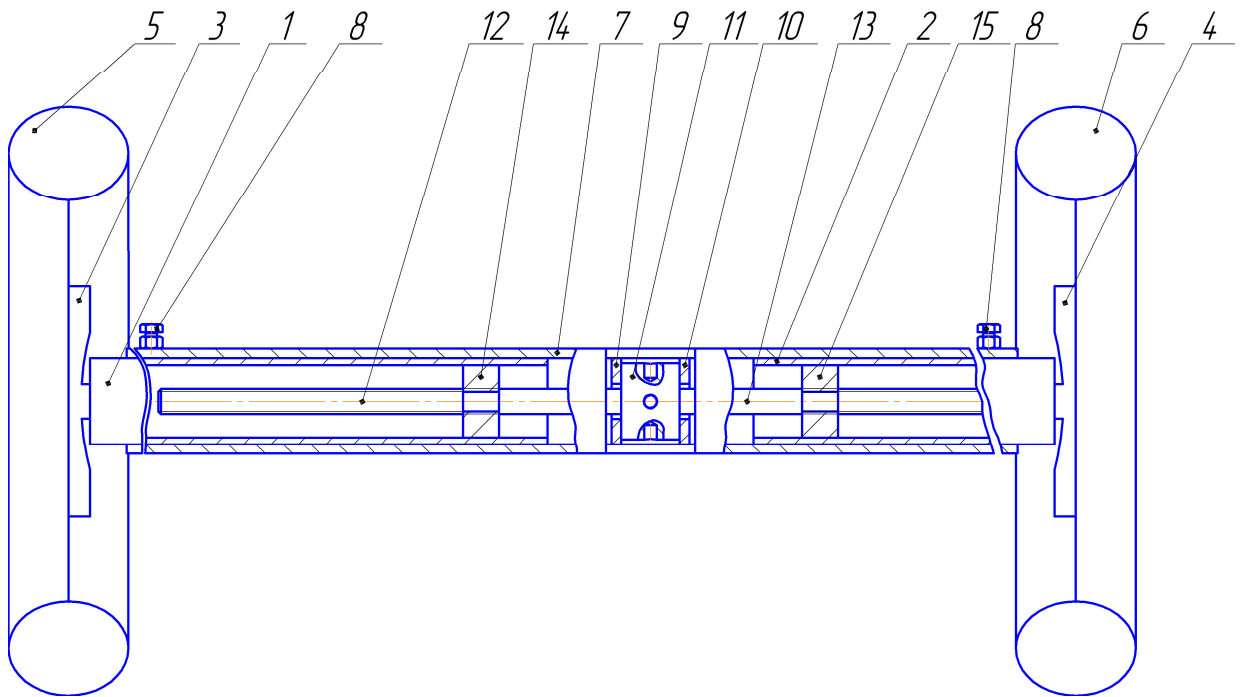


Рисунок 2.3 – Механізм зміни ширини колії

Таким чином, використання описаного механізму повинно вирішити поставлене завдання механізованої зміни ширини колії обприскувача без додаткового піддомкращування та при будь-якому заповненні робочою рідиною його бака.

2.3. Обґрунтування параметрів ходових гвинтів механізму

Розмірковуючи над можливими варіантами вдосконалення існуючого механізму зміни ширини колії, було прийнято рішення про використання додаткового механізму по типу гвинт-гайка, який монтуватиметься в існуючому. Даний механізм буде мати два вали з правою і лівою різьми та фіксуватися в середній частині. При обертанні в одну із сторін вали обертатимуться у вмонтованих гайка на консолях, рухаючи їх всередину чи назовні в направляючих.

Обґрунтуємо конструктивні параметри гвинтів для вибору із

стандартного ряду.

Відомо, що у техніці широко застосовують таку передачу як гвинт–гайка. Ця передача є надзвичайно компактною, але водночас може забезпечувати значні переміщення при великих зусиллях і одночасно малих крутних моментах гвинта. Така передача нам підходить, оскільки обертання гвинтів буде виконувати оператор своєю мускульною силою.

Трохи з теорії гвинтової пари [25, 27, 31, 39].

В таких передачах використовують кут ψ підйому витків різі, який визначають по середньому діаметру

$$\operatorname{tg}\psi = Pz/(\pi d_2), \quad (2.3)$$

де z – число заходів різі.

Тут осьове переміщення гайки x при обертанні гвинта на кут φ становитиме

$$x = \varphi P_z / (2\pi), \quad (2.4)$$

де $P_z = Pz$ – хід гвинта; z – число заходів різі.

Швидкість переміщення при цьому

$$v = \omega Pz / (2\pi) = 0,5\omega d_2 \operatorname{tg}\psi . \quad (2.5)$$

Для схеми з одночасним вкручуванням і гвинта, швидкість становитиме

$$v = \omega(P_1 z_1 - P_2 z_2) / (2\pi), \quad (2.6)$$

тут P_1, z_1 і P_2, z_2 – кроки і числа заходів різь на двох ділянках гвинта.

Силіві параметри.

Момент обертання

$$T = T_S + T_{s0}. \quad (2.7)$$

де T_S – моменту сил тертя у різі;

T_{s0} – моменту сил тертя в опорах.

Дотична сила на гвинті або її ще називають колова

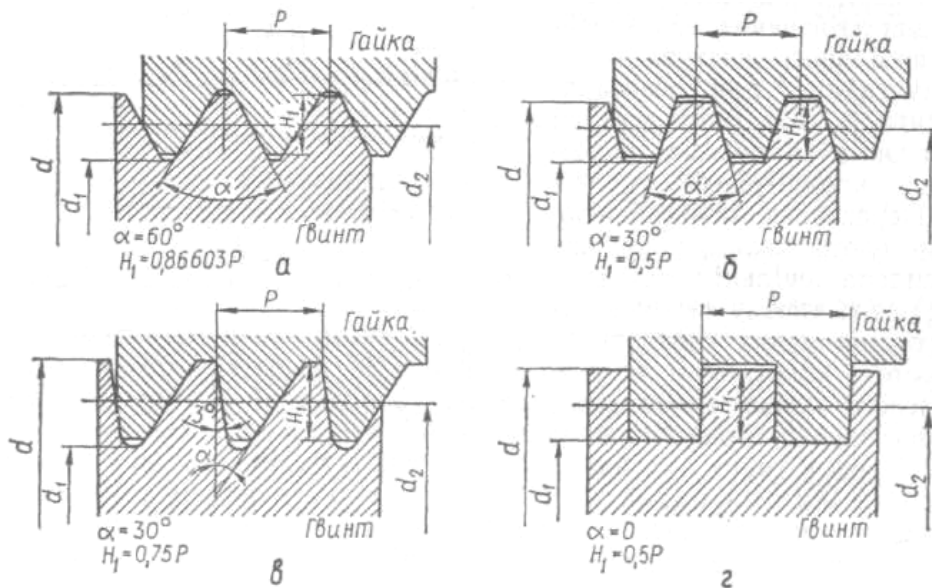
$$F_t = F_d \operatorname{tg}(\psi + \varphi') = 2T_s / d_2. \quad (2.8)$$

Момент сил тертя у різі

$$T_s = 0.5 F_d d_2 \operatorname{tg}(\psi + \varphi'), \quad (2.9)$$

де φ' – зведений кут тертя у різі

$$\operatorname{tg} \varphi' = F_s / (F_n \cos \delta) = f / \cos \delta. \quad (2.10)$$



а – для невеликих навантажень; б, в, г – для силових передач
Рисунок. 2.4 – Геометричні параметри різьб для передач гвинт–
гайка

Тоді момент

$$T'_s = 0.5F_a d_2 \operatorname{tg}(\varphi' - \psi). \quad (2.11)$$

Коефіцієнт корисної дії передачі гвинт–гайка представимо у вигляді [39]

$$\eta = F_a v / (T'_s \omega) = \operatorname{tg} \psi / \operatorname{tg}(\psi + \varphi'). \quad (2.12)$$

Другий розрахунок, яки потрібно виконати при проектуванні такої передачі – розрахунок передачі на стійкість проти спрацювання.

Критерієм втрати стійкості проти спрацювання є підвищений тиск, тобто його значення є більшим від допустимого

$$p \leq [p]. \quad (2.13)$$

Тиск визначається через площу

$$p = F_a / A = F_a / (\pi d_2 H_1 z_B), \quad (2.14)$$

де H_1 – робоча висота профілю різі; $z_B = H / P$ – число витків різі у гайці висотою H .

Для сталевих матеріалів гвинта та гайки приймемо середнє значення допустимого контактного тиску $[p] = 15$ МПа.

Уточнемо залежність контактного тиску виходячи з конструкції гвинта

$$p = F_a / (\pi d_2^2 \varepsilon \lambda) \leq [p]. \quad (2.15)$$

де $\lambda = H_1 / P$,

Звідси можна отримати залежність середнього діаметра різі

$$d_2 \geq \sqrt{F_a / (\pi \varepsilon \lambda [p])}. \quad (2.16)$$

Отриманий діаметр потрібно узгодити із стандартним рядом.

Коли геометрія гвинта і гайки є вже відомими, то їх потрібно перевірити міцність. Тут будемо визначати напруження різі

$$\tau_{zp} = F_a / A_{zp} = F_a / (\pi dkH) \leq [\tau]_{zp}, \quad (2.17)$$

де d – зовнішній діаметр різі; k – коефіцієнт повноти висоти гайки.

Міцність гвинтів перевіряють з умови [41, 42, 44]

$$\sigma_E = \sqrt{\sigma_p^2 + 4\tau^2} \leq [\sigma]. \quad (2.18)$$

Де $\sigma_p = 4F_a / (\pi d_0^2)$ – нормальне напруження розтягу або стиску, а $\tau = 16T / (\pi d_0^3)$ – дотичне напруження кручення; $[\sigma] = (0.2...0.3)\sigma_m$.

Тут d_0 на найменший найнебезпечніший перетин гвинта.

За вихідними даними, що отримані вище виконуємо розрахунок.

Осьові зусилля: при незаповненому бакові – 6200 Н; при заповненому – 15200 Н.

Передача бути тихохідною та самогальмівною. Вибираємо трапеподібний профіль різі.

Матеріал гвинта і гайки будемо виготовляти зі сталі 45, яка була нормалізована та має такі механічні характеристики: $\sigma_B = 598$ МПа, $\sigma_B = 363$ МПа [39].

Для такої пари допустимий контактний тиск $[p] = 15$ МПа.

Приймаємо $P = 3$ мм, число заходів $z = 1$, $\varepsilon = 1.5$, тоді

$$\lambda = \frac{H_1}{P} = \frac{0,5P}{P} = 0,5.$$

Середній діаметр різі буде становити за (2.16)

– для незаповненого бака

$$d_2 \geq \sqrt{6200 / (3,14 \cdot 1,5 \cdot 0,5 \cdot 15)} = 13,2 \text{ мм};$$

– для заповненого бака

$$d'_2 \geq \sqrt{15200 / (3,14 \cdot 1,5 \cdot 0,5 \cdot 15)} = 20,7 \text{ мм.}$$

Орієнтуємось на більш важчі умови роботи, тому за стандартним рядом, $d_2 = 24,5$ мм. Тоді відповідно: $d = 26$ мм, $d_1 = 22,5$ мм, крок $P = 3$ мм.

Висоту гайки визначаємо за залежністю

$$H = \varepsilon d_2, \quad (2.19)$$

$$H = 1,5 \cdot 24,5 = 36,75 \text{ мм.}$$

Приймаємо висоту $H = 37$ мм.

Кількість витків

$$z_B = H / P, \quad (2.20)$$

$$z_B = 37 / 3 = 12,3$$

Підйом витка різьби

$$\operatorname{tg} \psi = Pz / (\pi d_2), \quad (2.21)$$

$$\operatorname{tg} \psi = 3 \cdot 1 / (3,14 \cdot 24,5) = 0,03899$$

$$\psi = 2,234^{\circ}.$$

За таких параметрів зведений кут тертя буде становити

$$\begin{aligned} \operatorname{tg}\varphi' &= \frac{f}{\cos\delta}, \\ \operatorname{tg}\varphi' &= \frac{0,05}{\cos 15^{\circ}} = 0,052 \end{aligned}$$

Сам кут

$$\varphi' = 2,978^{\circ}.$$

Для того, щоб передача була само гальмівною, потрібно виконувати умову

$$\begin{aligned} \varphi' &> \psi. \\ 2,978^{\circ} &> 2,234^{\circ}. \end{aligned}$$

К.к.д. передачі

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} 2,234^{\circ}}{\operatorname{tg}(2,234^{\circ} + 2,978^{\circ})} = 0,428.$$

Визначасмо параметри для оцінки питомого тиску

$$H_1 = 0,5P = 0,5 \cdot 3 = 1,5 \text{ мм.}$$

Тоді тиск

$$p = 15200 / (3,14 \cdot 24,5 \cdot 1,5 \cdot 12,3) = 10,7 \text{ МПа.}$$

Перевіримо умову

$$p = 10,7 \text{ МПа} < [p] = 15 \text{ МПа}.$$

Умова за даним критерієм виконується

Перевіримо міцність витків на зріз

$$\tau_{zp} = 15200 / (3,14 \cdot 26 \cdot 0,65 \cdot 37) = 7,74 \leq [\tau]_{zp} = 50 \text{ МПа}.$$

Тут коефіцієнт повноти трапецеїдальної різі $k = 0,65$.

Допустиме напруження на зріз для витків сталевих гайок

$[\tau]_{zp} = 50 \text{ МПа}$. Умова виконується.

Перевіримо напруження розтягу–стиску

$$\sigma_p = 4F_a / (\pi d_1^2), \quad (2.22)$$

$$\sigma_p = 4 \cdot 15200 / (3,14 \cdot 22,5^2) = 38,3 \text{ МПа}.$$

Коефіцієнт запасу міцності самого гвинта [31, 39]

$$s = \sigma_m / \sigma_p, \quad (2.23)$$

$$s = 363 / 38,3 = 9,5.$$

Отримане значення дозволяє стверджувати про достатній запас міцності гвинта за границею текучості.

Крім того, поступальна сила гайки виникає від обертання гвинта, тобто його потрібно скручувати. Знайдемо момент обертання та перевіримо дотичні напруження при крученні:

$$T_s = 0,5 \cdot 15200 \cdot 24,5 \cdot \text{tg}(2,234^0 + 2,978^0) = 16980 \text{ Н мм};$$

$$\tau = T_s / W_p = 16T_s / (\pi \cdot d_1^3) = 16 \cdot 16980 / (3,14 \cdot 22,5^3) = 7,6 \text{ МПа.}$$

Порівняємо отримане значення з допустимим за границею текучості матеріалу при крученні [25]

$$[\tau_m] = 0,6\sigma_m = 0,6 \cdot 363 = 218 \text{ МПа,}$$

$$7,6 \text{ МПа} < 218 \text{ МПа} .$$

Отримані результати розрахунку дозволяють зробити висновок про роботоздатність та достатню міцність такої передачі.

2.4. Розрахунок закріплення упорного елемента гвинта

Розрахунок зварного з'єднання упору гвинта в поперечній балці будемо виконувати з умови повного сприйняття навантаження від пересування одного колеса, хоча це більш критичний випадок, оскільки гвинт матиме ліву і праву різьби, а тому частково опорами будуть самі колеса.

Для спрощення розрахунку, приймаємо, що обидва упори – шайби 9, 10 гвинта навантажені рівномірно, рис. 2.3.

Розрахунок проводимо по максимальному зусиллю гвинта. Максимальне зусилля становитиме $P_{\max} = 15200 \text{ Н}$; Тут матеріал упору Ст.3 пс 2 ГОСТ 380–71; границя текучості матеріалу упора $\sigma_{m,y} = 250 \text{ МПа}$.

Упор будемо приварювати по контуру за внутрішнім периметром балки обприскувача, тобто будемо мати прямокутник зі сторонами $b = 60 \text{ мм}$, $h = 60 \text{ мм}$, величина катета шва $k = 6 \text{ мм}$ (рис. 2.5).

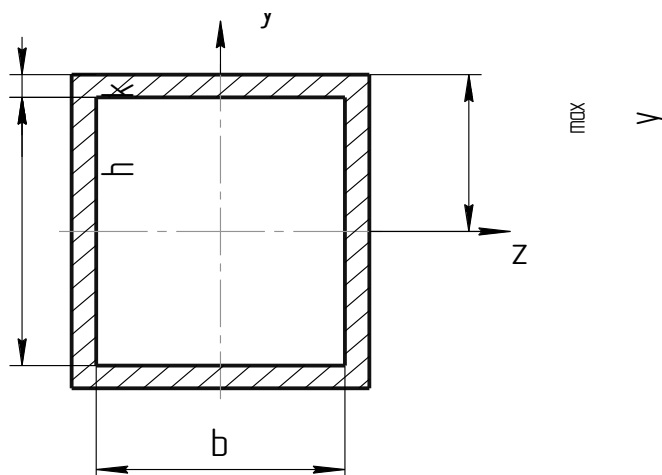


Рисунок 2.5 – Схема обварювання упора

За такої схеми момент опору шва становитиме [38]

$$W_{36} = \frac{j_{36}}{y_{\max}}, \quad (2.24)$$

де j_{36} – момент інерції зварного шва, мм^4 ,

y_{\max} – максимальна координата.

Тоді визначимо момент інерції

$$j_{36} = \frac{(b + 2 \cdot 0,7 \cdot k)(h + 2 \cdot 0,7 \cdot k)^3}{12} - \frac{b \cdot h^3}{12},$$

де k – прийняте значення катета зварного шва, $k = 6 \text{ мм}$;

Визначення максимальної координати

$$y_{\max} = \frac{h}{2} + k, \quad (2.25)$$

Числове значення

$$y_{\max} = \frac{88}{2} + 6 = 50 \text{ мм},$$

визначаємо числове значення моменту інерції

$$j_{36} = \frac{(60 + 2 \cdot 0,7 \cdot 6)(60 + 2 \cdot 0,7 \cdot 6)^3}{12} - \frac{60 \cdot 60^3}{12} = 744100 \text{ мм}^4,$$

відповідно до цього момент опору

$$W_{36} = \frac{744100}{50} = 14880 \text{ мм}^3.$$

Відповідно до схеми (рис.2.5) площа шва

$$F_{36} = 2 \cdot 0,7 \cdot k(b + h + 2 \cdot 0,7 \cdot k), \quad (2.26)$$

тоді числове значення

$$F_{36} = 2 \cdot 0,7 \cdot 6(60 + 60 + 2 \cdot 0,7 \cdot 6) = 1079 \text{ мм}^2.$$

Дотичне напруження у шві

$$\tau_{36} = \frac{M_{32}}{W_{36}} + \frac{P_{\max}}{F_{36}}, \quad (2.27)$$

де M_{32} – згинальний момент тут приймаємо нульовим, навантаження беремо тільки від осьової сили,

$$\tau_{36} = \frac{15200}{1079} = 14,8 \text{ МПа}.$$

Для порівняння визначимо допустиме напруження за відомими підходами

$$[\tau_{зв}] = 0,6 \cdot \frac{\sigma_{my}}{n \cdot \beta}, \quad (2.28)$$

де σ_{my} – границя текучості матеріалу упора, МПа;

n – коефіцієнт запасу міцності;

β – коефіцієнт концентрації, $\beta = 1,1$

$$[\tau_{зв}] = 0,6 \cdot \frac{250}{1,4 \cdot 1,1} = 97,4 \text{ МПа}.$$

Запишемо умову міцності зварного шва

$$\tau_{зв} \leq [\tau_{зв}], \quad (2.29)$$

де $\tau_{зв}$ – визначення напруження у шві, МПа.

Таким чином розроблена конструкція механізму регулювання ширини колії забезпечить пересування опорних коліс, навіть, при повному навантаженні обприскувача. Для цього необхідно важелем, що вставлятиметься в отвір спеціальної гайки механізму забезпечити момент приблизно 20 Нм. Даний момент є невеликим і його можна забезпечити натисканням руки на важіль.

На даному етапі розрахунків було встановлено:

– гвинт повинен мати трапецеїдальну різьбу із зовнішнім діаметром $d = 26$ мм, внутрішнім $d_1 = 22,5$ мм, кроком $p = 3$ мм;

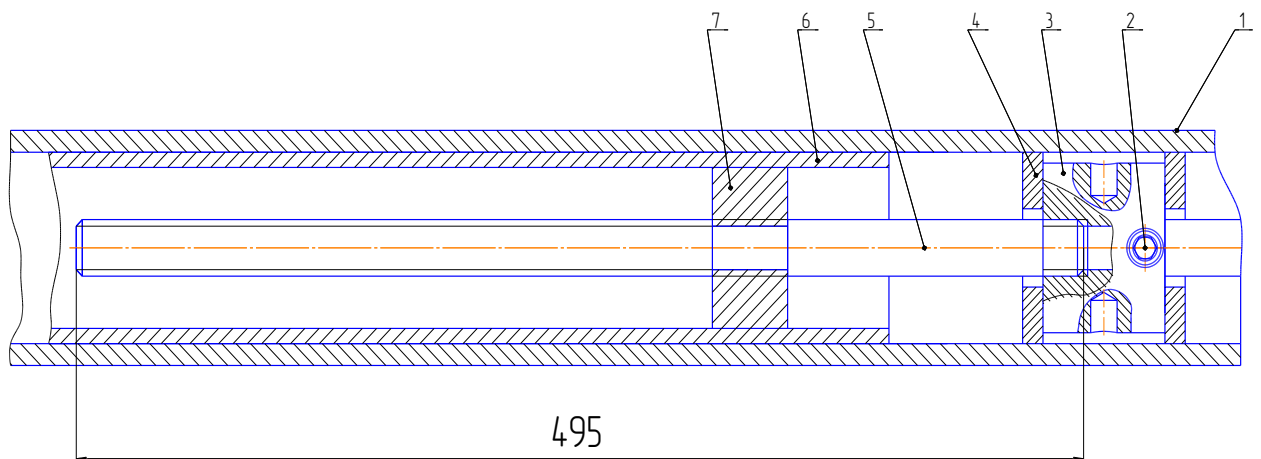
– гайка консолі повинна мати висоту $H = 37$ мм.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ

3.1. Дослідження стійкості гвинтів при зміні ширини колії обприскувача

Конкретизуємо параметри, які повинен в кінцевому результаті забезпечувати механізм зміни ширини колії обприскувача.

Перед тим розглянемо конкретніше будову пропонованого механізму, рис. 3.1 [21].



- 1 – основна поперечна балка; 2 – штопорний гвинт; 3 – гайка спеціальна;
4 – упор; 5 – гвинт лівий; 6 – висувна консоль; 7 – гайка консолі.

Рисунок 3.1 – Механізм регулювання ширини колії

За поставленими технічними вимогами, максимальна ширина колії повинна становити 2100 мм, а це означає, що кожна з консолей повинна переміститися максимум на 300 мм. Тому величина одного гвинта повинна складатися з довжини від середини балки до гайки, яка вмонтована на початку розсувної консолі плюс хід – 300 мм. Отже, максимальна навантажена довжина гвинта становитиме $l=500$ мм. Тепер переміримо розрахований діаметр гвинта на стійкість.

Необхідність проведення даного розрахунку обумовлена зміною

конструкції механізму встановлення ширини колії обприскувача ОПШ–2000. З метою створення великих осьових навантажень на розсувні консолі є необхідність перевірити стійність гвинтів.

Визначимо приведену гнучкість гвинта λ [42]

$$\lambda = \frac{\mu \cdot l}{i}, \quad (3.1)$$

де μ – коефіцієнт приведення довжини. Розглядаючи шарнірно обтерті кінці гвинта, матимемо $\mu = 1$;

l – довжина гвинта, $l = 500$ мм;

i – радіус інерції поперечного перерізу гвинта кругового перетину

$$i = \frac{d}{4}, \quad (3.2)$$

$$i = \frac{22,5}{4} = 5,625 \text{ мм}$$

Підставляючи значення, отримаємо

$$\lambda = \frac{1 \cdot 500}{5,625} = 88,9.$$

Для визначення залежності, за якою будемо визначати напруження, спочатку необхідно знайти значення критичної гнучкості $\lambda_{кр}$ та подивитись в якій області воно знаходиться

$$\lambda_{кр} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E}{\sigma_{nc}}}, \quad (3.3)$$

тут $E = 2,16 \cdot 10^5$ МПа – модуль Юнга сталюого гвинта.

σ_{nc} – границя пружності матеріалу гвинта, $\sigma_{nc} = 300$ МПа.

Підставимо значення та визначимо критичну гнучкість

$$\lambda_{кр} = \sqrt{\frac{3,14^2 \cdot 2,16 \cdot 10^5}{300}} = 84,3.$$

Відповідно до теорії опору матеріалів [28, 42], якщо $\lambda > \lambda_{кр}$ або $88,9 > 84,3$, то критичне напруження $\sigma_{кр}$, МПа, що є визначальним для втрати стійкості гвинта потрібно визначати за формулою Ейлера

$$\sigma_{кр} = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2}. \quad (3.4)$$

Фактичне значення буде становити

$$\sigma_{кр} = \frac{3,14^2 \cdot 2,16 \cdot 10^5}{93,6^2} = 243 \text{ МПа.}$$

Наше розраховане значення напруження стиску гвинта $\sigma_{ст} = \sigma_p$ значно менше від критичного напруження при розрахунку на стійкість $\sigma_{кр}$, тобто

$$38,3 \ll 243 \text{ МПа.}$$

Звідси, стійкість гвинта від дії на нього осювих сил повністю забезпечується при використанні навіть різного навісного та додаткового обладнання [18-20, 22].

3.2. Перевірка міцності висувної консолі механізму зміни ширини колії

Стисло запишемо вихідні дані, за якими будемо вести розрахунок.

Труба:

Умовне позначення – труба 88x88x7 ГОСТ 8639–82, рис. 3.2.

Ширина перерізу труби $B = 88$ мм.

Висота перерізу $H = B = 88$ мм.

Товщина стінки $\delta = 7$ мм.

Матеріал труби – сталь 35 ГОСТ 1050–74.

Границя текучості матеріалу труби $\sigma_m = 320$ МПа.

Сили, які навантажують консоль – $N' = 19000$ Н.

Згинальний момент в перерізі I–I консолі (рис. 3.2) визначимо за залежністю [23]

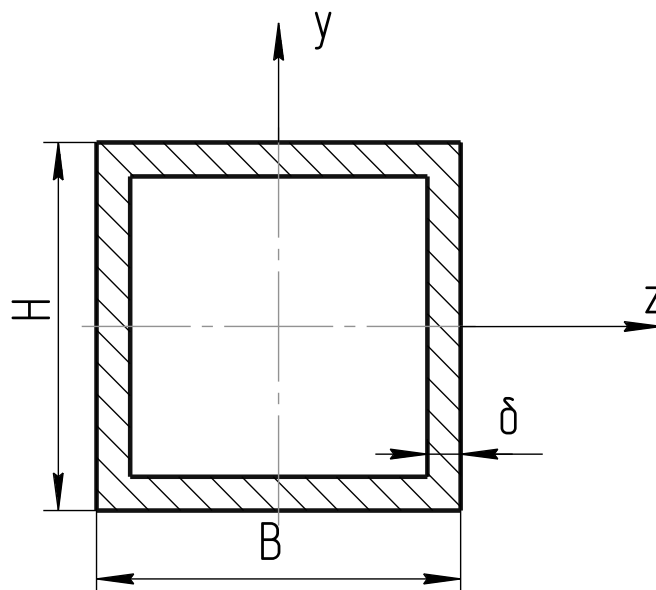


Рисунок 3.2 – Поперечний перетин висувної консолі механізму зміни ширини колії обприскувача

$$M_{I-I} = N' \cdot l_k = 19000 \cdot 0.3 = 5700 \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (3.5)$$

де N' – реакція ґрунту від ваги обприскувача, $N' = 19000$ Н;

l_k – відстань від місця кріплення консолі до прикладання сили, $l_k = 0.3$ м.

Момент опору при згині перерізу I–I визначається залежністю

$$W_y^I = \frac{H^4 - (H - 2\delta)^4}{6 \cdot H}, \quad (3.6)$$

Підставляємо числові значення, отримаємо

$$W_y^I = \frac{88^4 - (88 - 14)^4}{6 \cdot 88} = 56790 \text{ мм}^3.$$

Напруження при згині в перерізі I–I можна записати за залежністю

$$\sigma_{\max}^I = \frac{M_I}{W_y^I} = \frac{5700 \cdot 10^3}{56790} = 100,4 \text{ МПа}, \quad (2.30)$$

Таке напруження є значно меншим від допустимого, яке становить $[\sigma] = 213$ МПа, звідси можна зробити висновок, що така консоль працюватиме, навіть при двократному перевантаженні на максимальній ширині колії.

3.3. Побудова моделі та перевірка параметрів гвинта при автоматизованому проектуванні

Виконавши проектний аналітичний розрахунок гвинта, ми отримали його параметри, які дозволяють зробити його робоче креслення. Але розвиток конструювання машин дозволяє ці операції виконати в автоматизованому режимі. Крім того, аналітично часто буває важко врахувати одночасно багато чинників, які впливають на цей процес. На

допомогу конструкторам розробники пропонують багато продуктів, які мають в основі різноманітні теоретичні підходи щодо розв'язку подібних задач. Найчастіше використовують метод скінчених елементів.

Для проектування та перевірки гвинта використаємо прикладний пакет АРМ Веат.

Починаємо процедуру створення моделі гвинта, задаємо його довжину, рис. 3.3

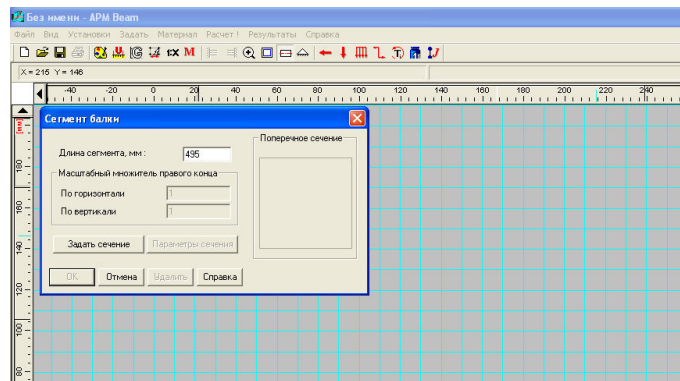


Рисунок 3.3 – Створення сегменту балки

Далі переходимо в редактор перетинів та задаємо його. Перетином тут є круг (повнотілий вал), рис. 3.4

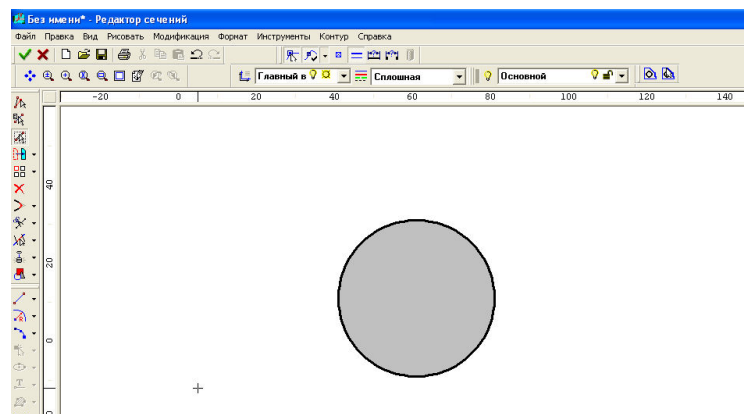


Рисунок 3.4 – Задаємо перетин

Редагуємо перетин до потрібного діаметра, рис.3.5

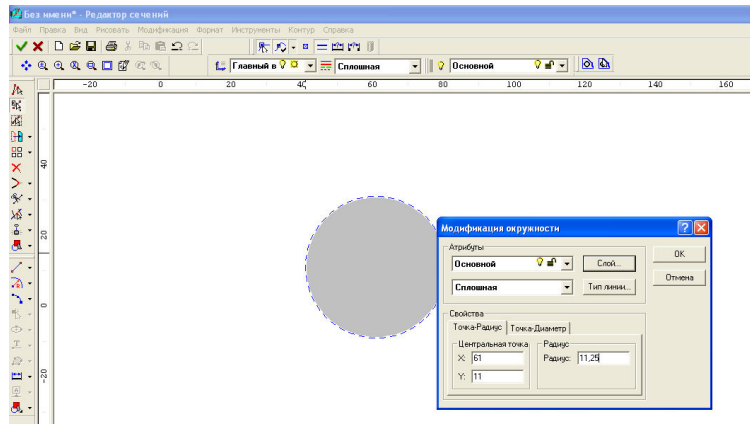
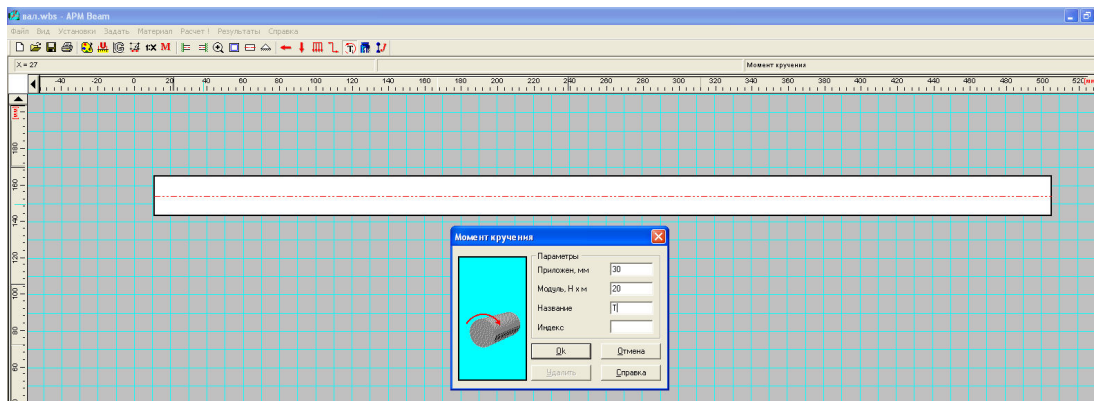
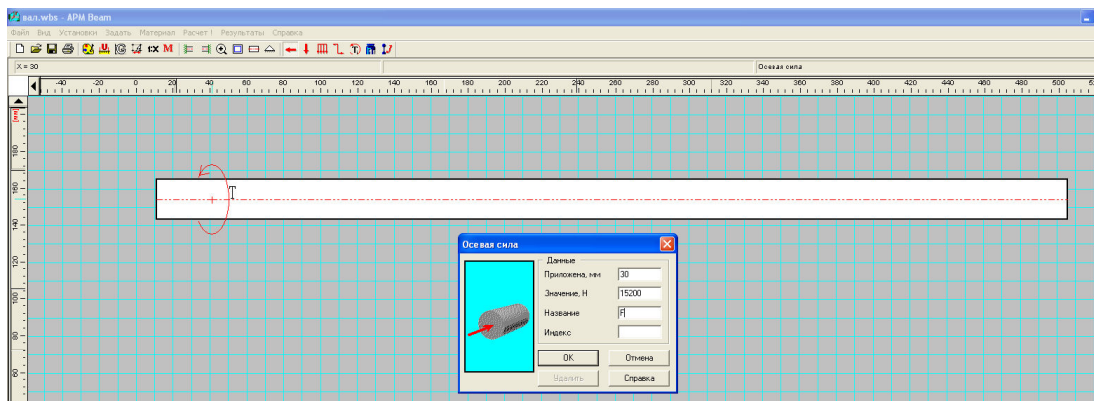


Рисунок 3.5 – Редагування перетину до потрібного діаметра

Кінцево отримано модель вала (гвинта) потрібної довжини та діаметра. Процедура прикладання крутного моменту, рис.3.6, а; процедура прикладання осьової вили, рис.3.6, б



а)



б)

Рисунок 3.6 – Прикладання навантажень

Приклавши сили, ставимо опору-защемлення. Розглядаємо один з найкритичніших випадків, рис.3.7

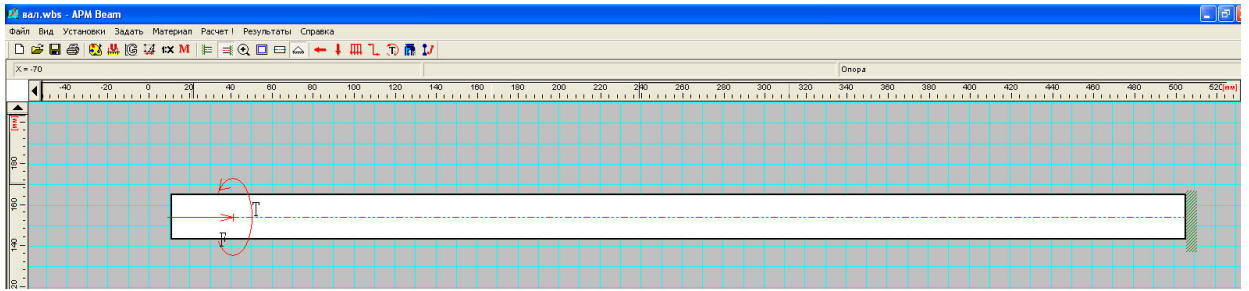


Рисунок 3.7 – Установка опоры

Далі слідує процедура вибору матеріалу, вибираємо матеріал Сталь 45, рис. 3.8.

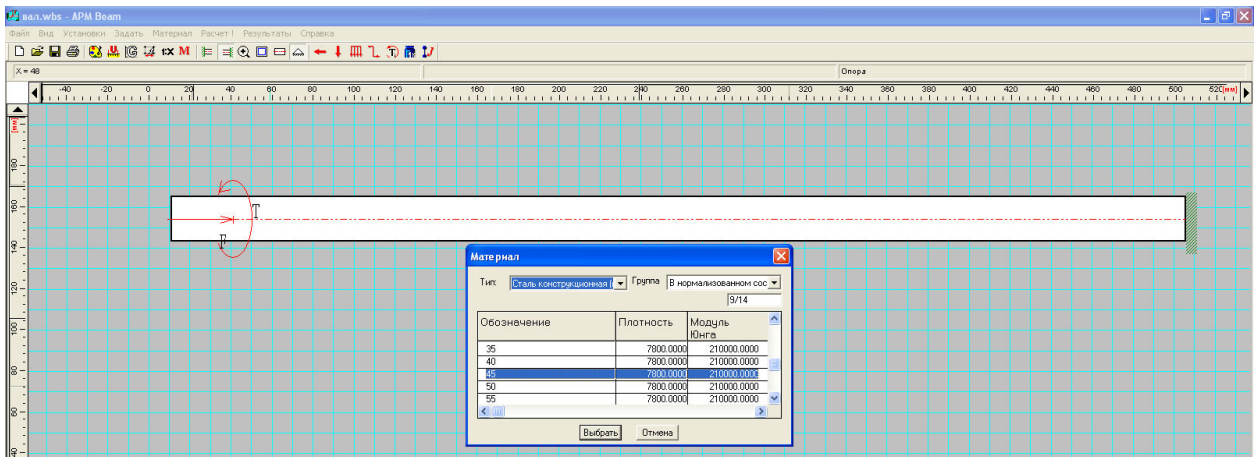


Рисунок 3.8 – Выбор материала

Аж після цих процедур можна приступати до виконання розрахунку. Виконуємо статичний розрахунок при максимальних навантаженнях, рис. 3.9

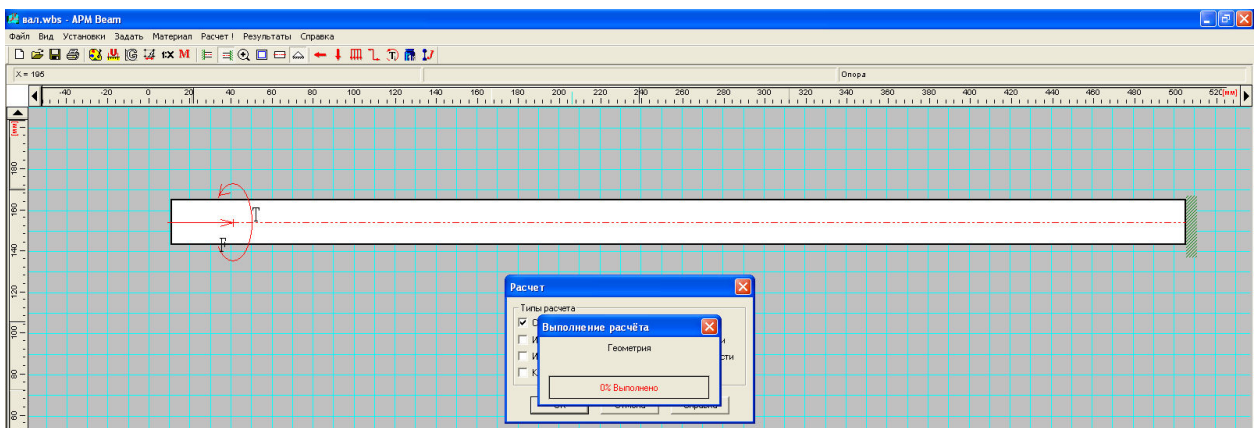


Рисунок 3.10 – Процедура розрахунку

При такому автоматизованому проектуванні отримано цілий ряд результатів.

На рис. 3.11 показано осьові сили, які діють на вал.

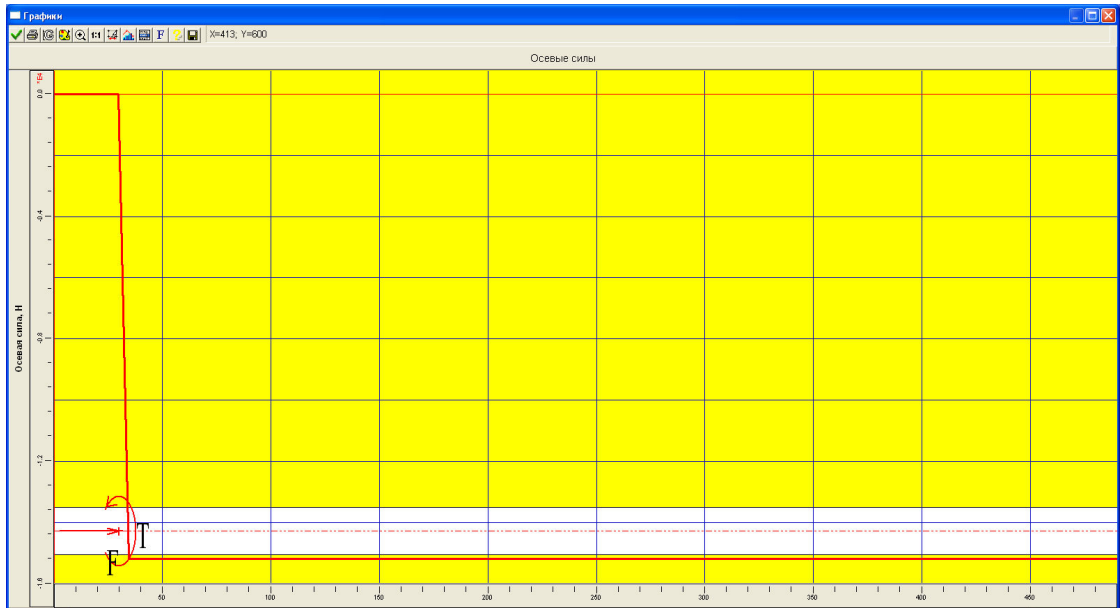


Рисунок 3.11 – Епюра осьової сили

Крутний момент, рис 3.12

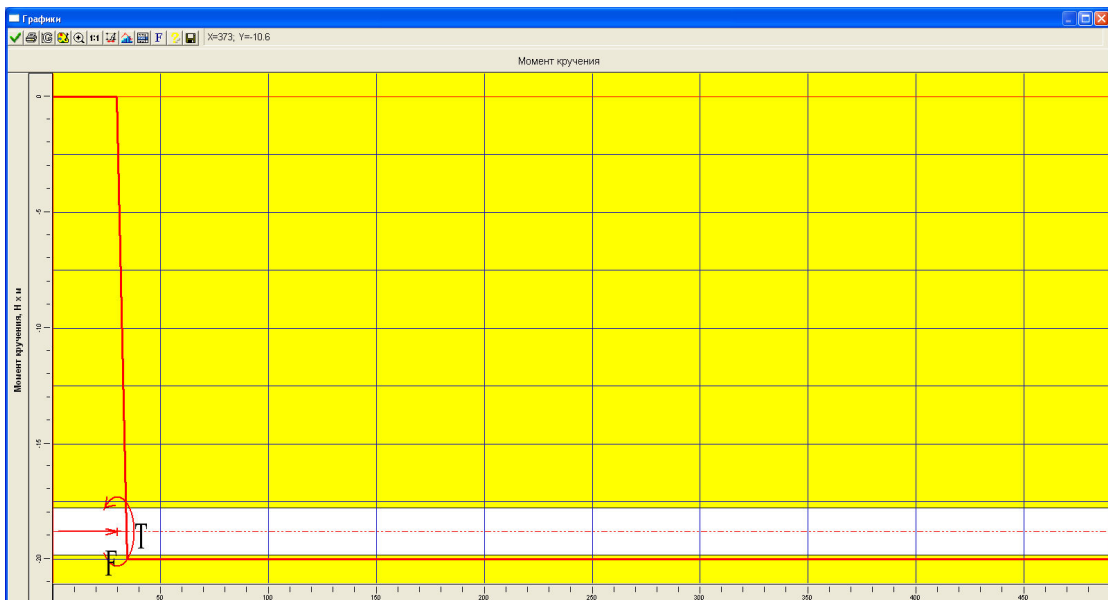


Рисунок 3.12 – Епюра крутного моменту

Кут закручування, рис. 3.13

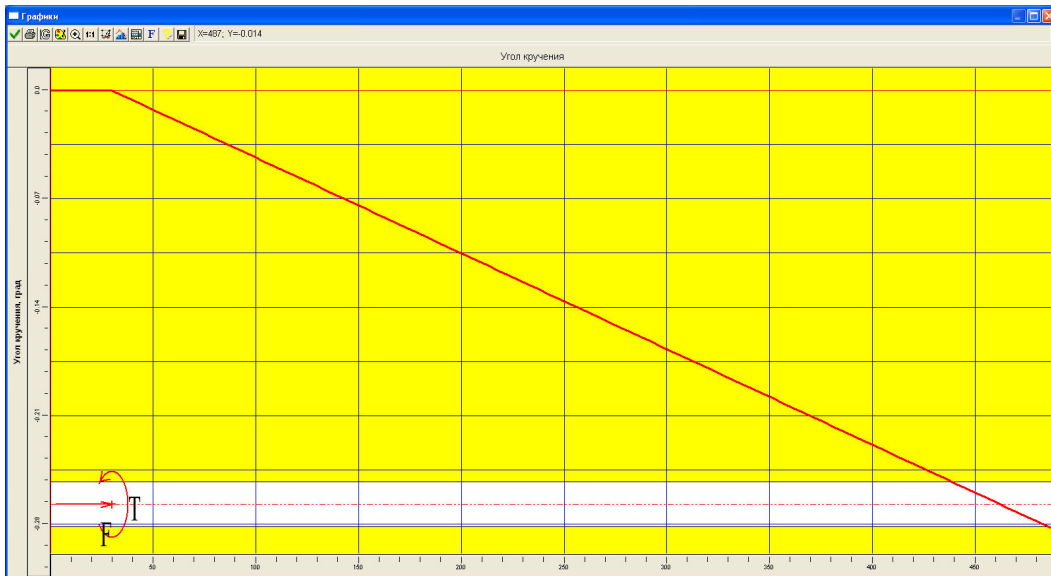


Рисунок 3.13 – Еюра кута закручування

Еквівалентні напруження, рис. 3.14

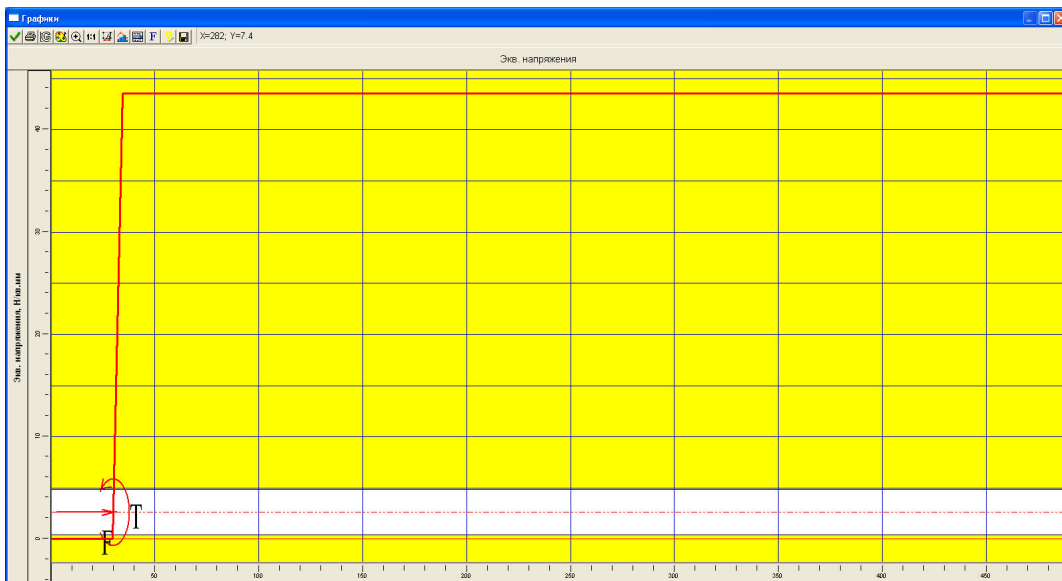


Рисунок 3.14 – Еюри еквівалентних напружень

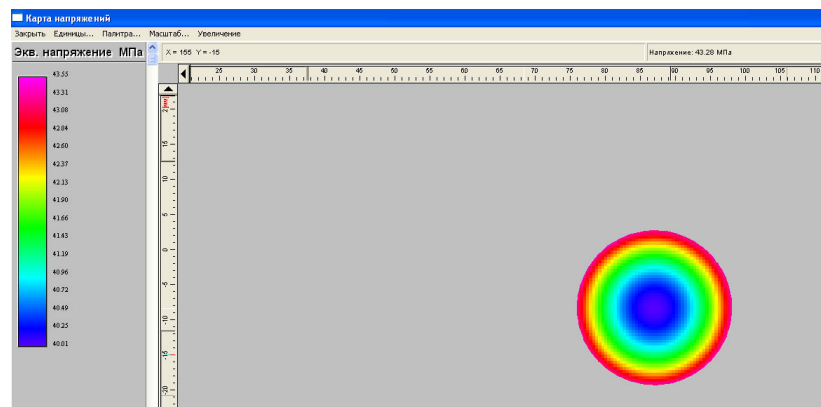


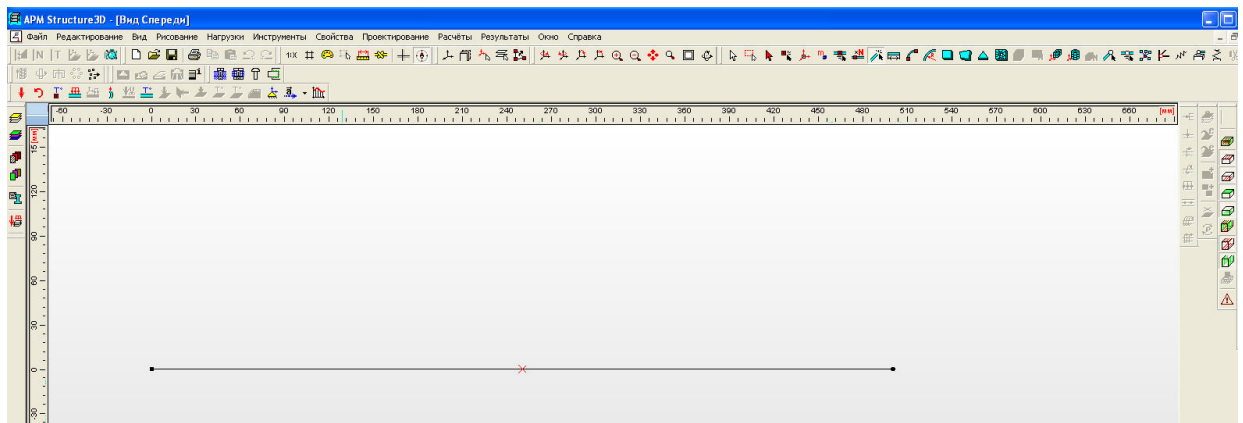
Рисунок 3.15 – Карта напружень перетину

Таким чином, з допомогою пакету прикладних програм було отримано ще ряд показників, які аналітичним шляхом не отримували в розрахунковій частині роботи.

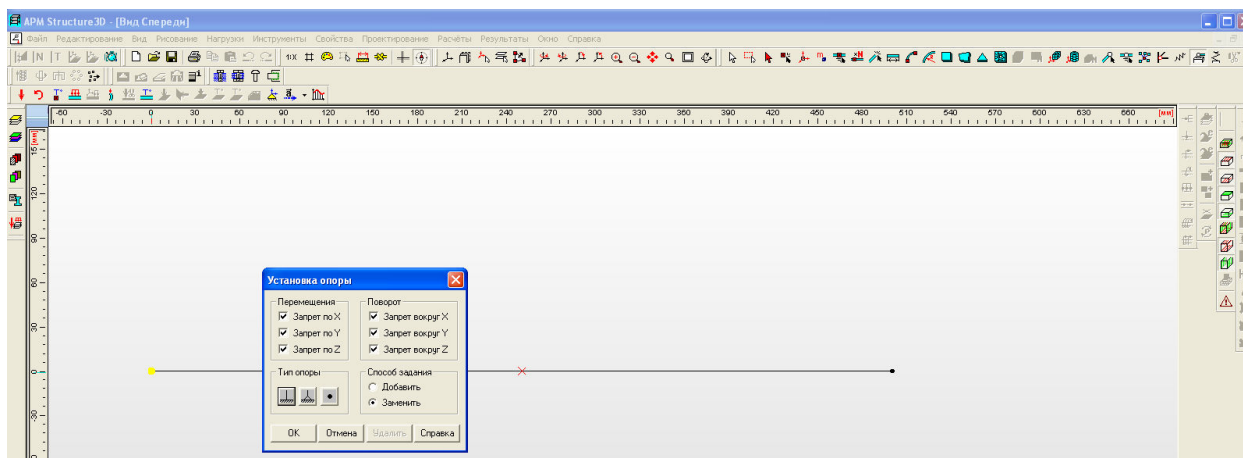
3.4. Розробка моделі для дослідження висувної консолі механізму ширини

Для виконання аналогічної процедури скористаємося пакетом ARМ Structure 3D.

Найперше, ставимо вузли та сполучаємо стержнем, рис. 3.16, а; ставимо опору, вважаючи, що консоль одним кінцем зацемлена, рис. 3.16, б.



а)



б)

Рисунок 3.16 – Побудова розрахункової схеми

Навантажуюмо статичною силою від ваги обприскувача та 10% додаємо опору на перекочовування, рис. 3.17.

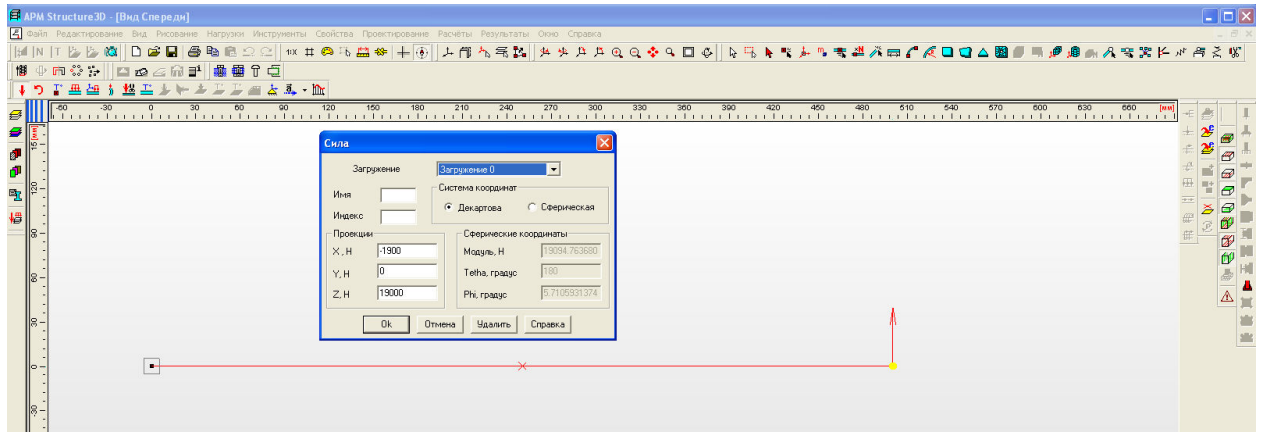


Рисунок 3.17 – Задаємо навантаження на консоль

Наступним кроком – задаємо профіль, рис.3.18

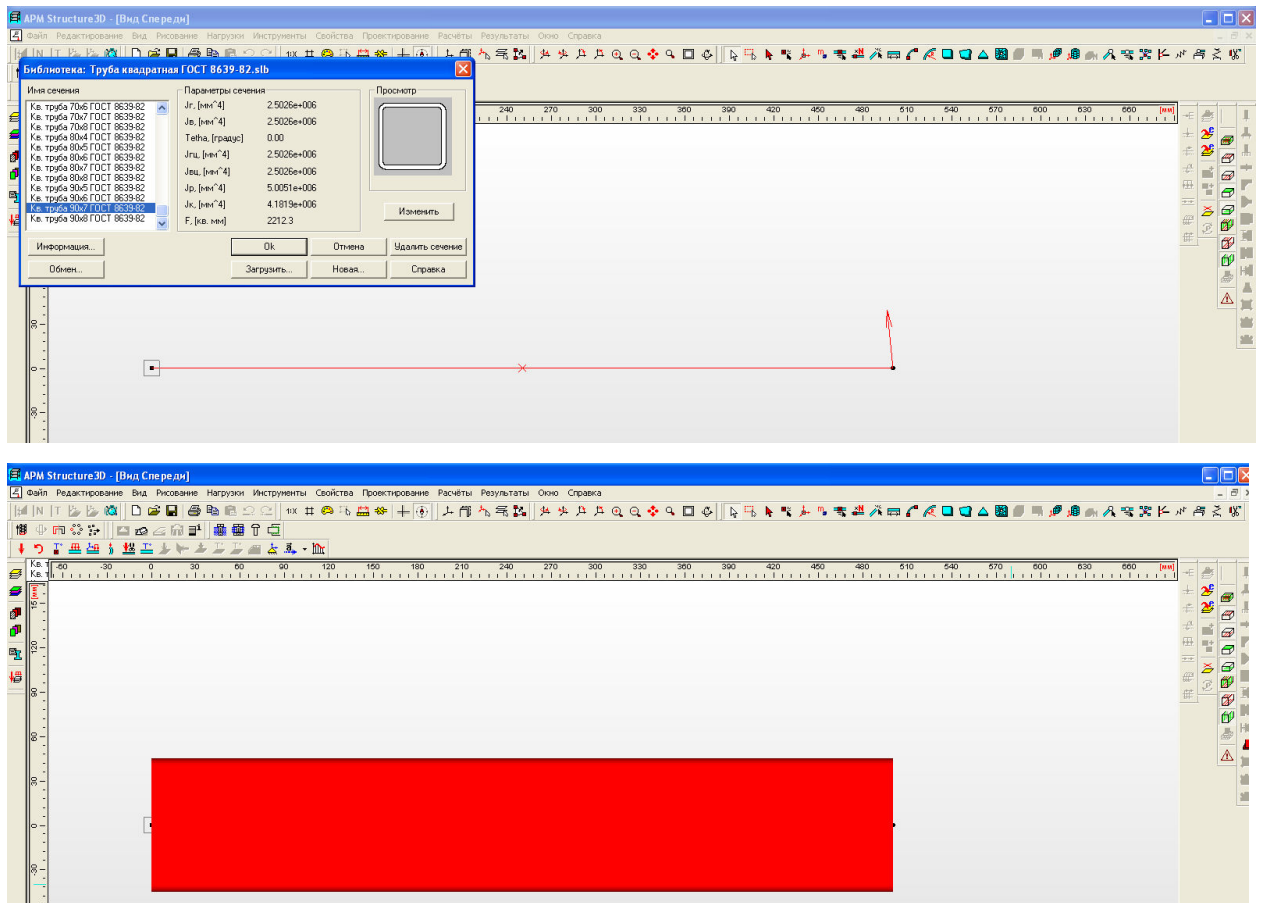


Рисунок 3.18 – Процедура отримання твердотільної моделі

Далі можна виконувати практично будь-який розрахунок. Продемонструємо результати найпростішого статичного розрахунку, рис. 3.19.

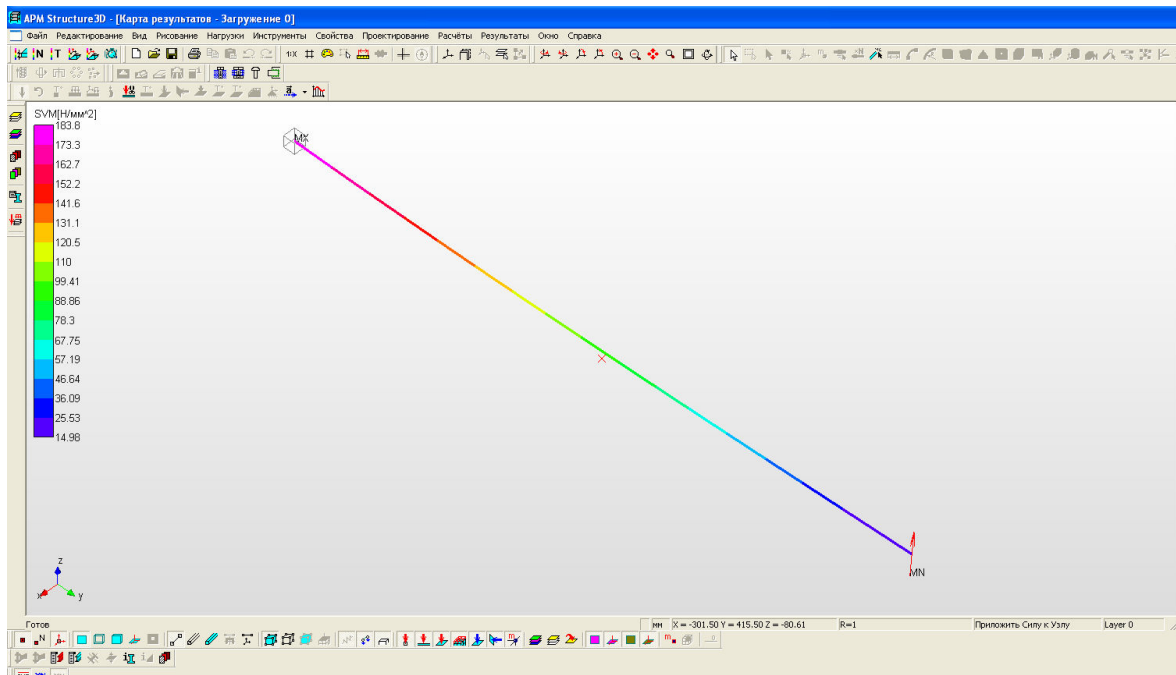


Рисунок 3.19 – Карта результатів напружень

Визначимо переміщення при даних навантаженнях, рис. 3.20.

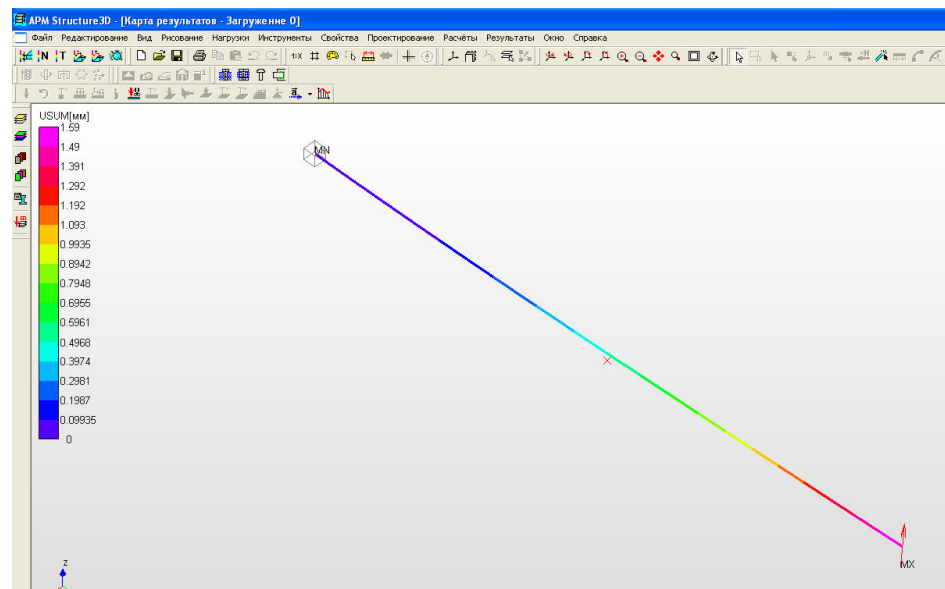


Рисунок 3.20 – Карта переміщень перетинів консолі

Встановимо коефіцієнт запасу за границею текучості, рис.3.21.

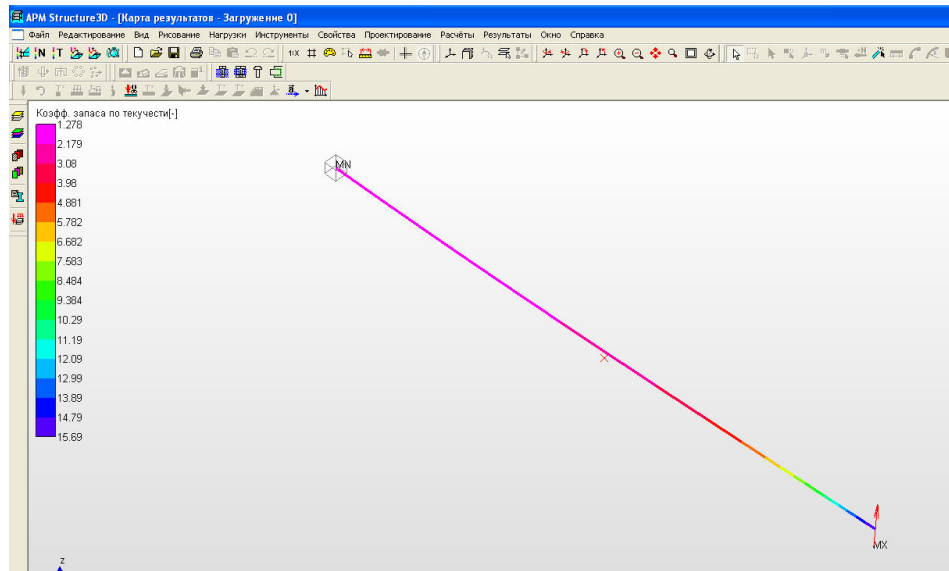


Рисунок 3.20 – Коефіцієнт запасу за границею текучості

Коефіцієнт запасу міцності, рис. 3.21

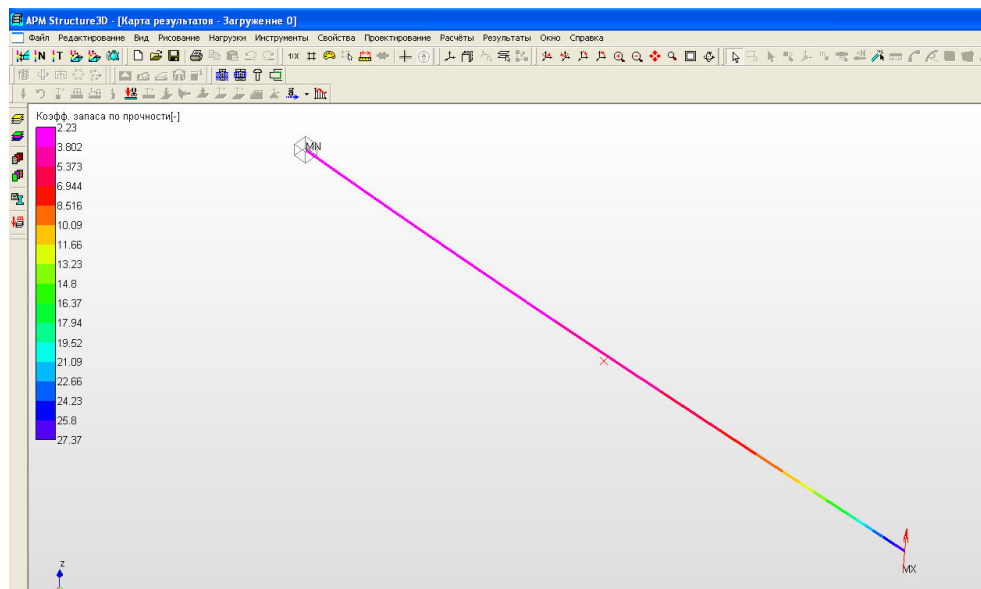


Рисунок 3.21 – Епюра коефіцієнта запасу міцності

Програма дозволяє також знайти характеристики втоми – число циклів навантаження такої конструкції, рис. 3.22.

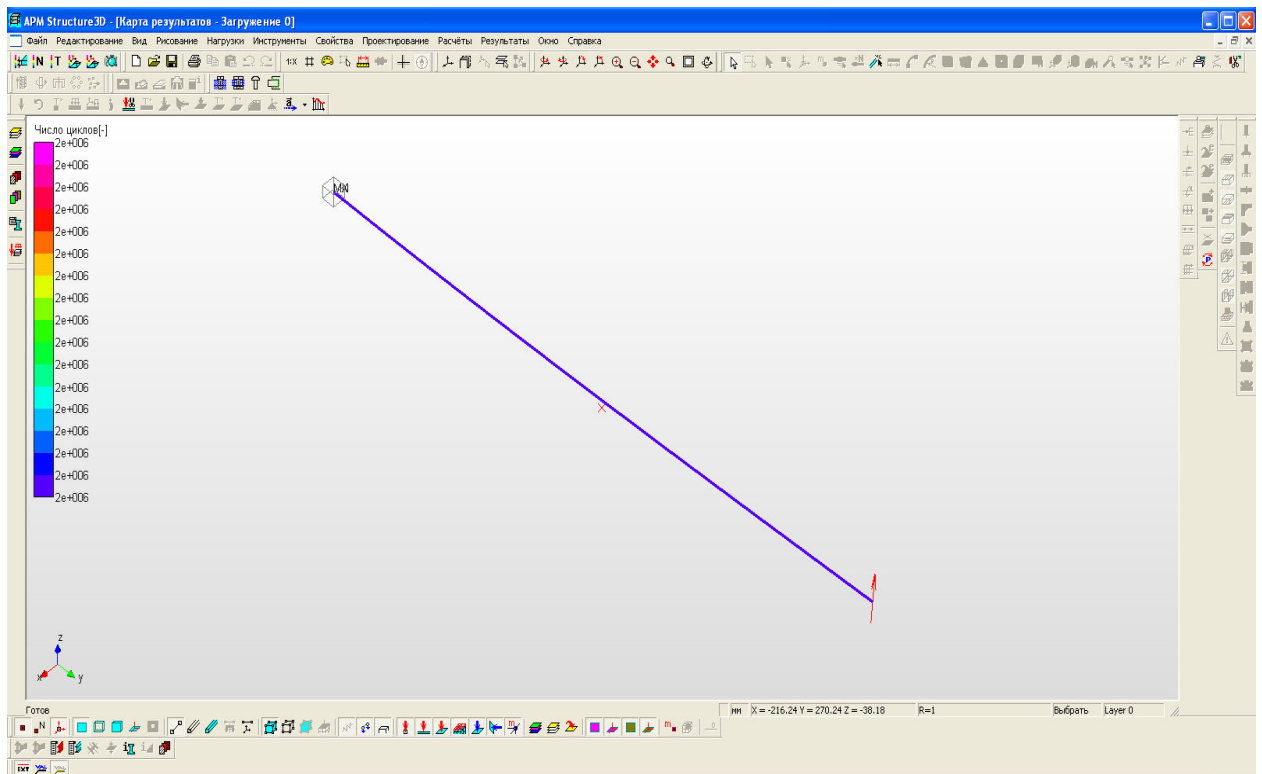


Рисунок 3.22 – Характеристика втоми консолі

Виходячи з наведених прикладів розрахунків, сучасний інженер-конструктор повинен підвищувати свій професійний рівень, використовуючи у своїй професійній діяльності прикладні програми, які дозволяють спростити та уточнити ряд розрахунків, що пов'язано з проектуванням сільськогосподарських машин.

Тут було наведено багато результатів, які досить непросто отримати аналітичним шляхом, крім того, для реалізації таких складних математичних моделей потрібно володіти належним математичним апаратом.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Охорона праці при експлуатації обприскувача

У сільськогосподарському виробництві широко застосовуються хімічні засоби боротьби з шкідниками і хворобами сільськогосподарських рослин. Багато активних речовин, що застосовуються для обробки рослин або ґрунту, шкідливі для людей і тварин. Шкідливість застосовуваних речовин різна, а тому й різні засоби захисту від них [26, 29, 30, 34].

Перш ніж приступити до обслуговування машини необхідно вивчити інструкції про поводження з хімічноактивними речовинами, суворо їх додержувати і перевіряти відповідність машин вимогам охорони праці.

Машини, призначені для боротьби з шкідниками та хворобами сільськогосподарських рослин повинні мати автоматичні пристрої для подачі отрутохімікатів до робочих органів, безпечні регулювальні пристрої, а також пристрої, що гарантують від проникнення отрутохімікатів назовні, механізовану заправку ємкостей, приготування сумішей та розчинів без затрат ручної праці.

Нагнітальні комунікації машин, на яких встановлено насоси, що розвивають тиск понад $0,7 \text{ кг/см}^2$, мають бути обладнані манометрами та запобіжними клапанами.

На машинах з отрутохімікатами повинні бути бачки з водою для миття рук обслуговуючого персоналу.

Ємкості, призначені для водного розчину аміаку, мають бути обладнані дихальними клапанами. Щоб уникнути вибуху пари аміаку, не можна закривати шланги та трубопроводи вентилями з обох кінців [36].

Особи, які обслуговують машини під час роботи з отрутохімікатами, повинні пройти спеціальний медичний огляд та інструктаж щодо безпечних

методів роботи. До роботи з отрутохімікатами не допускаються підлітки молодші від 18 років, вагітні жінки, матері-годувальниці, а також механізатори з захворюваннями органів зору, серцево-судинної та нервової систем, шлунку, нирок, печінки та ін.

Пестициди, що використовуються для захисту рослин від шкідників і хвороб, отруйні і небезпечні для життя людини, а також тварин і птиці.

Працювати з пестицидами дозволяється лише в спеціальному одязі (комбінезоні, гумових чоботах і рукавицях), а з пило- і газоподібними речовинами – в захисному спецодязі і взутті з запобіжними окулярами та респіраторами.

Під час роботи з отрутохімікатами, що випаровуються або з яких виділяються гази (ціанплав, хлорпикрин), застосовуються промислові протигази. Під час таких робіт з отрутохімікатами обличчя і руки треба змащувати вазеліном. Спецодяг і засоби індивідуального захисту для роботи з отрутохімікатами треба зберігати у спеціальних ізольованих приміщеннях.

Прати такий спецодяг у водоймах, озерах та річках забороняється. Натільну білизну під час роботи з отрутохімікатами треба міняти через два-три дні. Ємкості для зберігання отрутохімікатів треба щільно закривати, щоб не було витoku. Підживлювання під час сильного вітру проводити не бажано, бо пара або пил хімікатів можуть потрапити на необроблювану ділянку і завдати шкоди людям та тваринам, що там знаходяться.

Щоб уникнути отруєння організму під час роботи з отрутохімікатами, не можна курити, пити і приймати їжу. Перед курінням або прийняттям їжі треба старанно вимити з милом руки і обличчя.

Працювати з отрутохімікатами дозволяється не більш як 6 годин, а при сухому протруюванні з сильно діючими отрутами – 4 години. Потім працівника переводять на інші роботи.

Після закінчення підживлення всю тару треба промити 3 – 4%-ним розчином пральної соди на спеціально відведеній площадці і здати на склад, а паперові мішки спалити. Склади для зберігання отрутохімікатів і

протруєного насіння треба розміщувати на відстані не менш як 50 м від житлових і виробничих приміщень.

Захист культурних рослин від шкідників і збудників хвороб проводять під керівництвом агронома господарства. При роботі з пестицидами необхідно виконувати правила, викладені в «Санітарних правилах по зберіганню, транспортуванню і використанню пестицидів у сільському господарстві».

На місцях роботи і на дорогах, що проходять через оброблені отрутохімікатами поля, мають бути встановлені попереджувальні написи. Оброблення рослин має бути закінчене не пізніше як за 30 днів до збирання врожаю.

Працюючи з обприскувачем, постійно контролюють стан кріплення всіх з'єднань нагнітальної частини комунікації, перевіряють щільність посадки всмоктувального і нагнітального клапанів, контролюють стан поршневого насоса, а також правильність роботи редуційного клапана.

Забороняється працювати з несправним манометром. При тиску в нагнітальній комунікації понад 2,5 МПа роботу слід негайно припинити.

Забороняється промивати резервуари, насоси, всмоктувальні і нагнітальні трубопроводи поблизу водойм. Їх промивають тільки в спеціально відведених місцях. Тару з-під пестицидів забороняється використовувати для господарських потреб.

4.2. Захист персоналу при використанні отрутохімікатів сільськогосподарського призначення

Отрутохімікати, що використовуються для захисту рослин та тварин, дістали назву пестицидів (від латинського „pestis" — зараза, „cide" — вбивати) [26].

Термін „пестициди" тепер об'єднує близько 1000 хімічних сполук.

Загальне виробництво пестицидів у світі досягло 2 млн. тон. У середньому на один гектар у світовому масштабі вноситься 0,3 кг пестицидів, а у країнах Західної Європи — близько 3 кг. Ведення сільського господарства в сучасних умовах немислиме без використання пестицидів. Відомо, що у економічно слаборозвинутих країнах до 50% врожаю гине від бур'янів, шкідників і хвороб, а в промислових державах — лише 15—20%. У США витрати на пестициди становлять щорічно близько 4 млрд. доларів, однак їх використання дозволяє одержати додаткової продукції на 15—18 млрд. доларів.

Залежно від призначення пестициди поділяються на такі основні групи: гербіциди (знищують бур'яни), зооциди (знищують гризунів), інсектициди (знищують шкідливих комах), фунгіциди (знищують грибкових збудників хвороб рослин).

Незважаючи на те, що до виробництва, зберігання та застосування пестицидів пред'являються відповідні вимоги, вони все ж мають високий ступінь отруйності, і особливо ті, які містять стійкі сполуки. Отрутохімікати можуть потрапити в організм людини через органи дихання, шлунково-кишковий тракт та шкіру. Дихальними шляхами пестициди потрапляють найчастіше під час вприскування рослин, наприклад, картопляної ботви проти колорадського жука. Токсична дія визначається кількістю отрутохімікатів, які потрапили в організм, і залежить від їх концентрації в повітрі, тривалості і повторності впливу, дії зовнішніх чинників (температура повітря, опади, напрямок вітру) та умов праці. Характер токсичної дії на організм людини різних пестицидів неоднаковий. Особливості їх дії визначають хімічна природа, фізико-хімічні властивості (дисперсність, температура кипіння і випаровування), індивідуальні особливості організму людини (вік, стать, чутливість), шляхи надходження в організм, розчинність в умовах організму і т. п.

Пестициди із групи хлорорганічних сполук (ДДТ, гексахлоран,

хлорбензол, дихлоретан та ін.) зберігають високу стійкість в зовнішньому середовищі. Внаслідок цього вони протягом тривалого часу зберігають токсичні властивості для людини. Хлорорганічні сполуки порушують в організмі людини окисно-відновні процеси в тканинах через блокаду цитохромоксидази. Наслідком цього є киснева недостатність тканин. Оскільки найбільш чутливими до нестачі кисню є нервова тканина і серцевий м'яз, основні клінічні прояви токсичної дії хлорорганічних сполук пов'язані зі змінами у нервовій системі, серці, а також у печінці [29].

Отруєння хлорорганічними сполуками призводить до запаморочення, головного болю, нудоти, блювання. У важких випадках розвивається коматозний стан зі зниженням артеріального тиску, порушенням дихання. Багатьом хлорорганічним сполукам властиво накопичуватись в організмі, тому під час надходження їх навіть у дуже невеликих кількостях, але протягом тривалого часу, може виникнути хронічне отруєння.

Існує значна індивідуальна чутливість до дії хлорорганічних сполук. Особливо чутливі до дії пестицидів цієї групи діти, у яких може спостерігатись дуже важкий перебіг отруєння.

Пестициди із групи фосфорорганічних сполук (хлорофос, карбофос, метилацетофос, фосфамід та ін.) є нейротропною отрутою, яка вражає переважно центральну та вегетативну нервову систему. Картина гострого отруєння фосфор-органічними сполуками, як правило, однотипна і характеризується важкістю та швидкістю появи тих чи інших ознак. Основними симптомами, які виникають внаслідок дії цих речовин, є: нудота, слиновиділення, запаморочення, головний біль, утруднена мова, порушення орієнтування. Далі з'являються фібрилярні посмикування у різних групах м'язів, м'язова слабкість, підвищується артеріальний тиск.

Більшість пестицидів із групи фосфорорганічних сполук мають кумулятивну дію.

Взагалі при користуванні хімічних засобів в побуті слід дотримуватися

таких основних правил.

Всі засоби побутової хімії, навіть звичайний пральний порошок чи сода, повинні зберігатись таким чином, щоб до них не могли дістатися діти.

Ці засоби необхідно обов'язково зберігати окремо від будь-яких харчових продуктів.

Всі хімічні речовини, що зберігаються в будинку чи квартирі повинні бути у відповідних ємкостях з чіткими написами. Не варто зберігати в квартирі невідомі хімічні речовини, або такі, у яких вийшов термін використання. Засоби, що містять в значних кількостях агресивні хімічні речовини (кислоти, луги тощо) повинні щільно закриватися і мати етикетку. При роботі з ними потрібно надягати гумові рукавички, захисні окуляри, халати, а після закінчення роботи необхідно добре вимити теплою водою з милом і рукавички, і руки.

Засоби, небезпечні в пожежному відношенні (бензин, ацетон, гас, деякі засоби для виведення плям та ін.) повинні стояти в щільно закритих ємкостях, бажано, що не б'ються, подалі від джерел тепла та вогню.

При використанні отрутохімікатів для боротьби зі шкідниками на присадибній ділянці, а також для знищення комах та гризунів в помешканні, необхідно виконувати встановлені правила безпеки. Всі роботи з отрутохімікатами необхідно проводити в спеціальному одязі — халаті, комбінезоні, надягати гумові рукавички. Рекомендується також користуватись захисними окулярами та марлевою пов'язкою чи респіратором для захисту органів дихання (особливо при обприскуванні рослин). Після роботи необхідно вимити руки і лице з милом, прополоскати ротову порожнину. Робочий одяг необхідно випрати.

Якщо після роботи залишились невикористані розчини отрутохімікатів, то їх ні в якому випадку не можна зливати у каналізацію, водоймище чи річку; їх необхідно закопати в землю у віддаленому від помешкання місці.

При обробці отрутохімікатами приміщення, необхідно винести з нього

всі харчові продукти, кухонний посуд, домашніх тварин та птахів, а також акваріуми.

Слід пам'ятати, що не варто створювати в квартирі значних запасів побутових хімічних препаратів, оскільки це призводить до збільшення концентрації токсичних випарів в жилих приміщеннях [26].

Отже, дотримання всіх вищезазначених простих правил, а також інструкцій щодо правильного застосування препарату забезпечить безпеку при роботі з засобами побутової хімії та отрутохімікатами. Однак в побутових умовах все ж бувають випадки, коли необхідно надати термінову медичну допомогу при отруєннях, опіках до прибуття лікаря.

Перша допомога — це найпростіші, термінові та необхідні заходи для рятування життя і попередження ускладнень, які проводяться до прибуття лікаря чи доставки потерпілого до медичного закладу. Від правильного та своєчасного надання першої допомоги залежить успіх наступної медичної допомоги та подальшого лікування, а інколи і життя потерпілого.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі було поставлено за мету вдосконалити механізм зміни ширини колії та обґрунтувати його параметри. Ідея успішно реалізована при використанні гвинтового механізму, який працює за принципом домкрата та є вмонтованим в задню балку обприскувача.

При обґрунтуванні параметрів такого механізму встановлено наступне:

- осьова сила для переміщення консолі з колесами без піддомкращування машини буде становити 6200 Н для порожнього бака та 15200 Н із заповненим баком;
- механізм зміни ширини колії має передачу типу «гвинт-гайка» з трапеційдальною різьбою, яка має крок $P = 3$ мм, число заходів $z = 1$;
- середній діаметр різьби $d_2 = 24.5$ мм, номінальний діаметр $d = 26$ мм, внутрішній діаметр $d_1 = 22.5$ мм;
- висота гайки $H = 37$ мм, кількість витків – $z_B = 12.3$;
- к.к.д. передачі $\eta = 0,428$;
- тиск у контактні витків – $p = 10.7$ МПа;
- напруженнями зрізу у витках $\tau_{zp} = 7.74 \leq [\tau]_{zp} = 50$ МПа;
- напруження розтягу (стиску) у перерізі гвинта при $d_1 = 22,5$ мм – $\sigma_p = 38,3$ МПа;
- дотичне напруження – $\tau = 7,6$ МПа;
- при перевірці гвинта на стійкість $\sigma_{cm} = \sigma_p = 38,3 \ll 243$ МПа ;

При розрахунку висувної консолі на міцність встановлено:

Труба:

Умовне позначення - труба 88x88x7 ГОСТ 8639-82.

Ширина перерізу труби $B = 88$ мм.

Висота перерізу $H = B = 80$ мм.

Товщина стінки $\delta = 7$ мм.

Матеріал труби - сталь 35 ГОСТ 1050-74.

Границя текучості матеріалу труби $\sigma_m = 320$ МПа.

Сили, які навантажують консоль – $N' = 19000$ Н.

Розрахункове максимальне напруження в небезпечному $\sigma_{\max}^I = 100,4$ МПа, напруження є значно меншим від допустимого, яке становить $[\sigma] = 213$ МПа.

Упор гвинтів потрібно зварювати з катетом шва 6 мм, напруження зрізу при цьому становить 14,8 МПа.

Виконано дослідження стійкості гвинтів при зміні ширини колії обприскувача, перевірено міцності висувної консолі механізмі зміни ширини колії, побудовано модель та перевірено параметри гвинта при автоматизованому проектуванні.

Також в роботі пророблені питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Alexander Nanka, Ivan Morozov, Vladimir Morozov, Mykola Krekot, Anatolii Poliakov, Ivan Kiralhazi, Mykhailo Lohvynenko, Konstantin Sharai, Andriy Babiy, Mykola Stashkiv. Improving the efficiency of a sowing technology based on the improved structural parameters for colters. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 4. No. 1 (100) (2019) Engineering Technological Systems. P. 33 – 45.
2. Andreikiv O.E, Lysyk A.R., Shtayura N. S., Babii A. V. Evaluation of the Residual Service Life of Thin-Walled Structural Elements with Short Corrosion-Fatigue Cracks // *Materials Science*. 2017. 53, No 4. P. 514-521.
3. 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.
4. 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.
5. Andreikiv, O.E., Babii, A.V., Dolinska, I.Y. *et al.* Determination of the Residual Life of the Spraying Boom of a Field Sprinkler in the Maneuvering Loading Mode. *Mater Sci* **56**, 112–118 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11003-020-00404-2>
6. Andreikiv, O.E., Babii, A.V. & Dolinska, I.Y. Influence of the Working Media and Maneuvering Loading Mode on the Service Life of Spraying Booms of Field Sprinklers. *Mater Sci* **56**, 166–173 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11003-020-00411-3>
7. Babii A. (2019) Parameters investigation for independent pendular suspension of sprayer boom. *Scientific Journal of TNTU (Tern.)*, vol 96, no 4, pp. 90–100.

8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. Leshchak R.L., Babii A.V., Barna R.A., and Syrotyuk A.M. Corrosion resistance of steel of the frames of boom sprayers. Materials Science. Vol. 56. No. 3. November, 2020. P. 425–431.
12. 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.
13. Агрохімія / І.М.Карасюк , О.М.Геркіял, Г.М.Господаренко та інші / За ред. І.М.Карасюка. - К.: Вища школа, 1995. - 471с.
14. Агрохімія: Лабораторний практикум / А.П.Лісовал, І.М.Давиденко, Б.М.Мойсеєнко. - К.: Вища школа, 1994. - 335с.
15. Андрейків О.Є., Лисак А.Р., Штаюра Н.С., Бабій А.В. Оцінювання залишкового ресурсу тонкостінних елементів конструкцій з короткими корозійно-втом-ними тріщинами // Фізико-хімічна механіка матеріалів. 2017, №4. С. 84-90.
16. Бабій А., Бабій М. Дослідження міцності елементів конструкції функціонально-транспортуючих мобільних засобів. Науковий журнал «Інженерія природокористування», 2019. №3 (13) С. 87–91.
17. 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.

18. Бабій А.В., Андрейків О.Є. Підвіска штанги обприскувача. Деклараційний патент на корисну модель 145916 А01М 7/00 (2020.01); заявл. 25.08.2020 u202005494, опубл. 06.01.2021, бюл. № 1/2021.

19. Бабій А.В., Бабій М.В., Вічко О.І. Пристрій для визначення кількості та рівномірності розпилення продукту робочим органом штангового обприскувача. Деклараційний патент на корисну модель 141105 В05В 3/00, В05В 12/00, G01F 3/36 (2006.01); заявл. 16.07.2019, u201908385, опубл. 25.03.2020, бюл. № 6/2020.

20. Бабій А.В., Бортник І.М., Сташків М.Я., Олексюк В.П. Штанга обприскувача. Деклараційний патент на корисну модель 137527 А01М11/00, А01М7/00; заявл. 15.04.2019, u201903846; опубл. 25.10.2019, бюл. № 20.

21. 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 А01В 51/00; заявл. 01.03.2012, опубл. 10.09.2012, бюл. № 17.

22. Бабій А. В., Рибак Т.І., Попович П.В. Поворотно-фіксуєчий механізм штанги обприскувача. Деклараційний патент на корисну модель 59390 А01М 7/00 А01М 11/00; заявл. 17.11.2010 U201013645, опубл. 10.05.2011, бюл. № 9.

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

24. Вікович І.А., Конструкції та динаміка штангових обприскувачів: Монографія. — Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2003. — 460 с.

25. Гевко Р.Б., Хомик Н.І., Жаровський О.С., Довбуш Т.А Деталі машин та основи автоматизованого конструювання: навчальний посібник до лабораторних робіт Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 256 с.

26. Джигирей В.С., Жидецький В.Ц. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник .- Вид. 3-тє, доповнене. - Львів: Афіша, 2000. – 256 с.

27. Довбуш А.Д., Прикладна механіка і основи конструювання: навчально-методичний посібник до розрахунково-графічної роботи / А.Д. Довбуш, Т.А. Довбуш, Н.А. Рубінець. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2015. 116 с.
28. Довбуш Т.А. Опір матеріалів: навчальний посібник до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи / Т. А. Довбуш , Н. І. Хомик, А. В. Бабій, Г. Б. Цьонь, А. Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 220 с.
29. 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.
30. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник. — Львів: Афіша, 2005. — 319 с
31. Иванов М.Н. Детали машин. - М.: Высш. шк., 1991. – 383 с.
32. Карпенко А.Н., Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины. – 6-е изд., перераб. И доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 527 с.
33. Каталог сельскохозяйственных машин. - М.: Машиностроение, 1986. – 528 с.
34. Керб Л. П. Основи охорони праці: Навч. посібник. – К .: КНЕУ, 2003. - 215 с.
35. Механізація захисту рослин / І.П. Масло, С.П. Тимошенко, Ю.Ф. Онуфрієнко та ін. - К.: Урожай, 1989.- 144 с.
36. Наукове забезпечення сталого розвитку сільського господарства. Лісостеп. – К.: НАУ, 2004. – 840 с.
37. Обприскувач напівпричіпний штанговий. Керівництво з експлуатації ОПШ-2000 КЕ.
38. Опір матеріалів. Під заг. ред. акад. АН УРСР Г. С. Писаренко. - К.:Вища школа, 1974. - 304 с.
39. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. – К.: Вища шк., 1993. – 556 с.

40. Перфецький Н.А. Рішення для підвищення експлуатаційних характеристик обприскувача. Тези IV-ї Міжнародної студентської науково-технічної конференції / Тернопіль: ТНТУ (м. Тернопіль, 28–29 квітня 2021 р.), 2021. С.50-51.

41. Рибак Т.І., Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин.—ВАТ «ТВПК«Збруч», 2003.— 332 с.

42. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. - М.: Наука, 1979. – 560 с.

43. Хомик Н.І. Методичний посібник до виконання дипломної роботи для здобуття освітнього ступеня «магістр» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 133 галузеве машинобудування з орієнтацією на спеціалізацію «Машини сільськогосподарського виробництва» / Н.І. Хомик, М.Я. Сташків, В.П. Олексюк. Терноп.: ФОП Паляниця В.А., 2018. 164 с.

44. Хомик Н.І. Деталі машин. Курс лекцій для студентів заочної форми навчання. / Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш., О.П. Цьонь. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 160 с.

ДОДАТКИ