

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Механіко – технологічний факультет

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

**Завідувач кафедри
Тракторів і автомобілів**

(назва кафедри)

Калінін Є.І.

(підпис)

(ПІБ)

«_____» _____ 2026 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ БАКАЛАВРА

**на тему «Підвищення продуктивності транспортно-технологічних агрегатів на базі трактора
класу 5,0 при збиранні коренебульбоплодів за рахунок удосконалення системи керування
гальмами»**

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Гарант освітньої програми

Д.Т.Н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Братішко В.В.

(ПІБ)

Керівник дипломного проєкту бакалавра

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Гладчук Є.О.

(ПІБ)

Виконав

(підпис)

Соловей Роман Вікторович

(ПІБ)

КИЇВ – 2026

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Механіко-технологічний факультет

**ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри**

тракторів і автомобілів та

Д.Т.Н., проф. _____ **Калінін Є.І.**
(наук. ступ., вч. звання) (підпис) (ПІБ)
« _____ » _____ 2026 р.

З А В Д А Н Н Я

на виконання дипломного проєкту бакалавра студенту

Соловей Роман Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність _____ 208 «Агроінженерія»

(код і назва)

Тема дипломного проєкту бакалавра на тему «Підвищення продуктивності транспортно-технологічних агрегатів на базі трактора класу 5,0 при збиранні коренебульбоплодів за рахунок удосконалення системи керування гальмами»

затверджена наказом ректора НУБіП України від «16» лютого 2026р. №510 «С»

Термін подання завершеної роботи (проєкту) на кафедру: _____ 01.05.2026

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до дипломного проєкту бакалавра: патентні бази; довідники з проєктування машин; науково-дослідна література.

Перелік питань які потрібно розробити _____

Вступ;

Опис різних типів приводів гальм, які застосовуються на тракторі;

Вибір і основи розроблювального вузла;

Розрахунок гальмівної системи;

Опис модернізованої гальмівної системи.

Перелік графічного матеріалу: Мета і завдання дипломного проєкту; Схема гідравлічна принципова; Трактор модернізований (складальне креслення); Керування гальмами (складальне креслення); Циліндр головний (складальне креслення); Деталювання. Висновки

Дата видачі завдання «23» лютого 2026 р.

Керівник дипломного проєкту бакалавра

(підпис)

Гладчук Є.О.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Соловей Р.В.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

На тему: «Підвищення продуктивності транспортно-технологічних агрегатів на базі трактора класу 5,0 при збиранні коренебульбоплодів за рахунок удосконалення системи керування гальмами».

Обсяг дипломного проекту складає 38 сторінок основного матеріалу та 3 сторінок додатків, кількість ілюстрацій – 5 шт., таблиць – 1 шт., бібліографічних найменувань за переліком посилань, додатки.

Метою дипломного проекту є підвищення продуктивності транспортно-технологічних агрегатів з трактором класу 5.0.

В рамках дипломного проектування вирішується завдання модернізації гальмівної системи трактора тягового класу 5 для підвищення ефективності використання.

Було проведено опис різних типів приводів гальм, які застосовуються на тракторах, проведено аналіз патентних баз. Проведено розрахунок гальмівної системи трактора. Були проведені всі необхідні розрахунки в рамках конструкторського розділу.

Застосовані рішення дозволили істотно поліпшити керованість трактора, підвищити продуктивність виконання транспортно-технологічних операцій.

Ключові слова: трактор, модернізація, гальмівна система, гальма, ефективність, продуктивність.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Опис різних типів приводів гальм, які застосовуються на тракторі.....	6
1.1 Принцип дії гальм.....	6
1.2 Типи приводів гальм.....	7
1.3 Ефективність дії різних типів приводів.....	9
2 Вибір і основи розроблювального вузла.....	10
2.1 Актуальність проблеми.....	10
2.2 Патентний пошук.....	11
3 Розрахунок гальмівної системи.....	21
3.1 Вихідні дані.....	21
3.2 Параметри гальмівного механізму.....	22
3.3 Параметри приводу.....	23
3.4 Розрахунок.....	24
4 Опис модернізованої гальмівної системи.....	33
4.1 Робочі гальма.....	33
4.2 Гідропривод гальм.....	34
5 Охорона праці при виконанні орних робіт та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	35
5.1 Фактори, що впливають на умови праці механізатора при експлуатації трактора.....	35
5.2 Пожежна безпека машинно-тракторного агрегату.....	35
5.3 Охорона навколишнього середовища.....	36
6 Розрахунок економічної ефективності від впровадження запропонованої системи.....	40
6.1 Розрахунок матеріальних збитків від виробничого травматизму.....	40
Загальні висновки.....	42
Список використаних джерел.....	43
Додатки.....	45

ВСТУП

Сільськогосподарське виробництво розосереджено на величезних площах і вимагає переміщення великої кількості технологічних і експлуатаційних матеріалів, проміжної і кінцевої продукції. Тому в аграрному секторі транспорт займає важливе місце: він починає і завершує процеси виробництва продуктів рослинництва і тваринництва та здійснює технологічні зв'язки між окремими станами робіт. У міру розвитку сільськогосподарського виробництва роль транспорту неухильно підвищується: якщо в даний час на кожен гектар ріллі припадає в середньому 45...50 т різних вантажів, то в найближчі роки очікується збільшення цього обсягу. На частку транспортних робіт, виконуваних тракторами в аграрному секторі, припадає понад 35 % від обсягу основних видів робіт.

Метою дипломного проекту є підвищення продуктивності транспортно-технологічних агрегатів з трактором класу 5.0.

В дипломному проекті необхідно:

- привести опис різних типів приводів гальм, які застосовуються на тракторі;
- обґрунтувати вибір і основи розроблювального вузла;
- провести розрахунок гальмівної системи;
- привести опис модернізованої гальмівної системи.

1 ОПИС РІЗНИХ ТИПІВ ПРИВОДІВ ГАЛЬМ, ЯКІ ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ НА ТРАКТОРІ

Гальма служать для утримання трактора на підйомах і ухилах, для забезпечення повороту, а також для зниження швидкості руху при транспортних роботах. Крім задоволення загальних вимог, які пред'являються до всіх механізмів, гальма повинні забезпечувати швидке і плавне гальмування трактора. Вони не повинні бути самогальмуючими. За формою гальма діляться на: 1) стрічкові, 2) колодкові, 3) дискові.

При правильно обраних розмірах і матеріалі деталей гальма гальмування може бути надійним в гальмі будь-якої конструкції.

Можливість утримання гальма протягом тривалого часу в затягнутому стані і легкість управління ним залежать від конструкції приводу.

1.1 Принцип дії гальм

Процес гальмування трактора полягає в перетворенні розвивається при його русі кінетичної енергії в роботу тертя, а потім в теплоту, що розсіюється в навколишнє середовище.

Точкою опори при гальмуванні служить дорога, гальмівний силою – сила тертя, що виникає між покриттям колеса і дорогою і спрямована в бік, протилежний руху трактора.

Колесо трактора обертається разом з гальмівним барабаном, з яким воно наглухо поєднано.

Усередині барабана перебувають колодки, встановлені на диску – гальмівному щиті, жорстко укріпленому на корпусі провідного моста трактора.

Якщо натиснути ногою на педаль, то колодки розтискним кулаком розсунуться і з силами пригорнуться до внутрішньої поверхні обертового разом з колесом барабана. При цьому виникнуть сили тертя, що перешкоджають обертанню колеса, а, отже, і руху трактора.

Чим сильніше притискаються гальмівні колодки до гальмівного барабану, тим більше буде сила тертя, а отже, і робота тертя, тим більше буде виділятися теплоти і тим швидше буде поглинатися кінетична енергія, накопичена трактором, а отже, і швидше зупиниться трактор.

При знятті ноги з педалі колодки пружиною відводяться від гальмівного барабана і гальмування припиняється.

Ми пояснили дію гальм трактора на прикладі взаємодії колодок з барабаном. Але у тракторів, крім таких гальм, знаходять застосування гальма, в яких замість колодок є стрічки – стрічкові гальма або диски – дискові гальма.

1.2 Типи приводів гальм

Гальмами трактора і причепа, що буксирується трактором, можна управляти за допомогою різних типів приводів: механічного, гідравлічного або пневматичного.

1.2.1 Механічний привод

Механічний привод гальм застосовують для управління гальмами трактора. Він відрізняється простотою пристрою. Керують гальмами за допомогою двох педалей, кожна з яких призначена для гальма одного із задніх коліс. При транспортних роботах, коли транспорт рухається по хорошій дорозі з великою швидкістю, педалі слід блокувати (з'єднувати) планкою, щоб обидва гальма працювали одночасно.

Щоб привести в дію таке гальмо, потрібно ногою натиснути на педаль, і це зусилля, будучи збільшено співвідношенням плечей важелів передавального механізму, змусить колодки гальма притиснутися до стінок гальмівного барабана з силою в результаті чого і буде здійснюватися гальмування трактора.

1.2.2 Пневматичний привод

Пневматичний гальмівний привод використовують для гальм трактора і причепа. Він має переваги перед іншими видами приводів: меншим зусиллям, яке повинен докласти тракторист до педалі управління, достатньою надійністю роботи, легкістю приводу в дію гальм причепа, можливістю використання стисненого повітря для інших цілей (накачування пневматичних шин трактора тощо).

Такий привод знаходить застосування на потужних важких колісних тракторах, де потрібні великі гальмівні зусилля для гальм трактора і причепа, а також на універсально-просапних тракторах для гальм причепів.

При роботі трактора компресор засмоктує з впускної труби двигуна за повітряочисником або з впускного колектора двигуна очищене повітря і подає його в регулятор тиску. У регуляторі встановлений фільтруючий елемент, який додатково відокремлює від повітря воду, масло і тверді частинки. Після очищення повітря надходить в балон. Як тільки тиск повітря в балоні досягає верхнього допустимого рівня (0,73 МПа), спрацьовує регулятор, і повітря з компресора замість балона направляється в атмосферу без всякої протидії. Як тільки тиск дійде до нижньої межі 0,66...0,69 МПа, регулятор знову направить повітря в балон, закривши йому вихід в атмосферу.

Якщо стиснене повітря попрямує в гальмівну камеру, він буде тиснути на діафрагму, яка через шток поверне важіль, а той, у свою чергу, через розжимний кулак притисне колодки до гальмівного барабану з силою.

При такій конструкції приводу зусилля тракториста при гальмуванні трактора і причепа витрачається тільки на відкриття крана, через який проходить стиснене повітря в гальмівну камеру. Однак дуже легке управління гальмами не дає можливості трактористу «відчувати» гальмування, і тому привід гальм спеціально кілька обтяжують.

1.3 Ефективність дії різних типів приводів

З описаних конструкцій приводів видно, що сили, що притискають колодки до барабанів при одній і тій же силі на педалі, неоднакові.

Механічний гальмівний привод має найменшу силу, так як сила ноги тракториста, прикладена до гальмівної педалі, недостатньо збільшується системою важелів, що беруть участь в передачі зусилля до гальмівних колодок.

Пневматичний гальмівний привод значно знижує вимогу до сили, яка додається до гальмівної педалі. Так як повітря подається в гальмівні камери під тиском 0,7...0,75 МПа, а діаметр діафрагми камери великий, то сила, що притискає колодки до гальмівного барабану, дуже велика.

Гідравлічний гальмівний привод дозволяє створити тиск в робочих гальмівних циліндрах до 4...6 МПа, в результаті чого колодки притискаються до барабану з більшою силою.

Гідропневматичний привод є найбільш сильним, оскільки в ньому складаються зусилля як пневматичного, так і гідравлічного приводу.

2 ВИБІР І ОСНОВИ РОЗРОБЛЮВАЛЬНОГО ВУЗЛА

2.1 Актуальність проблеми

При покупці нової техніки, в обставинах, що склалися, віддається перевага колісним тракторам.

Зараз, в наш час до транспортних МТА пред'являються підвищені вимоги безпеки. На наш погляд, виконання цього завдання багато в чому визначається необхідністю підвищення надійності їх деталей і вузлів. Одним з найбільш відповідальних вузлів, що визначають їх надійність і безпеку експлуатації, є гальмівні системи. Під гальмівною системою розуміється поєднання власне гальма, тобто робочого (виконавчого) механізму, безпосередньо створює штучний опір руху трактора, з системою управління та приводом, що призводить гальмо в дію.

Гальмівна система зменшує швидкість трактора з заданим уповільненням або зупиняє його на певному гальмівному шляху.

Значення гальмівних систем зростає в зв'язку зі збільшенням рухомих мас, швидкостей переміщення і частоти гальмувань. Протягом короткого періоду часу гальмівні системи повинні перетворити в теплову енергію значну кількість механічної енергії і передати її в навколишнє середовище без зниження працездатності як самої системи, так і трактора в цілому.

Основними напрямками підвищення надійності і ефективності використання гальмівних систем і пристроїв є конструктивне удосконалення механічної частини й приводу існуючих гальм і створення нових конструктивних різновидів, розробка і застосування нових матеріалів з підвищеними фрикційними властивостями.

З метою підвищення безпеки трактора, його надійності і відповідності світовим стандартам було прийнято рішення про модернізації гальмівної системи трактора Беларус-3022, як одного з найпоширеніших тракторів в сільському господарстві. Адже при використанні трактора на транспортних

роботах сильно збільшується частота гальмувань. Особливо при роботі на горбистій місцевості, а також у горах на зтяжних спусках доріг.

Модернізація гальмівної системи як спосіб підвищення ефективності використання трактора кл.5.0 на транспортних роботах має ряд плюсів:

- немає необхідності в спеціальній підготовці трактора;
- простота у використанні не вимагає великих навичок від тракториста;
- підвищення безпеки і надійності трактора;
- найголовніше те, що гальмівна система може розрахуватися з будь-якими іншими способами підвищення ефективності використання на транспортних роботах.

З усіх типів приводів гальм в тракторобудуванні найбільше застосування отримав гідростатичний привод гальма.

2.2 Патентний пошук

Попередній аналіз відібраних в процесі пошуку охоронних документів показав наступне: блок головних циліндрів гідравлічної гальмівної системи транспортного засобу, що містить два окремих головних циліндра, порожнини стиснення яких повідомлені перепускним каналом, в якому у кожного головного циліндра встановлено по перепускному клапану з сідлом, виконаним в корпусі відповідного головного циліндра, і запірним елементом, який відрізняється тим, що, з метою підвищення його надійності, запірний елемент кожного перепускного клапана за допомогою проміжного елемента кінематично пов'язаний з профільованою поверхнею поршня головного циліндра, що забезпечує закритий, дросельний і відкритий стан перепускного клапана при різних положеннях поршня.

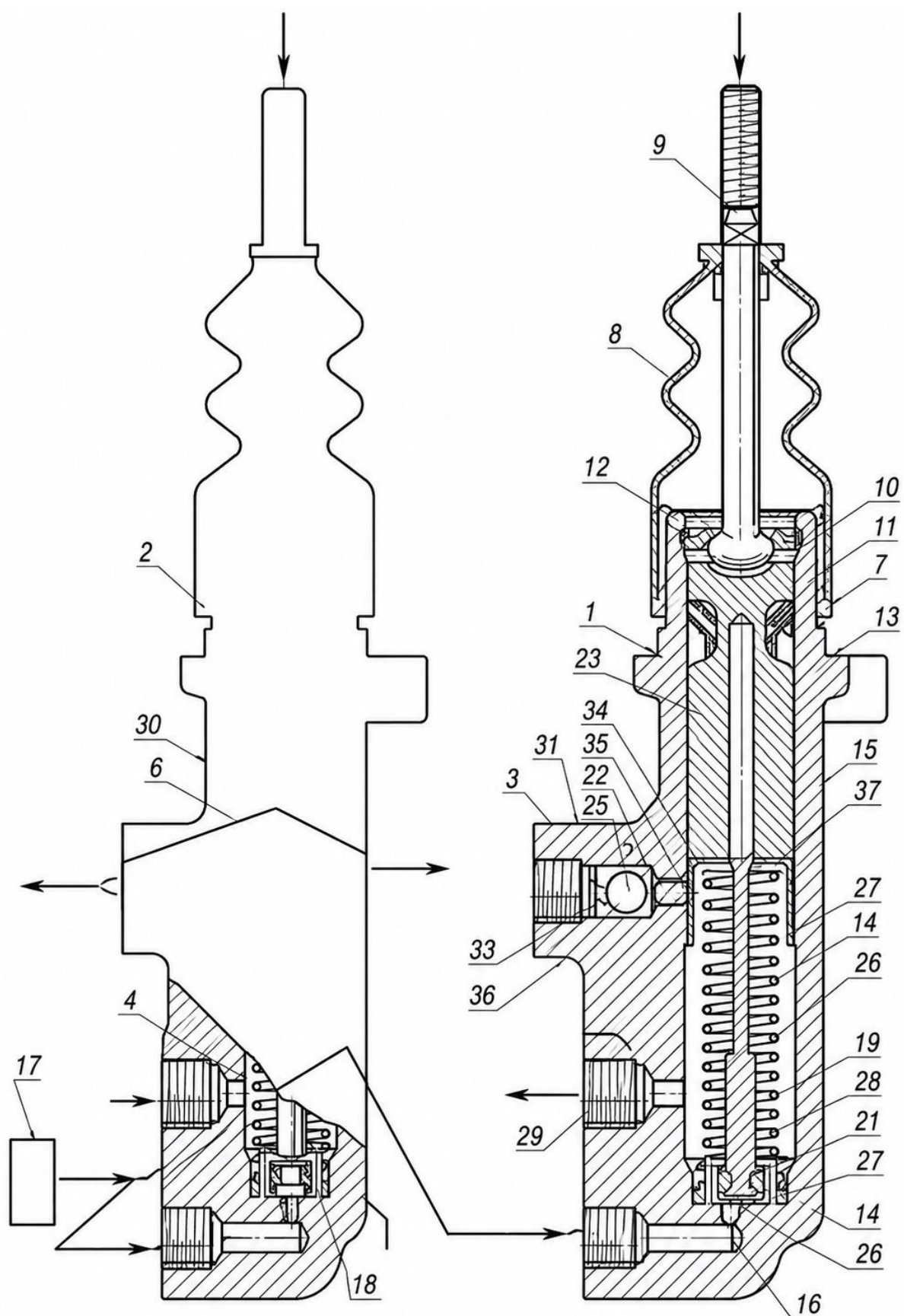


Рисунок 2.1 – Блок головних циліндрів гідравлічної гальмівної системи транспортного засобу

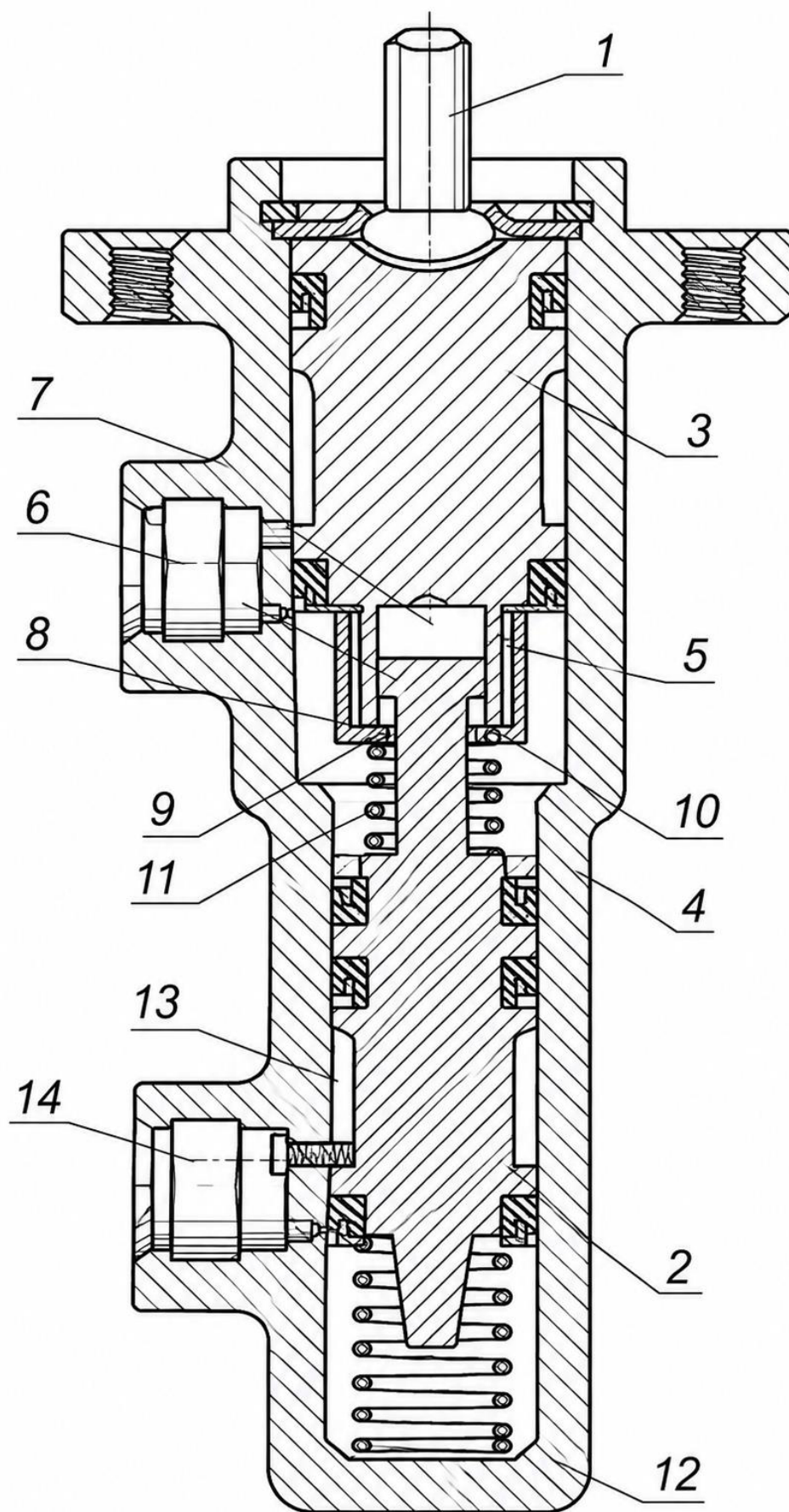


Рисунок 2.2 – Здвоєні головні циліндри для гідравлічної гальмівної системи транспортного засобу

На рис. 2.2 зображено пропонований циліндр. У корпусі 1, в циліндричному ступеневу отворі, розташовані поршень 2 меншого діаметру і поршень 3 більшого діаметру, які пов'язані між собою штоками 4 і 5 за допомогою головки 6 на кінці штока 4, що входить в виїмку 7 в штоку 5. На штоку 5 встановлений стакан 8 з торцевим отвором 9, що створює буртик 10. Буртик 10 спирається на пружину 11, встановлену на штоку 4. поршень 2 підпружинений пружиною 12 і має поздовжній паз 13, в який вільно входить гвинт 14, поршень 3 пов'язаний з приводом.

В даному циліндрі між пружиною і поршнем більшого діаметру встановлений стакан з торцевим отвором, що створює буртик для взаємодії з виступом головки поршня меншого діаметру, а обмежувач переміщення поршня меншого діаметра виконаний у вигляді гвинта, розташованого радіально в ступінчастому отворі і входить в виконаний на поршні меншого діаметру поздовжній паз.

Циліндр працює наступним чином. При включенні приводу переміщається поршень 3, а через стакан 8 і пружину 11 поршень 2. При падінні тиску в порожнині між поршнями 2 і 3 поршень 2 під дією пружини 12 переміщається до упору головки 6 в дно виїмки 7. Подальше пересування поршня 2 обмежується упором гвинта 14 в кінець паза 13. При падінні тиску в порожнині пружини 12 поршень 2 переміщується до упору головки 6 в буртик 10, а подальше його переміщення обмежиться гвинтом 14 в інший кінець паза 13.

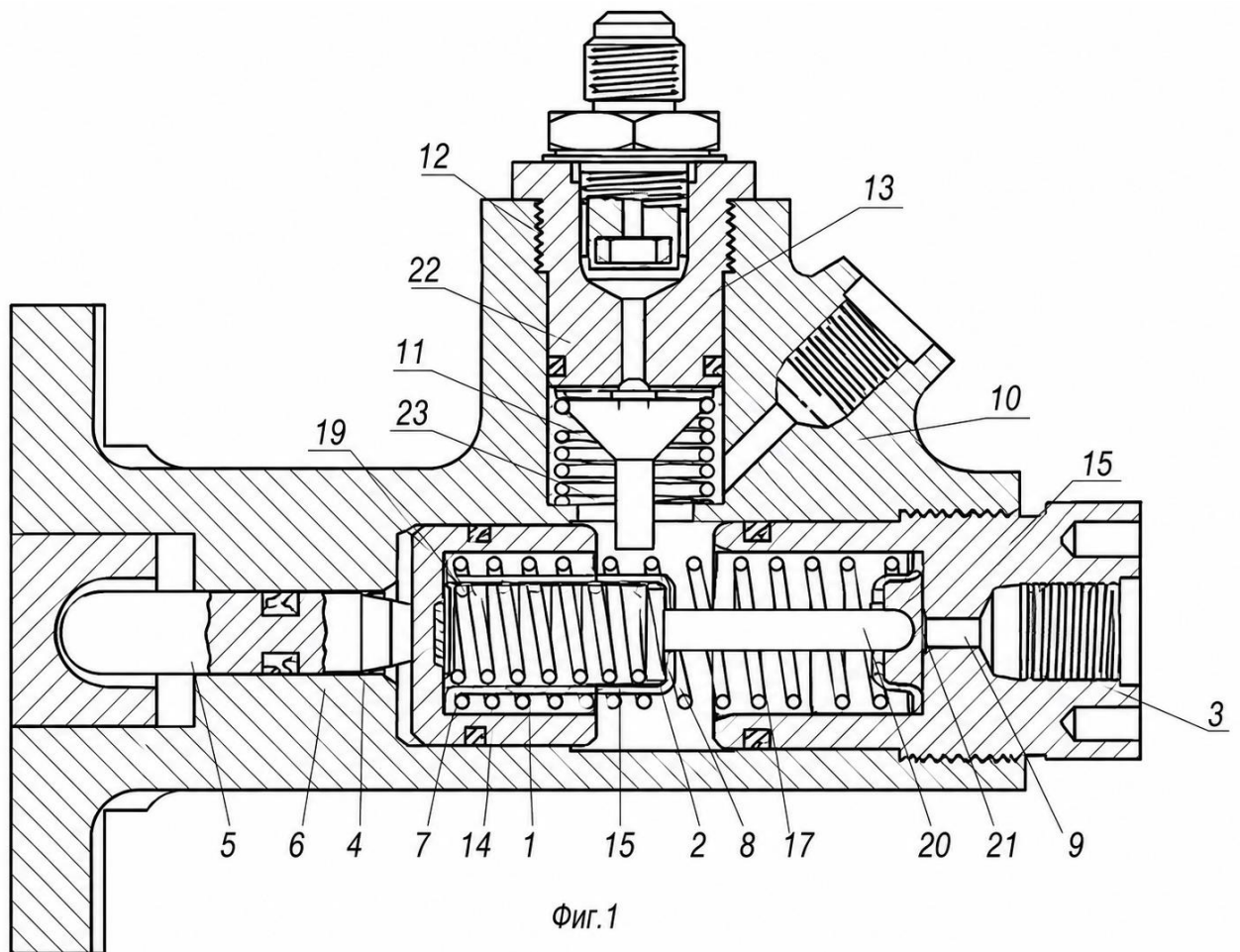


Рисунок 1.3 – Вузол головного циліндра гальмівної системи

У пропонованому вузлі головного циліндра клапан, що закриває резервуар, виконаний у вигляді розташованого співвісно з поршнем і частково розміщеного в ньому стержня з головкою. Кінець стержня взаємодіє з сідлом, передбаченим в отворі, що повідомляє камеру стиснення з резервуаром, причому головка звернена до поршня і розміщена в ковпачку, підпружиненому до поршня поворотною пружиною. В ковпачку виконано направляючий отвір для стержня. Крім того, вузол може бути забезпечений додатковим ковпачком, підгорнутим поворотною пружиною до внутрішнього торця камери стиснення.

На рис. 1.3 зображений описуваний вузол головного циліндра, поздовжній розріз.

У корпусі 1 виконано наскрізний отвір з розточкою 2, закритий на одному кінці пробкою 3, а з іншого кінця в ньому встановлений ступінчастий поршень

4, що складається з частини 5 меншого діаметру, встановлений в отвір 6 і частини 7 більшого діаметра, виконаної у формі склянки. У розточці 2 знаходиться камера стиснень 8, поєднана з резервуаром для рідини осьовим отвором 9. Камера стиснення повідомляється також каналом 10 з допоміжним циліндром, що впливає на гальмівну систему.

Камера стиснення і канал 10 повідомляються з порожниною 11, зовні закритою пробкою 12, що має осьовий канал 13 для повідомлення з джерелом рідини під тиском, наприклад насосом, в який подається рідина з резервуара, або гідравлічним акумулятором.

В неробочому положенні поршень 4 втягнутий під дією поворотної пружини 14, що спирається на фланці ковпачків 15 і 16. У ковпачку 15 розміщена головка 17 клапанного елемента 18. Головка 17 підпружинена від поршня пружиною 19, а стрижень 20 розміщений в напрямних отворах ковпачків 15 і 16, кінець стрижня 20 знаходиться на деякій відстані від сідла 21, виконаного у підставі отвори 9 і, таким чином, резервуар повідомляється з камерою стиснення допоміжним циліндром. При цьому канал, що веде до джерела високого тиску відкритий хитним клапаном 22, що має шток 23 і підпружинену головку зі сферичним потовщенням в центрі. Кромка склянки розташована по відношенню до штоку 23 на відстані, що перевищує відстань від кінця стрижня 20 до сідла 21. Поршень 4 перемішається під дією штанги, до якої прикладається зусилля ножної педалі. При цьому пружина 14 стискається, і стрижень 20 стикається з сідлом 21, припиняючи сполучення між камерами стиснення і резервуаром. Переміщаючись далі, поршень кромкою склянки стикається зі штоком 23 хитного клапана і повертає его. Рідина під тиском, проходить через канал 13 в камеру стиснення і допоміжний циліндр через канал 10. При звільненні педалі хитний клапан закривається, і припиняється повідомлення з джерелом високого тиску, стрижень 20 виходить із сідла 21, і рідина отримує можливість повернутися в резервуар з допоміжного циліндра.

На частину поршня більшого діаметра діє тиск протилежних напрямків, що прагне відсунути частину 7 більшого діаметру від частини 5 меншого

діаметру, що затримує рух клапанного елемента при скиданні гальмівного тиску.

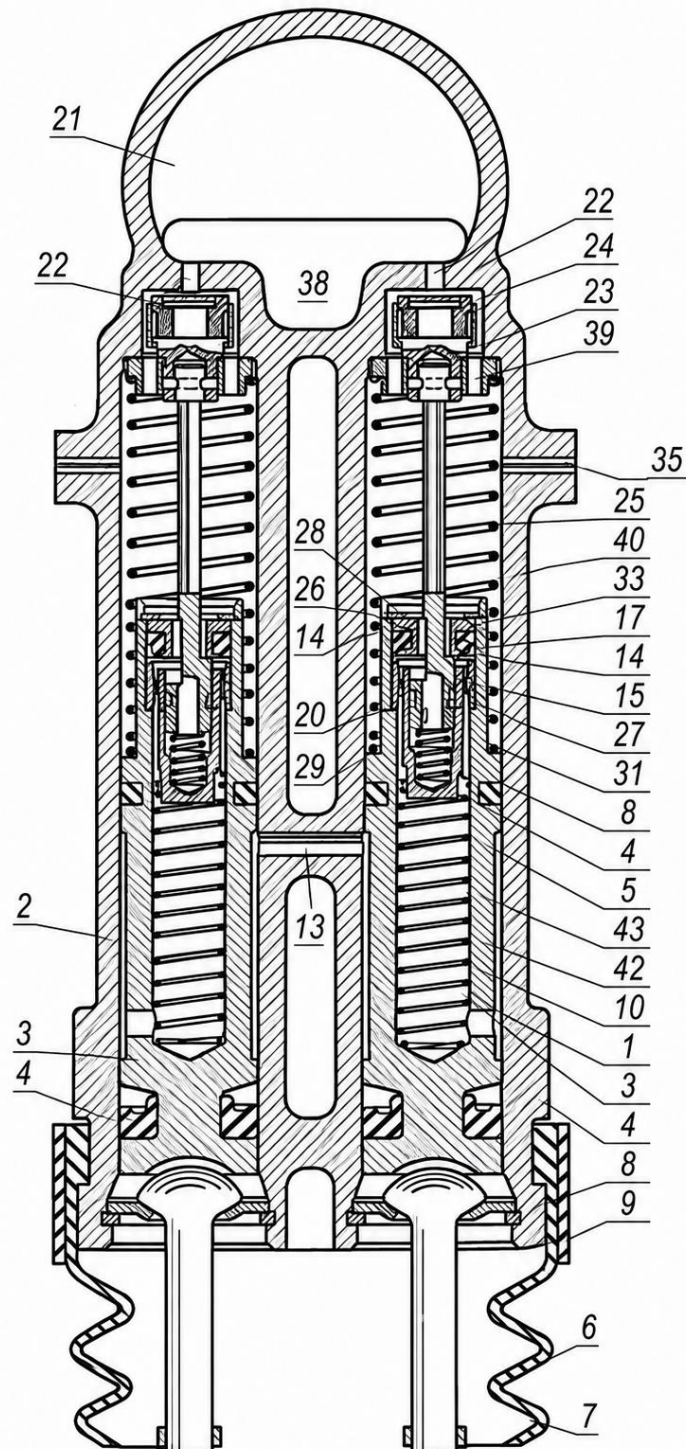


Рисунок 2.4 – Вузол головних гальмівних циліндрів транспортного засобу

Недолік вузла полягає в складності конструкції. На рис. 2.4 показаний вузол головних циліндрів, подовжній перетин; два головних циліндра є ідентичними за конструкцією, і кожен містить корпус 1, забезпечений

поздовжнім розрахунковим отвором 2, в якому встановлений поршень 3, що має розташовані на певній відстані один від одного ущільнення 4 і 5. Поршень 3 з'єднується на своєму задньому кінці з частково сферичною головкою 6 що наводиться в дію педаллю штовхачі 7. Обмежувач для головки 6 утворюється кільцевої вузької втулкою 8, утримуваної в певному положенні затискним кільцем або пружинним кільцевим замком 9, що розташовуються в кільцевій канавці в отворі 2. Осьовий отвір 10 в поршні 3 знаходиться в зв'язку через радіальні отвори 11 з кільцевою виїмкою 12 до окружної поверхні поршня 3, що проходить між ущільненнями 4 і 5. Довжина виїмки 12 в кожному головному циліндрі є такою, що у всіх осьових положеннях поршня 3 вона знаходиться в зв'язку через отвір 11 і радіальний отвір перепускного каналу 13 в стінці корпусу 1 з відповідною виїмкою 12 в іншому головному циліндрі. Отвір 10 і кільцева виїмка 12 разом визначають перепускну камеру. Втулка 14, що включає пружно деформується кільцеве ущільнення 15, утримується в отворі 16, обробленому рядків на передньому кінці отвори 10 за допомогою кільцевого стопорного кільця 17, а розпірна гільза 18 затиснута між буртиком 19 кільця ущільнення 15 і плечиком 20 у сходинки в діаметрі між отвором 10 і отвором 16. Мінімальний внутрішній діаметр гільзи 18 більше, ніж діаметр кільця 15 ущільнення, яке, отже, виступає радіально всередину щодо гільзи 18, У показаній конструкції гільза 18 утворюється конічно скошеними розточеними отворами по суті рівної довжини, які проходять всередину від протилежних кінців втулки і з'єднуються в циліндричній частині, яка є по суті рівностоячою від обох кінців гільзи 18. З іншого боку внутрішня поверхня гільзи 18 може бути аксіально опуклою. Передній кінець отвору 2 знаходиться в зв'язку з резервуаром 21 для гальмівної рідини через отвір 22 рекуперації в корпусі 1, яке контролюється клапаном рекуперації, що містить кільцеву головку 23 для дотику з сідлом клапана 24, оточуючим отвір 22. Головка 23 переноситься переднім кінцем аксіально, де проходить шток 25, протилежний кінець якого виступає через отвір 26 у втулці 14 і обладнаний головкою 27, яка стикається з внутрішнім кінцем втулки 14. Головка 27 і шток 25 зроблені з вирізом 28 для

забезпечення зв'язку рідин через втулку 14. В іншому здійсненні загальний резервуар 21 може бути замінений двома незалежними резервуарами для двох головних циліндрів таким чином, що кожен має незалежний запас рідини. Стакан 29 ковзаючим чином змонтований на голівці 27 і виступає в отвір 10. Стакан 29, розпірна гільза 18 і кільце 15 ущільнення визначають перепускний клапан. Стакан 29 приєднаний до голівки 27 за допомогою пружинного кільцевого замка 30, який розміщується у внутрішній радіальній канавці 31 склянки 29 і приймається зовнішньої радіальної канавкою 32 в голівці 27. Канавка 32 обмежена по довжині, щоб дозволити обмежений аксіальний рух склянки 29 щодо головки 27. Нормально працююча на стиск пружина 33 віджимає стакан 29 від головки 27 таким чином, що край канавки 31, який ближче до втулки 14, і край канавки 32, який віддалений від втулки 14, зчіплюються пружинним кільцевим замком 30, а спідниця склянки 29 виступає через розпірну гільзу 18 в положення поблизу кільця 15 ущільнення. У цьому положенні кільцевий дросельний канал 34 між склянкою 29 і гільзою 18 визначає шлях обмеженого потоку між перепускний камерою і камерою 35 стиснення, між поршнем 3 і кінцем корпусу 1, віддаленим від педалі. Камера стиснення пристосована для з'єднання з виконавчим механізмом гальма, що діє на колесо, через розпірний отвір 36. Частина 37 штока 25, яка переносить головку, спрямована ковзаючим чином через елемент 38 з отворами, що примикає до плеча 30 на сходинці в діаметрі в отворі 2 і утворює опору для одного кінця натискної поворотної пружини 40, протилежний кінець якої з'єднується з опорною поверхнею 41 поршня 3. Легка натискна пружина 42, попереднє навантаження якої по суті менше, ніж попередня навантаження натискної пружини 33, діє між закритим кінцем аксіального отвору 10 і зовнішнім плечиком 43 у ближнього кінця склянки 29 для зміщення головки 23 до зіткнення з сідлом клапана 24, коли поршень 3 переміщується у напрямку додатка гальмування. У положенні, показаному на рисунку, в якому поршень 3 утримується в повністю відведеному назад положенні натискною пружиною 40, клапан рекуперації і перепускний клапан відкриті. Таким чином, камера 35

стиснення 20 знаходиться у вільному зв'язку з резервуаром, але в обмеженій з перепускною камерою через канал 34. Коли поршень просувається вперед в отворі 2 дією гальмівної педалі 25 з відповідним стисканням пружини 40, невеликий рух вперед є достатнім, щоб змусити головку 23 з'єднатися з сидлом клапана 24 для ізоляції камери 35 стиснення від резервуара. З цього моменту подальший рух поршня 3 в тому ж самому напрямку створює тиск в рідині і в камері 35 стиснення, яка подається до виконавчого механізму гальма, що діє на колесо, через отвори 36, і протягом цього руху кільце 15 ущільнення і гільза 18 рухаються від склянки 29 для збільшення ефективної зони каналу 34, щоб полегшити передачу рідини, що знаходиться під тиском, у перепускну камеру. Коли обидва головних циліндра приводяться в дію одночасно, тиск в двох перепускних камерах і, в результаті цього, тиску в камерах підвищеного тиску вирівнюються за допомогою бездротової технології перепускного каналу 13, щоб компенсувати диференційний знос фрикційних прокладок. Однак, якщо в дію приводиться тільки один головний циліндр, то збільшений тиск рідини в перепускній камері чинного головного циліндра діє на дно склянки 20 не діючого головного циліндра, щоб перемістити його аксіально щодо головки 27 до з'єднання з кільцем 15 ущільнення для ізоляції цієї перепускної камери від камери стиснення цього головного циліндра. Це запобігає повернення знаходиться під тиском рідини в резервуар через клапан рекуперації, який є відкритий. В непрацюючому положенні обидві перепускні клапани відкриті, щоб дозволити проходження обмеженого потоку між пропускними камерами і резервуаром для компенсування термічного розширення рідини.

На підставі вищевикладеного можна зробити наступні висновки: Всі нововведення в основному спрямовані на підвищення ресурсу циліндрів, або на зменшення розмірів робочих органів гальм на робочих режимах.

3 РОЗРАХУНОК ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ

3.1 Вихідні дані

- максимально дозволена маса трактора, кг: $T_{\max} = 14000$;

- мінімальна маса трактора, кг $T_{\min} = 11500$;

- відносний розподіл експлуатаційної маси по осях:

- на передню вісь: $q_1 = 0.47$;

- на задню вісь: $q_2 = 0.53$.

База трактора, м: $L = 3.01$.

Координати центру мас трактора, м:

- горизонтальна, щодо задніх коліс: $a_{\text{цм}} = 1.415$;

-- вертикальна, щодо поверхні шляху: $h_{\text{цм}} = 1.215$.

Радіуси кочення коліс, мм:

- передніх: $R_1 = 705$;

- задніх: $R_2 = 907$.

Початкова швидкість гальмування:

- максимальна швидкість руху, км/год.: $V_0 = 40.94$;

- коефіцієнт опору коченню: $f = 0.02$.

- максимальний коефіцієнт зчеплення: $\phi = 0.8$.

Передавальне відношення ділянки трансмісії від гальмівного механізму до заднього колеса: $U_{\text{кп}} = 10.45$.

КПД ділянки трансмісії від гальмівного механізму до задніх коліс: $\eta_{\text{кп}} = 0.964$.

Максимальний момент фрикційної муфти приводу ПВМ, Нм: $M_{\text{ПВМ}} = 3800$.

Передаточне відношення ділянки трансмісії від муфти приводу ПВМ до гальмівних механізмів: $U_{\text{мт}} = 2.731$.

Передаточне відношення від муфти приводу ПВМ до передніх коліс: $\Pi_{\text{ПВМ}} = 22.2545$.

КПД ділянки трансмісії від муфти приводу ПВМ до передніх коліс: $\eta_{\text{ПВМ}}=0.9126$.

Час спрацювання приводу, с: $t_{\text{сп}}=0.15$.

Необхідний коефіцієнт запасу по гальмівній силі: $K_{\text{тсн}}=1.25$.

Нормативи по СТБ 1641-2006:

- зусилля на педалі зупинкового гальма, не більше, Н: $P_{\text{пн}}=700$;

- питома гальмівна сила, не менше: $\gamma_{\text{тн}}=0,5$;

- усталене уповільнення, не менше, м/с²: $j_{\text{устн}}=5$;

- нерухомий стан трактора з причепом на ухилі, % / °: 16 / 9.09;

- нерухомий стан трактора з експлуатаційною масою на ухилі, % / °: 31/17.22.

Коефіцієнт, що характеризує час спрацювання гальмівної системи: $A=0.15$.

Коефіцієнт обліку обертових мас: $K_{\text{м}}=1.126$.

Прискорення вільного падіння, м/с²: $q=10$.

Допустима питома робота тертя, Дж/мм²: $a_{\text{уддоп}}=2.3$.

Допустиме питомий тиск, МПа: $q_{\text{доп}}=3$.

Коефіцієнт тертя фрикційних пар: $\mu=0.08$.

Кількість зупиночних гальм в задньому мосту: $n=2$.

3.2 Параметри гальмівного механізму

Натискний пристрій:

Кількість пар тертя: $Z_{\text{пр}}=8$.

Діаметри пар тертя, мм:

- зовнішній: $d_{\text{н}}=285$;

- внутрішній: $d_{\text{вн}}=224$.

Коефіцієнт тертя: $\mu=0.08$.

Кут нахилу лунок, °: $\alpha=24$.

Радіус розташування розпірних кульок, мм: $r_{\text{ш}}=127$.

Радіус розташування шарнірів натискних дисків, мм: $r_{шд}=183$.

Кількість зворотних пружин гальма: $K_{пр}=4$.

Наведене до подушки педалі сумарне зусилля зворотних пружин приводу, Н: $P_{пр}=10,6$.

Робоче зусилля однієї поворотної пружини гальма, Н: $P_{прг}=160$.

ККД одного шарніра: $\eta_{ш}=0,925$.

Кількість пар тертя, що працюють на сервоефект: $Z'=3$.

КПД одного гідроциліндру: $\eta_r=0,95$.

Довжина сполучної тяги, мм: $l_T=104$.

Сумарний зазор між парами тертя, мм: $\Delta S=0,8$.

Відстань між шарнірами натискних дисків, мм: $l_{шд}=205$.

Маса найбільш нагрівається деталі, кг: $m_d=0,88$.

Питома теплоємність сталі і чавуну, ккал: $c=0,115$.

Кількість найбільш нагріваються деталей: $Z_H:=1$.

3.3 Параметри приводу

Тип приводу:

Плече педалі, мм: $r_{п}=360$.

Плече регулювальної тяги, мм: $r_T=45$.

Плече штока головного циліндра, мм: $r_{гц}=55$.

Плече штока робочого циліндра, мм: $r_{рц}=102$.

Діаметр головного циліндра, мм: $d_{гц}=25,4$.

Діаметр робочого циліндра, мм: $d_{рц}=25,4$.

Кількість шарнірів приводу: $k=5$.

3.4 Розрахунок

Нормативний гальмівний шлях, м:

$$S_{TH} = A \cdot V_0 + \frac{V_0^2}{26 \cdot j_{устH}} \quad S_{TH} = 19.034.$$

Гальмівна сила за нормативом питомої гальмівної сили, Н:

$$P_{TH} = m_{\max} \cdot g \cdot \gamma_{TH} \quad P_{TH} = 7 \cdot 10^4.$$

Гальмівна сила, на передніх ведучих колесах за умовами зчеплення, Н:

$$P_{T1Ц} = \frac{\phi \cdot m_{\max} \cdot g \cdot (q_1 \cdot L + \gamma_{TH} \cdot h_{цм})}{L} \quad P_{T1Ц} = 7.524 \cdot 10^4.$$

Розрахунковий середній радіус тертя, мм:

$$R_{cp} = \frac{2 \cdot a y \delta_{дон} \cdot g \cdot \gamma_{TH} \cdot R_2 \cdot \eta_{кп}}{K_m \cdot \left(\frac{V_0}{3.6} \right)^2 \cdot U_{кп} \cdot q_{доп} \cdot \mu} \quad R_{cp} = 55.062.$$

Прийнятий середній радіус тертя, мм:

$$R_{cp} = 127.25.$$

Кількість пар тертя по питомому тиску:

$$z = \frac{T_{\max} \cdot g \cdot \gamma_{TH} \cdot R_2 \cdot \eta_{кп}}{1,1 \cdot U_{кп} \cdot q_{доп} \cdot \pi \cdot R_{cp}^3 \cdot \mu} \quad z = 3.427.$$

Кількість пар тертя за питомою роботі тертя:

$$z = \frac{K_M \cdot T_{\max} \cdot \left(\frac{V_0}{3.6}\right)^2}{2,2 \cdot a_{\text{уд доп}} \cdot 10^6 \cdot \pi \cdot (R_{\text{ср}} \cdot 10^{-3})^2} \quad z = 7.92.$$

Прийняте кількість пар тертя:

$$Z_{\text{пр}} = 8.$$

Момент тертя гальма, Нм:

$$T_{\text{TH}} = \frac{P_{\text{TH}} \cdot R_2 \cdot 10^{-3} \cdot \eta_{\text{КП}}}{U_{\text{КП}} \cdot n} \quad T_{\text{TH}} = 2.928 \cdot 10^3.$$

Осьове зусилля на пари тертя, Н:

$$Q = \frac{T_{\text{TH}}}{R_{\text{ср}} \cdot 10^{-3} \cdot \mu \cdot Z_{\text{пр}}} \quad Q = 3.596 \cdot 10^4.$$

Радіус шарніра регулювальної тяги в початковому положенні, мм:

$$r_{\text{рТ}} = \sqrt{r_{\text{шд}}^2 - \left(\frac{l_{\text{шд}}}{2}\right)^2} + \sqrt{l_{\text{Т}}^2 - \left(\frac{l_{\text{шд}}}{2}\right)^2} \quad r_{\text{рТ}} = 169.2.$$

Центральний кут між шарніром натискного диска і регулювальної тяги в початковому положенні,°:

$$\psi' = a \sin\left(\frac{l_{\text{шд}}}{2 \cdot r_{\text{шд}}}\right) \cdot \frac{180}{\pi} \quad \psi' = 34.063.$$

Кут відносного повороту натискних дисків для вибору зазору між парами тертя,⁰:

$$\Delta\psi = a \tan \left(\frac{\Delta S}{\tan \left(\alpha \cdot \frac{\pi}{180} \cdot r_{III} \right)} \right) \cdot \frac{\pi}{180} \quad \Delta\psi = 0.811.$$

Центральний кут між шарнірами натискного диска і регулювальної тяги після вибору зазору між парами тертя,⁰:

$$\psi = \frac{2 \cdot \psi' - \Delta\psi}{2} \quad \psi = 33.658.$$

Радіус шарніра регулювальної тяги після вибору зазорів між парами тертя, мм:

$$r_{PT} = r_{III} \cdot \cos \left(\psi \cdot \frac{\pi}{180} \right) + \sqrt{l_T^2 - \left(r_{III} \sin \left(\psi \cdot \frac{\pi}{180} \right) \right)^2} \quad r_{PT} = 175.321.$$

Кут між тягою і радіусом шарніра після вибору зазорів,⁰:

$$\gamma = a \cos \left(\frac{r_{III}^2 + l_T^2 - r_{PT}^2}{2 \cdot r_{III} \cdot l_T} \right) \cdot \frac{180}{\pi} \quad \gamma = 69.118.$$

Кут між тягою регулювальної тягою після вибору зазорів,⁰:

$$\beta = 180 - (\varphi + \gamma) \quad \beta = 77,224.$$

Хід регулювальної тяги, мм:

$$S_{PT} = r_{PT} - r_{PT} \quad S_{PT} = 6,121.$$

Кінематичне передавальне відношення педального механічного приводу:

$$U_{III} = \frac{r_{II}}{r_{I\Gamma}} \cdot \frac{r_{P\Gamma}}{r_{PT}} \quad U_{III} = 14,836.$$

Кінематичне передавальне відношення педального гідростатичного приводу:

$$U_{III} = \left(\frac{d_{\Gamma\Gamma}}{d_{P\Gamma}} \right)^2 \quad U_{III} = 1.$$

Кінематичне передавальне відношення приводу:

$$U_{прив} = U_{III} \cdot U_{II} \quad U_{прив} = 14,836.$$

Зусилля на регулювальній тязі, Н:

$$P_{PT} = \left(\frac{P_{III}}{2} - P_{III} \right) \cdot U_{прив} \cdot \eta_{ш}^k \cdot \eta_{\Gamma}^2 \quad P_{PT} = 3,077 \cdot 10^3.$$

Силове передавальне відношення натискного пристрою витяжної дії:

$$U_{HV} = \frac{r_{шд} \cdot \sin\left(\gamma \cdot \frac{\pi}{180}\right)}{2 \cos\left(\beta \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cdot \left(r_{ш} \cdot \tan\left(\alpha \cdot \frac{\pi}{180}\right) - \mu \cdot R_{CP} \cdot Z\right)} \cdot \eta_{ш}^3 \quad U_{HV} = 11,766.$$

Осьове зусилля на парах тертя, Н:

$$Q_o = P_{PT} \cdot U_{HY} \quad Q_o = 3,621 \cdot 10^4.$$

Крутний момент для створення тангенціальної сили на натискному пристрої «кульки-диски», Нм:

$$M_{HY} = Q_J \cdot r_{Ш} \cdot 10^{-3} \cdot \tan\left(\alpha \cdot \frac{\pi}{180}\right) \quad M_{HY} = 2,047 \cdot 10^3.$$

Сервомомент, Нм:

$$M_{CE} = Q_O \cdot R_{CP} \cdot 10^{-3} \cdot \mu \cdot Z, \quad M_{CE} = 1,106 \cdot 10^3.$$

Крутний момент, що витрачаються на подолання зворотних пружин натискних дисків при гальмуванні, Нм:

$$M_{IP} = P_{ПРТ} \cdot r_{Ш} \cdot 10^{-3} \cdot \tan\left(\alpha \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cdot K_{IP} \quad M_{IP} = 36,188.$$

Максимальний гальмівний момент при $P_H=700$ Н, Нм:

$$M_T = Q_O \cdot R_{CP} \cdot 10^{-3} \cdot \mu \cdot Z_{IP} \quad M_T = 2,949 \cdot 10^3.$$

Силове передавальне відношення гальмівного механізму:

$$U_{TM} = U_{HY} \cdot \mu \cdot Z_{IP} \quad U_{TM} = 7,53.$$

Силове передавальне відношення гальмівної системи:

$$U_{TC} = U_{ПРИВ} \cdot \eta_{Ш}^{\kappa} \cdot \eta_{Г}^2 \cdot U_{ТМ} \cdot \frac{U_{КП}}{\eta_{КП}} \cdot \frac{R_{CP}}{R_2} \quad U_{TC} = 103,843.$$

Максимально можлива гальмівна сила на колесах, Н:

$$P_{T_max} = P_{ПН} \cdot U_{TC} \quad P_{T_max} = 7,269 \cdot 10^4.$$

Гальмівна сила, на передніх ведучих колесах за умовами приводу, Н:

$$P_{T1_ПВМ} = \frac{M_{M_ПВМ} \cdot U_{П_ПВМ}}{\eta_{П_ПВМ} \cdot R_1 \cdot 10^{-3}} \quad P_{T1_ПВМ} = 1.314 \cdot 10^5.$$

Реалізована гальмівна сила на передніх колесах, Н:

$$P_{T1} = \text{if} \left(P_{T1_ЦЦ} < P_{T1_ПВМ}, P_{T1_ЦЦ}, P_{T1_ПВМ} \right) \quad P_{T1} = 7,524 \cdot 10^4.$$

Гальмівна сила, що реалізується задніми провідними колесами за умовами зчеплення, Н:

$$P_{T2} = \frac{m_{\max} \cdot g \cdot \phi}{L + h_{ЦМ} \cdot \phi} \cdot \left[L - a_{ЦМ} - h_{ЦМ} \cdot \left(f + \frac{P_{T1}}{m_{\max} \cdot g} \right) \right] \quad P_{T2} = 2.581 \cdot 10^4.$$

Сумарна гальмівна сила, що реалізується передніми і задніми колесами за умовами зчеплення, Н:

$$P_T = P_{T1} + P_{T2} \quad P_T = 1.011 \cdot 10^5.$$

Момент тертя гальма за умови зчеплення, Нм:

$$T_T = \frac{P_T \cdot R_2 \cdot 10^{-3} \cdot \eta_{КП}}{U_{КП} \cdot n} \quad T_T = 4.228 \cdot 10^3 .$$

Сила опору руху трактора, Н:

$$P_f = m_{\max} \cdot g \cdot f \quad P_f = 2,8 \cdot 10^3 .$$

Стале уповільнення за умовами зчеплення, м/с²:

$$j_{уст} = \frac{P_T + P_f}{K_M \cdot m_{\max}} \quad j_{уст} = 6.588 .$$

Гальмівний шлях за умовами зчеплення, м:

$$S_T = \frac{V_0}{3.6} \cdot t_{CP} + \frac{V_0^2}{26 \cdot j_{устH}} \quad S_T = 11.491 .$$

Питома гальмівна сила, що реалізується за умовами зчеплення:

$$\gamma_{T-Ц} = \frac{P_T}{m_{\max} \cdot g} \quad \gamma_{T-Ц} = 0.722 .$$

Осьове зусилля на пари тертя за умовами нормативу гальмівного шляху, Н:

$$Q_{\min} = \frac{T_{TH}}{R_{CP} \cdot \mu \cdot Z_{ПП}} \quad Q_{\min} = 35,958 .$$

Площа однієї поверхні тертя, мм²:

$$F_T = \frac{\pi \cdot (d_H^2 - d_{BH}^2)}{4} \quad F_T = 2,439 \cdot 10^4 .$$

Питомий тиск на пари тертя, Н/мм²:

$$q = \frac{Q_O}{F_T} \quad q = 1,485 .$$

Робота тертя за одне включення одного гальма, Дж:

$$A = \frac{\frac{m_{\max} \cdot \left(\frac{V_0}{3.6}\right)^2}{2} \cdot K_M - m_{\max} \cdot g \cdot f \cdot S_T}{2} \quad A = 4,936 \cdot 10^5 .$$

Питома робота тертя за одне включення, Дж/мм²:

$$a_{\text{уд}} = \frac{A}{F_T \cdot Z_{\text{ПП}}} \quad a_{\text{уд}} = 2,53 .$$

Частка роботи тертя, що йде на нагрів найбільш нагрівається деталі:

$$\gamma_a = \frac{Z_H}{Z_{\text{ПП}}} \quad \gamma_a = 0,125 .$$

Приріст температури найбільш нагрівається деталі, °:

$$\Delta t = \frac{\gamma_a \cdot A \cdot 10^{-3}}{4.1868 \cdot c \cdot m_{\text{Д}}} \quad \Delta t = 145,618 .$$

Коефіцієнт запасу по гальмівній силі:

$$K_{TC} = \frac{P_T}{P_{TH}} \quad K_{TC} = 1,444 .$$

Коефіцієнт запасу міцності по нормативному гальмівного шляху:

$$K_{TH} = \frac{S_{TH}}{S_T} \quad K_{TH} = 1,656 .$$

4 ОПИС МОДЕРНІЗОВАНОЇ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ

Гальмівна система складається з: лівого і правого робочих гальм з ножним керуванням педалей і гальма стоянки з ручним незалежним управлінням рукоятки, що діє на робочі гальма. Привід робочих гальм – гідростатичний, за допомогою лівої і правої головних гальмівних гідроциліндрів і лівого і правого робочих гідроциліндрів.

4.1 Робочі гальма

Лівий і правий дискові робочі гальма, що працюють в масляній ванні, управляються педалями, пов'язаними зі штоками головних гальмівних гідроциліндрів. При натисканні на педаль гальм штоки головних гідроциліндрів переміщують поршні і витісняють гальмівну рідину одночасно в порожнині робочих гідроциліндрів через трубопроводи і з'єднувальні рукави при заблокованих педалях гальм або окремо в порожнину одного з робочих гідроциліндрів, якщо педаль розблокована.

Під тиском рідини поршні робочих гідроциліндрів переміщуються і передають зусилля на болти-тяги робочих гальм через вилки штоків і важелі. Далі зусилля передається до натискним дисків, які повертаються і, обкочуючи канавками по кулькам, розсуваються і затискають гальмівні диски між поверхнями тертя кожухів, проміжних дисків і склянок.

Роздільне гальмування застосовується при виконанні ряду робіт, що вимагають підвищеної маневреності трактора або тракторного агрегату з мінімальними радіусами повороту за рахунок пригальмовування внутрішнього колеса.

4.2 Гідропривод гальм

Гідропривод гальм забезпечує незалежне управління робочими гальмами на реверсі за допомогою однієї педалі 22 і складається з головного гідроциліндра 23, з'єднаного трубопроводами 24 і рукавом 9 з робочим гідроциліндром реверсу 7, шток якого шарнірно з'єднаний з важелем 4, посадженим на шпонці на валику 1. При натисканні на педаль 22 зусилля через гідропривід, важіль 4 і гальмівний валик 1 передається до:

а) лівому робочому гальму – через полий болт 5, планку важеля 3 і болт-тягу 2 лівого робочого гальма;

б) правому робочому гальму – через валик 1, важіль 21, болт завзятий 18, планку важеля 19 і болт-тягу 20 правого робочого гальма.

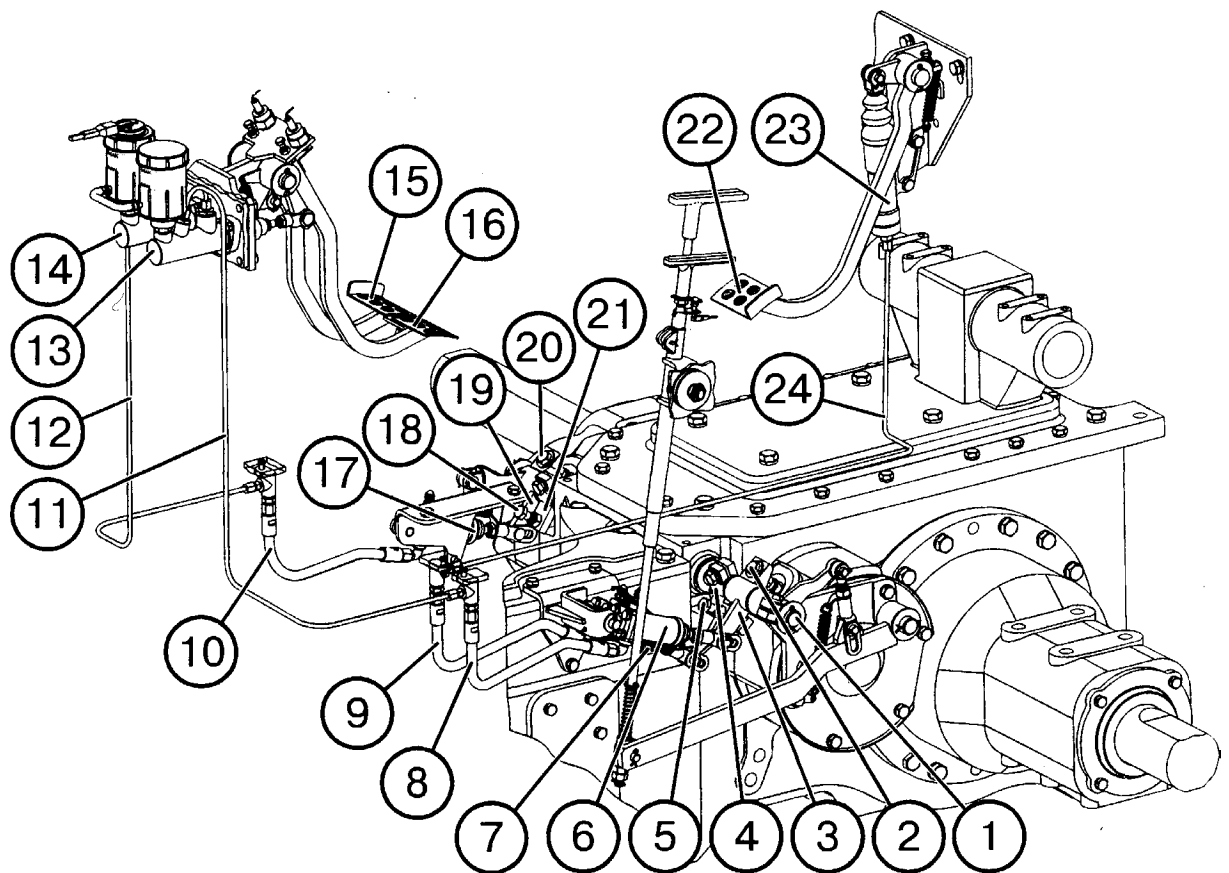


Рисунок 4.1 – Схема гідроприводу гальм

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ВИКОНАННІ ОРНИХ РОБІТ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Фактори, що впливають на умови праці механізатора при експлуатації трактора

При виконанні сільськогосподарських робіт умови праці механізатора залежать від багатьох факторів, що діють при роботі агрегату. До таких факторів відносяться: шум від роботи агрегату, підвищена або знижена температура, забруднення повітря вихлопними газами й іншими шкідливими речовинами, підвищений вміст пилу в повітрі, вібрація. Усі ці фактори, діють негативно на здоров'я механізатора, що у свою чергу відбивається на якості виконання технологічного процесу. Механізатор швидко стомлюється, стає дратівливим, знижується уважність. Ці зміни в організмі людини можуть привести до травм та нещасного випадку.

Розробити систему заходів щодо зниження впливу шкідливих факторів – основна задача безпека життєдіяльності.

При експлуатації машинно-тракторного агрегату необхідно контролювати визначені параметри й умови, від яких залежить безпечна експлуатація машин. Безпека оцінюється контрольним оглядом і виміром, тобто контролем визначених показників. Перевіряється комплектність (ЗІП, аптечка, термос, склоочисники, цілісність стекол і огорожень, зовнішні сигнально-освітлювальні прилади і т.д.), а також дія шкідливих факторів, повітря, пилу. Усі контрольовані параметри повинні відповідати ДСТУ 12 2.019-86, ДСТУ 12.2111-85

5.2 Пожежна безпека машинно-тракторного агрегату

Незважаючи на те, що майже всі деталі трактора зроблені з металу, він може зайняти. На тракторі горить фарба, пил, бруд просочені паливом і олією, рослинні залишки, що знаходяться на неочищеному тракторі, оббивка кабіни і сидіння, паливо, олія й ін. Особливу небезпеку являють собою баки з пусковим

і основним паливом.

Трактори заправляють паливозаправниками при заглушених двигунах і тільки у світлий час доби. У нічний час заправлення заборонене. При заправленні і перевірці рівня палива мірними лінійками забороняється користуватися відкритим вогнем і курити.

Не можна допускати підтікання палива й олії з трубопроводів, баків і картерів. Місця заміни палива і олії необхідно ретельно витирати насухо, щоб на деталях трактора не залишалося підтікань.

Трактор повинний бути обладнаний засобами пожежогасіння, зокрема вогнегасником. При експлуатації машинно-тракторного агрегату необхідно неухильно виконувати всі основні вимоги правил протипожежної безпеки.

5.3 Охорона навколишнього середовища

Сільське господарство – це сфера людської діяльності, найбільш тісно пов'язана з природою. Тут використовуються найрізноманітніші природні ресурси: ґрунт, рослинність, вода, тваринний світ, повітря. Тому неправильне, нераціональне господарювання може завдати шкоди як природі, так і самому сільськогосподарському виробництву.

Одним із головних природних багатств є ґрунт, від стану та збереження якого залежить урожайність сільськогосподарських культур [16]. У результаті неправильного використання ґрунт втрачає свою родючість. Основної шкоди ґрунту завдає ерозія, тобто руйнування верхнього родючого шару водою або вітром. На ґрунтах, схильних до ерозії, урожайність сільськогосподарських культур знижується у 2–3 рази, погіршується якість продукції.

Обробіток ріллі вздовж схилів, порушення сівозмін, одноманітне використання ґрунтів, щорічний обробіток на одну й ту саму глибину, надмірний випас худоби – одні з основних причин виникнення ерозійних процесів. Для їх запобігання необхідно в кожному господарстві планувати використання ґрунтів з урахуванням їх особливостей. Для боротьби з ерозією застосовують комплексні заходи: ґрунтозахисні сівозміни, безвідвальний

обробіток ґрунту, залуження й заліснення еродованих ґрунтів, обробіток ґрунту впоперек схилу, культивуацію парів із залишенням стерні, вирівнювання поля, внесення добрив, використання клейких речовин для утримання частинок ґрунту [16].

Однак ґрунти зазнають негативного впливу не лише від ерозії. Так, трактори та сільськогосподарські машини, сконструйовані без урахування особливостей ґрунтів, можуть значно ущільнювати ґрунт, що порушує його структуру. Для запобігання цьому застосовують трактори з широкими шинами та здвоєними колесами. Крім того, структуру ґрунту руйнує надмірний обробіток, тому великого значення набуває мінімальний обробіток ґрунту.

Окрім ґрунтових ресурсів, важливе значення має вода, надлишок або нестача якої значною мірою визначає родючість ґрунтів та врожайність культур. На зрошуваних землях надмірний полив призводить до заболочування та невиправданих втрат води через зайве випаровування. Зрошення пустельних і напівпустельних земель без улаштування дренажу спричиняє засолення ґрунтів. Води, забруднені побутовими стоками, потрапляючи на поля без очищення, знижують у ґрунті вміст кисню, внаслідок чого сповільнюються біологічні процеси, що в ньому відбуваються.

Джерелом забруднення підземних вод і водойм може бути також сільськогосподарське виробництво. Стічні води з ферм і пасовищ, що містять різні шкідливі біологічні речовини, інколи потрапляють у прилеглі водойми, а також проникають у підземні води. Такі води стають непридатними для потреб людини та промисловості, а водойми швидко заростають водною рослинністю. Для збору стічних вод з ферм необхідно будувати спеціальні відстійники; рідкі відходи сільськогосподарського виробництва повинні надходити на поля зрошення лише після ретельного очищення.

Продуктивність різних галузей сільського господарства залежить також від чистоти атмосферного повітря. Вміст у ньому пилу, сірчистого газу та інших домішок призводить до зниження врожайності рослин і продуктивності тварин. Неправильне застосування та зберігання пестицидів і добрив може

стати джерелом забруднення та отруєння навколишнього середовища. Потрапляючи з опадами у водойми, вони завдають шкоди водній фауні, а потрапляючи в повітря, стають причиною захворювань тварин і людей [16].

Дослідження показали, що рослини здатні засвоювати добрива лише до певної межі, після чого відбувається накопичення в їх організмі хімічних речовин, зокрема азотних сполук. Такі «перегодовані» рослини викликають різні розлади в організмі тварин і людини, а інколи – отруєння.

Під час експлуатації тракторів основними факторами, що негативно впливають на екологію, є: розпилення ґрунту рушіями трактора, акустичний та вібраційний вплив трактора на навколишнє середовище, а також викиди шкідливих речовин з вихлопними газами в атмосферу.

Застосування трактора на транспортних роботах дає змогу збільшувати зчіпну вагу трактора під час руху в складних дорожніх умовах, що знижує буксування ведучих коліс і, відповідно, зменшує розпилення ґрунту рушіями. Також зменшується кількість шкідливих викидів в атмосферу завдяки підвищенню продуктивності транспортного агрегату та зменшенню необхідної кількості транспортних агрегатів.

Для зменшення кількості викидів вихлопних газів в атмосферу необхідно регулярно проводити ремонт або технічне обслуговування двигуна трактора. Зовнішніми ознаками погіршення показників екологічної безпеки тракторів є: чорний дим при повному навантаженні дизеля; білий, блакитний або синій дим; великі частинки сажі.

Розглянемо заходи, яких необхідно дотримуватися під час експлуатації парку тракторів з метою збереження задовільного екологічного стану:

Миття та очищення тракторів і сільськогосподарських машин повинно проводитися у спеціально відведених місцях, обладнаних водовідстійниками та брудозбірниками.

Використання справних тракторів значно знижує забруднення атмосферного повітря.

Необхідно покращувати стан лісів та зелених насаджень.

Заправлення тракторів необхідно проводити на спеціально відведених майданчиках.

Під час експлуатації трактора повинні виконуватися такі основні екологічні вимоги:

- конструкція гідросистеми, системи охолодження та паливної системи трактора не повинна допускати витоку масла, палива й охолоджувальної рідини;

- випускна система трактора повинна виключати прорив газів та іскор із глушника;

- конструкція паливного бака трактора повинна унеможливлювати потрапляння палива на вузли й агрегати трактора;

- димність відпрацьованих газів двигуна трактора не повинна перевищувати норми.

6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАПРОПОНОВАНОЇ СИСТЕМИ

6.1 Розрахунок матеріальних збитків від виробничого травматизму

В даний час при наїзді тракторів щороку летально травмуються близько 12 працівників та отримують травми з інвалідним результатом близько 45 працівників. Взимку ці показники знижуються відповідно до 5 та 10, при цьому експлуатація тракторів знижується до 70%.

Щорічні матеріальні збитки від травматизму розраховується за формулою:

$$M_y = C(K_l \cdot N_l + K_i \cdot N_i + K_e \cdot N_e) \quad (6.1)$$

де $K_l=9,0125$; $K_i=5,12$; $K_e=2,231$ – коефіцієнт обліку тяжкості травмувань
 $C=8600$ грн. мінімальна заробітна плата;

N_l , N_i , N_e – кількість механізаторів, які отримали травми відповідно з летальним та інвалідним наслідками, та тимчасовою втратою працездатності.

Враховуючи, що результати наїзду працівники отримують здебільшого з летальним та з інвалідним наслідком травми, то збитки від травм з тимчасової втратою працездатності до розрахунків не включаємо.

$$M_y=8600(9,0125*10+5,12*5)=995235\text{грн.}$$

6.2 Капітальні вкладення

Для визначення капітальних вкладень на обладнання необхідно ціну придбання матеріалів збільшити на суму витрат на монтаж та налагодження, витрати на доставку.

Розрахунок ведуть за такою формулою:

$$K = \sum_1^i (C + M_n + T_c) \quad (5.2)$$

де, C – вартість придбання обладнання;

$M_n=0,2C$ - витрати на монтаж та налагодження;

$T_c = 0,15C$ - витрати на доставку.

Вартість придбання обладнання становила 24030грн. Вона була визначено із сумарної вартості обладнання.

$$K=17800+3560+2670=24030\text{грн.}$$

Витрати на утримання та експлуатацію машин та обладнання є комплексною статтею у собівартості.

5.3 Річний економічний ефект запропонованого проекту

Сумарні втрати становлять 1 годину 30 хвилин. При впровадженні проектного рішення напрацювання трактора збільшиться до 90 мото/годин в холодну пору року.

Додатковий дохід від наданих послуг за ціною 400 грн за 1 мото/година складе:

$$ДП = Q \cdot Ц \quad (5.3)$$

де Q - вироблення трактора;

$Ц$ - ціна за мото/годину,

$$ДП = 90 \cdot 400 = 36000 \text{ грн}$$

Річний економічний ефект від застосування установки на 20 тракторів визначаємо за формулою:

$$E_p = M_y + ДП \cdot 20 - З_г \quad (5.4)$$

де $ДП$ – додатковий дохід;

$З_г$ – витрати на виробництво.

$$E_p = 995235 + 36000 \cdot 20 - 356660 = 995575 \text{ грн.}$$

Витрати суспільства створення нового пристрою для тракторів окупляться не лише грошовим еквівалентом, а й здоров'ям механізаторів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті розглянуто питання підвищення продуктивності транспортно-технологічних агрегатів на базі трактора класу 5,0 при збиранні коренебульбоплодів за рахунок удосконалення системи керування гальмами.

У процесі виконання роботи було проведено аналіз різних типів гальмівних приводів, які застосовуються на сучасних тракторах, визначено їх конструктивні особливості, переваги та недоліки. Встановлено, що найбільш ефективним для тракторів даного класу є гідростатичний привід гальм, який забезпечує високу надійність, ефективність гальмування та зручність керування.

У роботі проведено аналіз існуючих конструкцій головних гальмівних циліндрів та виконано патентний пошук сучасних технічних рішень у сфері гальмівних систем транспортних засобів. На основі проведеного аналізу було обґрунтовано вибір модернізованої конструкції гальмівної системи трактора.

Виконано необхідні інженерні розрахунки гальмівної системи, визначено основні параметри гальмівного механізму та приводу, проведено перевірку ефективності гальмування за умовами зчеплення, питомого тиску, питомої роботи тертя та гальмівного шляху.

У результаті проведених розрахунків встановлено, що модернізована гальмівна система забезпечує необхідну гальмівну силу, підвищує ефективність і стабільність роботи транспортно-технологічного агрегату, покращує керуваність трактора та підвищує безпеку виконання транспортних робіт.

Запропоновані конструктивні рішення дозволяють знизити навантаження на елементи гальмівної системи, підвищити надійність її роботи та покращити експлуатаційні показники трактора під час роботи в складних умовах.

Отримані результати підтверджують доцільність використання модернізованої системи керування гальмами для тракторів класу 5,0 та можуть бути використані для подальшого вдосконалення транспортно-технологічних агрегатів у сільськогосподарському виробництві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Віденко М.К. Експлуатація машинно-тракторного парку – К.: Вища школа, 1993.
2. Каталог сільськогосподарської техніки : навч. Посібник / Л.М. Тіщенко, В.І. Мельник, С.О. Харченко та ін.; за ред. Л.М. Тіщенка та В.І. Мельника. – Х.: ХНТУСГ, 2015. – 450 с.
3. Методичні вказівки. Оцінка якості виконання технологічних операцій при вирощуванні провідних польових культур / О.І. Анікеєв, В.В. Качанов, А.Г. Чигрин та ін. – Харків, ХНТУСГ, 2003. – 75с.
4. Мазоренко Д.І. Інноваційні технології: Монографія / Д.І. Мазоренко, Г.Є. Мазнєв. Х.: ХНТУСГ, – 2007.– 385 с.
5. Анікеєв О.І. Методичні вказівки № 3, 4, 7 для виконання лабораторно-практичних робіт з дисципліни «Експлуатація машин та обладнання» / О.І. Анікеєв, О.А. Романащенко, К.Г. Сировицький // Х. ХНТУСГ, 2019. – 124 с.
6. Машиновикористання в землеробстві : навч. посібник / В.Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолос та ін.; за редакцією В.Ю. Ільченка і Ю.П. Нагірного. –К.: Урожай, 1996. – 338с.
7. Довідник з машиновикористання в землеробстві : навч. посібник / В.І. Пастухов, А.Г. Чигрин, П.А. Джолос та ін.; за редакцією В.І. Пастухова. – Харків: ООО «Веста», 2001. – 343с.
8. Трактори та автомобілі [Текст] : навч. посіб. Ч. 4. Робоче, додаткове і допоміжне обладнання / В. М. Антощенков [та ін.] ; за ред. А. Т. Лебедева, 2006. - 164 с.
9. Трактори та автомобілі [Текст] : навч. посіб. Ч. 3. Шасі / А. Т. Лебедев [та ін.] ; за ред. А. Т. Лебедева, 2004. - 336 с.
10. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К: Агроосвіта, 2014. – 665 с.

11. Експлуатація та сервіс техніки. Частина І. Трактори. Навчальний посібник. / С.О. Харченко, О.В. Адамчук, О.І. Анікєєв, К.Г. Сировицький, Є.А.Гаск, І.С. Тіщенко, Д.О. Харченко. За ред. С.О. Харченка. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 140 с.

12. Шуляк, Михайло Леонідович. Формування функціональної стабільності тракторів на транспортних роботах : автореф. дис. ... доктора техн. наук : 05.22.02 - автомобілі та трактори [Електронний ресурс] / Шуляк Михайло Леонідович ; М-во освіти і науки України, ХНАДУ. - Харків, 2017. - 40 с.

13. Калінін, Євген Іванович. Формування системних властивостей транспортно-технологічних агрегатів змінної маси : автореф. дис. ... доктора техн. наук : 05.22.20 - експлуатація та ремонт засобів транспорту [Електронний ресурс] / Калінін Євген Іванович; М-во освіти і науки України, ХНАДУ. - Харків, 2019. - 40 с.

14. Деталі машин [Текст] : підручник/ А. В. Міняйло, Л. М. Тіщенко, Д. І. Мазоренко [та ін.]. - К. : Агроосвіта, 2013. - 448 с. : іл. - Бібліогр.: с. 433-435. - ISBN 978-966-2007-28-2.

15. Розрахунки і проектування деталей машин. [Текст] : навч. посіб. [в 2-х ч.]. Ч. 2. Вали і опори / Б. З. Овчаров, А. В. Міняйло, Д. І. Мазоренко, Л. М. Тіщенко ; ХНТУСГ. - Х., 2008. - 316 с. : рис., табл. - ISBN 5-7763-0146-7. Додат.: с. 240-315.

16. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві// Затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542.

ДОДАТКИ