МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ПОЛІЩУК МАКСИМ ОЛЕГОВИЧ

УДК 631.3.02.632.01

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ БАГАТОРІЧНИХ ТРАВ З УДОСКОНАЛЕННЯМ МАШИНИ ДЛЯ ВАЛКУВАННЯ

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

Кваліфікаційна робота містить результати власних розробок. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ М. О. Поліщук

Керівник роботи
Заєць М. Л.
кандидат технічних наук, доцент

Житомир – 2024

АНОТАЦІЯ

Поліщук Максим Олегович. Розробка технологічного процесу збирання багаторічних трав з удосконаленням машини для валкування. – *Кваліфікаційна робота на правах рукопису.*

Кваліфікаційна робота на здобуття першого освітнього ступеня бакалавр зі спеціальності 208 Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

В каваліфікаційній роботі розглянуто питання розробки технологічного процесу збирання грубих стеблових кормів багаторічних трав, шляхом удосконалення машини для валкування маси.

Зроблено аналіз відомих конструкцій аналогічних машин різних виробників та визначено їхні недоліки та переваги.

Запропоновано модернізаційні заходи по покращенню якісних параметрів конструкції грабель-валкоутворювачів, що дасть змогу підвищити ефективність процесу збирання, за рахунок зниення встат листової частини матеріалу. Виконано обгрунтування удосконалення конструкційних параметрів машини та актуальність даної розробки. Наведено опис модернізованої машини та встановлено конструкційні параметри запропонованого огрегату.

Розроблено операційні показники роботи агрегату з модернізованою машиною, такі як продуктивність, тягово-швидкісні показники та робота машиною в загінці. Проведено розрахунок техніко-експлуатаційних параметрів роботи агрегату.

Зроблені висновки та дано пропозиції, щодо застосування даного типу машин у виробничих умовах.

***Ключові слова**: модернізація, валкоутворення маси, сушіння трав, втрати маси, агрегат, процес згрібання.*

ABSTRACT

Maksym Polishchuk. Development of the technological process of collecting perennial grasses with the improvement of the rolling machine. - *Qualification work on manuscript rights.*

Qualification work for obtaining the first bachelor's degree in the specialty 208 Agricultural engineering. – Polissia National University, Zhytomyr, 2024.

In the qualification work, the issue of developing a technological process for collecting coarse stem fodder of perennial grasses, by improving the machine for rolling the mass, was considered.

An analysis of known designs of similar machines from different manufacturers was made and their disadvantages and advantages were determined.

Modernization measures are proposed to improve the quality parameters of the design of rake-rollers, which will make it possible to increase the efficiency of the harvesting process, due to the removal of the sheet part of the material. The substantiation of the improvement of the design parameters of the machine and the relevance of this development have been carried out.

The description of the modernized machine is given and the design parameters of the proposed unit are established. Operational indicators of the operation of the unit with the modernized machine were developed, such as productivity, traction-speed indicators and the operation of the machine in a pack. The technical and operational parameters of the unit were calculated.

Conclusions were made and suggestions were given regarding the use of this type of machine in production conditions.

Key words*: modernization, rolling of mass, drying of herbs, loss of mass, unit, raking process.*

ЗМІСТ

ВСТУП……5

1. ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ МАШИН ДЛЯ ВАЛКУВАННЯ ТА ЗБИРАННЯ ТРАВ

1.1. Огляд контруктивних особливостей машин.....7

Висновки до розділу 1.....12

2. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА РОБОТИ

2.1. Обґрунтування необхідності удосконалення конструкції існуючої машини...13

2.2. Опис удосконаленої машини.....13

2.3. Визначення основних конструктивних параметрів робочих органів.....20

Висновки до розділу 2. 23

3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ ВАЛКОУТВОРЕННЯ З ВИРОЩУВАННЯ ЛЮЦЕРНИ НА СІНО

3.1.Розрахунок складу машино-тракторного агрегату аналітичним методом 25

Висновки до розділу 3.....32

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ……...33

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ…….....34

ДОДАТКИ.....35

ВСТУП

Розрока операційних процесів заготві стеблових кормів досить складною технологічною задачею, оскільки збирання повязане із дотриманням багатьох агро та зоотехнічних вимог до машин та агрегатів, а також обмежень при механічному контакті робочих органів із крихким матеріалом, яким є сіно чи сінаж бобових трав.[1]

Процес збирання трав за цією технологією складається з кількох послідовно виконуваних операцій: траву скошують, перевертають, згрібають у валки, де вона висихає; валки, якщо потрібно, перевертають для більш рівномірного висушування; одержане сіно валкують, з послідуючим пресуванням чи скиртуванням, що повязано із навантаженням та розвантженням, що призводить до втрат цінної листової кормової частини трав.

Часто, якщо в період збирання стоїть суха сонячна погода, скошену траву відразу ж згрібають у валки, щоб вона не пересохла. В останні роки набуває поширення плющення трав одночасно із скошуванням — сплющені стебла швидше висихають, завдяки чому трава висихає рівномірніше, а втрати листя та суцвіть, що не встигають пересохнути, набагато зменшуються.[2]

В останні роки сіно пресують у тюки, за цією технологією його підбирають з валка і одночасно пресують прес-підбирачами; тюки сіна транспортують до місць зберігання і скиртують. Пресоване сіно значно легше скиртувати і забирати скирти для згодовування тваринам.[2]. Тому тема роботи є досить актуальною.

Метою роботи є розробка ефекттвного операційного процесу валкування сіна, шляхом модернізація валкоутворювача, що підвищує якість процесу заготівлі і зберігання кормів.

Для досягнення даної мети, потрібно виконати слідуючі задачі:

- провести аналіз конструкцій даного типу машин;
- виконати удосконалення параметрів робочих органів запропонованої машини;

- визначити конструкційні параметри робочих органів машини валкоутворювача;

- виконати проектування операційної технології згрібання у валки.

Об'єкт удосконалення - операційна технологія згрібання у валки стеблолистової маси кормів.

Предметом обґрунтування є – взаємозв'язок параметрів модернізації та експлуатаційних показників роботи машини.

Методи використані при виконані. Розрахунки проводились із використанням механіко-технологічного та математичного моделювання, із застосуванням теорії сільськогосподарських машин і механізмів та методи їх розрахунку.

Перелік публікацій автора за темою роботи:

1. Поліщук М. О. Модернізація машини відцентрового валкоутворювача стеблових кормів / М. О. Поліщук, М. Л. Заєць// Зб. тез доп. наук.-практ. конф. І-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. 20 березня 2024 р. Житомир: Поліський національний університет, 2024. С. 8-12.
2. Поліщук М. О. Аналіз досліджень процесу витирання вороху люцерни та обґрунтування вибору робочого органу / М. О. Поліщук, М. Л. Заєць //Зб. Тез *X Всеукраїнської науково-практичної конференції* «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь» 18 квітня 2024 р. Житомир: ЖАТК, 2024. С.78-81.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 21 найменування. Загальний обсяг роботи становить 35 сторінок комп’ютерного тексту, 6 рисунків та 3 таблиці.

1.ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ МАШИН ДЛЯ ВАЛКУВАННЯ ТА ЗБИРАННЯ ТРАВ

1.2. Огляд контруктивних особливостей машин

Бажання підвищити продуктивність, якість виконання технологічного процесу, зменшити витрати металу, покращити надійність, уніфікувати та врахувати природні – кліматичні умови призвело до створення значної кількості машин для переміщення, збирання та обертання скошених трав, які відрізняються за призначенням, конструкційними особливостями робочих органів, способом з'єднання та принципом формування валка, а також іншими відмінностями. За призначенням машини для переміщення, збирання та обертання трав можна поділити на слідуючі типи: розкидальні, валкоперевертачі, граблі поперечні, граблі-валкоутворювачі. Розкидальний тип це машини роторного типу, які застосовуються для розкидання та переміщення маси у валках скошених трав. Робочими органами розкидачів є ротори, які виконані на основі дисків з граблинами, на переферії яких встановлені пружинні пальці. Зазвичай, розкидачі мають парну кількість роторів, кожен з яких опирається на ходове колесо. Пара роторів обертаються протилежно один одному. Привод здійснюється від валу відбору потужності трактора, зарахунок конічного редуктора, під час роботи ротори обертаються протилежному напрямку відносно один одного. Пальці грабельних роторів захоплюють стебла, які розташовані перед ними і розкидають їх позаду машини. Технічні характеристики відомих розкидачів подані в табл. 1.1. Перевертачі-валкоутворювачі призначені для перевертання та здвоєння валків скошених трав. За принципом роботи і технологічного процесу дані машини бувають: ротаційні, шнекові, вентиляторні. Перевертачі шнекового типу застосовуються із самохідними косарками-плющилками типу КПС-5Г, КПС-5Б, Е-302. Мають наступний скад: рама, пальцевий підбирач, шнек- перевертач-валкоутворювач і механізм приводу робочих органів. [9,16,19,20.]

Під час руху косарки вздовж валка, підбирач підніма стебла і подає їх на шнек, який переміщує їх до валкоутворювача. Під час перевертання, стебла трав перевертаються і розподіляються. [9,16,19,20.]

Таблиця 1.1

Технічні параметри роторних валкоутворювачів

Назва виробника	Марка	Ширина захвату, м	W, га/год.	Маса, кг	К-сть роторів
“машбуд ”	ВРМ-Ф-7,5	7,5	9	750	6
“Kuhn” Франція	ВРН-4,2	4,2	4,2	420	2
	GF-440R	3,7	3,6	285	4
Німеччина	GF-5000T	5,0	5,0	410	4
“Deutz Fahr”	GF-7000T	6,9	6,5	620	6
	КН 2.36	3,6	–	275	4
	КН 2.44	4,4	–	370	4
Німеччина	КН 2.76	7,6	–	566	6
“Niemever”	HR 301	3,0	–	195	2
	HR 441	4,4	–	332	4
	HR 771	7,7	–	592	6

Дані машини відзначаються низькою продуктивністю, найбільшою в порівнянні з валкоутворювачами або граблями-ворушилками, а також високою металоємкістю та підвищеними втратами найціннішої частини трави - листя. Робочим органом ротаційних органів є встановлений вентилятор високого тиску, який приводиться в дію від вала відбору потужності трактора. Обертання валків відбувається за допомогою потоку повітря, створеного вентилятором під час руху агрегату вздовж валка, який піднімає його та перевертає. Однак, недоліками цих машин є великі затрати потуності на перевертання та висока ймовірність потрапляння грунтудо маси кормів. Ротори обертачі валків складаються з остова, до якого встановлений ротор з вертикальною віссю обертання. Ротор має циліндричну форму, рама якого виготовлена із профілю, а захисні щитки з металу листової форми. В ниній частині циліндра ротора встановлений еластичний конусний робочий елемент.[9,16,19,20.]

Ширина захвату граблів барабанного типу може становити від 1,5 до 3,2 ме. Однак, процес їх роботи супроводжується значними механічними втратами матервалу. Дослідженнями встановлено, що втрати сухої речовини від оббивання складають 9,8% для колісно-пальцевих машин, 11,5% для барабанних та 7,8% для ротаційних. [19]

Колісно-пальцеві граблі-валкоутворювачі складаються з коліс, які розташовані під кутом у напрямку руху. Ці машини можуть мати привід коліс від контакту з поверхнею поля або привод від ВВП трактора. [11]

Машини з приводом коліс від контакту з ґрунтом є простими за конструкцією, добре копіюють рельєф ґрунту та мають невелику металоємкість. Проте вони мають свої недоліки, такі як утворення скручень стебл та нерівномірність за масою валків, що призводить до нерівномірного сушіння трави. Крім того, трава може забруднюватись ґрунтом, що знижує якість корму. [17]

Ротаційний робочий орган складається з рами, до якої прикріплений ротор з віссю обертання розташованою вертикально. Процес перевертання стебл відбувається таким чином: під час приводу ротора, гнучкий робочий орган ральцями потрапляє під валок скошених стебл і переміщує масу на бічну поверхню ротора, який зміщує її з обертанням. Ця конструкція дозволяє бережно переміщувати траву та зменшити втрати листової частини сухої маси рослин. [19]

Поперечні граблі використовуються для згрібання маси, грабельним робочим органом, що має наступну будову: стальні пружні пальці, які встановлені за допомогою тримачів до бруса рами. Рухаючись пружинні пальці утворюють валок травяної маси, який створюються шляхом періодичного переведення пальців з робочого в транспортне положення. Транспортування маси трави відбуваться паралельно напрямку руху машини, а сформований валок розміщується перпендикулярно до траєкторії його руху, що пояснює назву "поперечні" граблі. [17]

Ці граблі використовуються для збирання трави низької урожайності і післязбирального прибирання площ. Однією з переваг поперечних грабель є їх здатність формувати валки масою близько 4 кг/м погонний, при різній врожайності культури.

Робочим механізмом конвеєрних граблів-ворушилок є дві ланцюгові або клинопасові системи з шарнірно закріпленими зубами. Спеціальний механізм забезпечує правильне розташування зубів відносно поверхні поля під час горизонтального переміщення та швидке вивільнення їх від трав'яної маси під час проходження через приводні механізми. Ці машини призначені для рухання, збирання, обертання та розкидання скошених трав. Вони приводяться в рух за допомогою тракторного вала. Конвеєрні граблі-ворушилки, як правило, мають обмежену ширину захвату. Це пов'язано з тим, що їх грабельний механізм не ефективно копіює поверхню поля при збільшенні ширини захвату. Намагання створити широкозахватну машину СШ-6,5, яка б задовільно копіювала поверхню поля, призвело до значного збільшення ваги і складності машини. [16]

Таблиця 1.2

Показники конвеєрного типу валкоутворювачів

Виробник	Марка	Ширина захвату, м	Потужність на привод, кВт	Маса, кг	Пр-ність, га/год.
Україна	СШ-6,5	6,5	11,0	1080	3,6
“Фогель Нот”	СШ-2,7	2,7	5,0	350	1,7
	Maxiblitz	3,5-4,0	13,0	286	–
“Лаверда”	F-58	2,1	7,5	220	–
“Цвегерс”	PZ-2000	1,9	9,0	190	–
	PZ-24000	2,4	11,0	230	–

Ротаційні граблі-ворушилки, що з'явилися на ринку у початковій декаді 70-х років, стали швидко популярними та майже повністю замінили колісно-пальцеві, барабанні та конвеєрні граблі-ворушилки. Ці ротаційні граблі-ворушилки можуть мати керовані пружинні зуби (грабли) або відцентрові граблі. [20]

Варіант з керованими граблями має наступну конструкцію: рама, з одним або двома роторами. Ротаційний робочий орган – форми диску, що приводиться в

дію на вертикальній вісі обертання, та рухається на власних рушіях. На диску радіально встановлено від 8 до 11 стержнів з пружинними пальцями. Вихідний кінець стерня рухається ексцентриковими кулачками по направляючій для стрежнів. [11]

Під час обертання ротора кулачковий механізм повертає стрижні таким чином, що пружинні пальці можуть займати вертикальне чи горизонтальне положення. У першому вертикальному положенні відбувається процес згрібання, а в горизонтальному – валкоутворення. [18,19].

Ці машини призначені для збирання висушених трав у валки з одночасним обертанням. Деякі з них також можуть рухати траву, як, наприклад, граблі ГВР-6.

Ротори грабель-ворушилок з відцентровими робочими органами мають форму коліс, на яких у вертикальному положенні закріплені пружинні зуби. Під час роботи вони виводяться в похиле положення завдяки відцентровій силі обертання ротора. Тому ці граблі отримали назву "ворушилки з відцентровими робочими органами". У порівнянні з іншими видами грабель-ворушилок, конструкція цих машин є найпростішою, а їх металоємкість найнижча. Наприклад, питома металоємкість для цього типу грабель-ворушилок становить від 86 до 127 кг на метр ширини захвату. Це значно менше, ніж у колісно-пальцевих граблях-ворушилках (140-620 кг/м), барабанних (100-250 кг/м) та конвеєрних (100-160 кг/м). [11,17,18,19]

Таблиця 1.3

Технічні показники машин з відцентровороторними робочими органами[11]

Виробник	Марка	Ширина, м	Маса, кг	Прод-сть, га/год.	Кількість	
					Роторів	Пальців на роторі
Україна	ВЦН-Ф-3	3,3	420	2,6-3,3	2	–
Фінляндія - “Tehtaat”	КР-722	7,2	620	8,6	4	8
	КР-420	4,6	470	5,0	2	12
	RH-420	4,8	490	5,0	2	12

Висновки до розділу 1. Після аналізу конструкцій та показників їх роботи можна зробити наступні висновоки, що найбільш ефективними є ротаційні граблі-валкоутворювачі з відцентровими робочими органами. Проте, використання їх для прискорення сушіння маси може призвести до значних механічних втрат, особливо при обробці бобових культур з вологістю менше 50%. Таким чином, оптимізація процесу роботи таких машин з метою зменшення механічних втрат стає важливим технічним завданням.

Граблі-ворушилки з відцентровими робочими органами забезпечують якісне виконання технологічного процесу на всіх стадіях. Під час ворушіння вони рівномірно розпушують траву, а при збиранні утворюють однорідні за масою валки. Це сприяє покращенню якості кормів і раціональному використанню машин на наступних етапах обробітку.

2. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА РОБОТИ

2.1. Обґрунтування необхідності удосконалення конструкції існуючої машини

Найдоцільніше згодовувати тваринам корми в свіжому вигляді. Проте рослинні корми можуть бути використані свіжими лише в літній період (частково у весняний і осінній). Для забезпечення тварин рослинними кормами взимку їх консервують.

За ступенем збереження поживних речовин спосіб хімічного консервування має друге місце після штучного сушіння трав. При різних способах консервування, втрати сухих речовин становлять: штучне висушування – 5-7%, хімічне консервуванні -10-13%, силосуванні — 25-30%.[3]

Аналізуючи викладену інформацію ми бачимо, що даний процес - обробка сінна консервантами, є дуже незручним і трудомістким. Через те, що існує необхідність застосування спеціального складного обладнання. В даній курсовій роботі, я буду намагатися зробити цей процес менш складним і дорогим. Щоб це здійснити, необхідно досягти якнайменшого використання механічних і трудових ресурсів. Даної мети можна досягти здійснивши обробку скошеної трави консервантами в процесі ворушіння її на полі. Для цього я пропоную удосконалити ворушилку валкоутворювач ВЦН-Ф-3 так, щоб при виконанні перевертання люцерни, одночасно обробляти її хімічними або біологічними рідкими консервантами, що дасть змогу покращити зберігання сіна саме на відкритому просторі і зменшити затрати праці і кошти на обробку.

2.2. Опис удосконаленої машини

Метою вдосконалення ворушилки є розширення технологічних можливостей сіноворушіння і підвищення якості корму, що заготовлюється шляхом внесення хімічних препаратів при ворушінні. Сіноворушилка має ротор 2, на ободі якого шарнірно закріплені поворотні в осьовій площині ротора кронштейни 6 з прикріпленими до них робочих органів. Удосконаленим в

ворушилці є те, що ротор має ємкість для хімічних препаратів, пружинні зуби виконані пустотілими, а їх кінці перфоровані і з'єднані гнучкими трубопроводами з ємкістю. З метою зменшення забруднення навколишнього середовища і дозованого внесення хімічного препарату в оброблюваний матеріал, кожен робочий орган забезпечений запірно-регулюючим пристроєм, що виконаний у вигляді підпружиненого клапана, що взаємодіє з упором додаткового шарніра кронштейна кріплення робочого органа. З метою переміщення рідини в ємкості вона виконана у вигляді усіченого конуса і установлена на ободі співвісно з віссю ротора.

Суттєвим фактором, що впливає на величину втрат поживних речовин при заготівлі сіна є тривалість перебування скошеної рослинної маси в полі в процесі її прив'ялення до потрібної по технології вологості. Прискореному висушуванню скошеної рослинної сировини сприяє ворушіння прокосів та обертання валів. Однак кожне наступне ворушіння призводить до втрат урожаю за рахунок обламування листів з суцвіть, найбільш цінних в поживному відношенні частин рослин.

Недоліком сіноворушилки ВЦН-Ф-3 є те, що вона не може бути використана для обробки скошених рослин з одночасним внесенням в оброблювану масу хімічних препаратів, що прискорюють процес сушіння. Це знижує технологічні можливості пристрою.

Метою мого пристосування є підвищення якості кормів, що заготовлюється шляхом внесення хімічних препаратів при ворушінні. Це сприяє прискоренню процесу сушіння і зменшенню втрат урожаю.

Поставлена мета досягається тим, що у відомій конструкції сіноворушилки, що має ротор, на ободі якого шарнірно закріплені поворотні кронштейни із закріпленими на них пружинними, відповідно модернізації сіноворушилка оснащена ємністю, пружинні зуби виконані пустотілими, а їх кінці перфоровані,

при цьому кожна пара зубів з'єднана з ємністю і оснащена запірно-регулювальним пристроєм з упором, який встановлений на кронштейні.

Сіноворушилка має раму 1 (рис. 2.1), на якому встановлений по крайній мірі один ротор 2, що обертається навколо вісі 3, нижній кінець якого опирається на колесо 4, а верхній прикріплений до рами 1. Частина ротора, що обертається виконана у вигляді колеса і складається із ступеці 5, до якої приварені трубчасті хрестовини 6, а до них в свою чергу приєднаний обід 7. До внутрішньої сторони хрестовини 6 прикріплена виконана у вигляді усіченого пустотілого конуса порожнина 8, що включає рідкий хімічний препарат 9, яка з'єднана через запірно-регулюючий пристрій 10 (рис. 2.2) за допомогою гнучких трубопроводів 11 і 12 з каналами 13 пружинних зубів 14, утворених двома направленими назовні кінцями стальної пружинної товстостінної труби малого діаметра, яка від своєї центральної частини повита у взаємно направлених напрямках. Зовнішні кінці пружинних зубів 14 зі сторони, що дотикається до матеріалу, який згрібається, мають отвори перфорації 15.

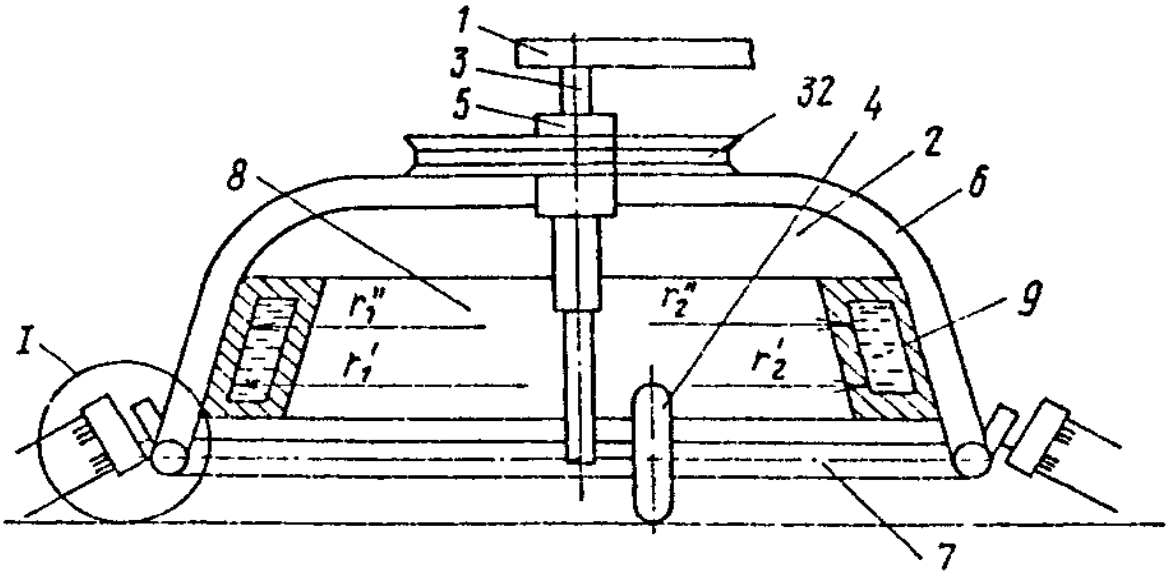

Рис. 2.1 Ротор сіноворушилки.

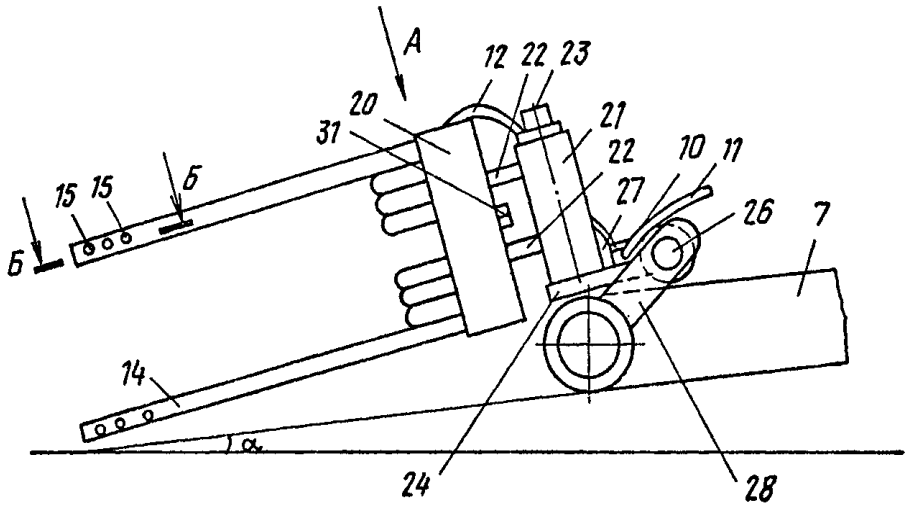

Рис. 2.2 Вузол пружинних пальців

Запірно-регулюючий пристрій 10 представляє собою корпус 16, в якому розташовані пружини 17, клапан 18 і сідло клапана 19. До корпусу 16 за допомогою штуцерів прикріплені трубопроводи 11 і 12.

Пружинні зуби 14 встановлені на ободі 7 за допомогою кронштейна, який має тримач 20 і втулку 21, що з’єднані між собою пластинами 22 , палець 23, закріплений на основі 24, привареної до втулки 25 і палець 26.

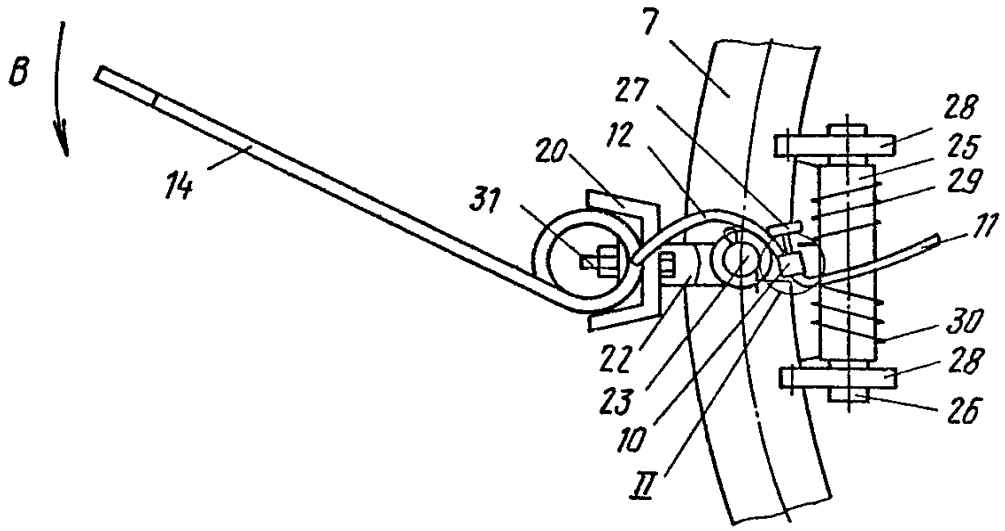

Рис. 2.3. Вигляд вузла пружинних пальців зверху

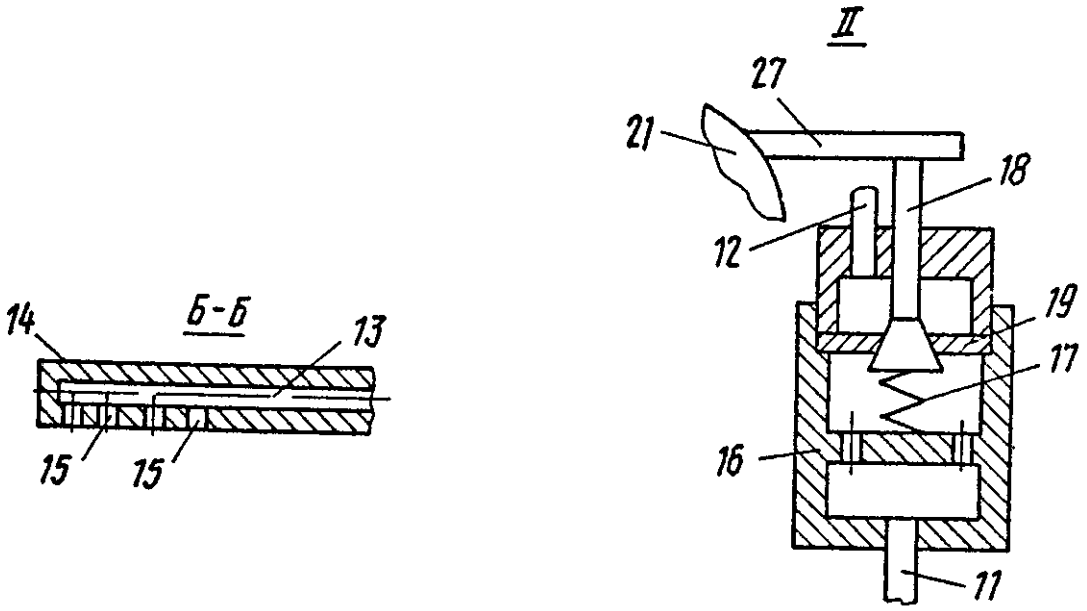

Рис. 2.4 Розріз пружинного пальця і запірно-регулювальний пристрій

До втулки 21 прикріплений упор 27, який взаємодіє з клапаном 18 запірно-регулювального пристрою 10, прикріпленого до основи 24.

Втулка 21 встановлена на пальці 23 з можливістю обертатися навколо вісі останнього і утворює додатковий шарнір кронштейна кріплення пружинних зубів 14 до обода 7, що дозволяє пружинним зубам 14 повертатися в радіальній площині обода від дії на них оброблюваної рослинної сировини.

Кінці пальця 26 утримуються в двох тримачах 28, приварених до внутрішньої сторони обода 7. Втулка 25 і палець 26 утворюють основний шарнір кронштейна кріплення пружинних зубів 14, дякуючи якому під дією торсійних пружин 29 і 30 кронштейн з прикріпленими до нього пружинними зубами 14 при нерухомому стані ротора 2 повертаються вверх в осьовій площині ротора. Вказане усуває задівання зубів за землю або зустрічні перепони, розташовані на землі, при агрегатуванні сіноворушилки по полю з ротором, що не обертається.

Пружинні зуби 14 прикріплені в своїй середній частині болтом 31 до тримача 20. Для придання ротору 2 обертального руху навколо осі 3 до трубчастим хрестовин 6 співвісно з віссю обертання ротора прикріплений шків 32.

Сінозворушувач-валкоутворювач працює наступним чином. При роботі сіноворушилка трохи похилена вперед в напрямку руху так, щоб обод 7 з поверхнею поля утворює гострий кут α, при цьому ротор2 обертається від шківа 32 навколо осі 3. Під дією відцентрових сил пружинні зуби 14 сумісно з кронштейном їх кріплення переборюють зусилля торсійних пружин 29 і 30 і повертається навколо пальця 26 в робоче положення.

Обертаючись у напрямку, вказаною стрілкою В, грабельні зуби 14 захватують лежачий поперед ротора 2 (по ходу руху) сіно і переміщують його в напрямку обертання ротора. Рідкий хімічний препарат 9, що знаходиться в порожнині, що обертається 8, в результаті дії на нього поля відцентрових сил буде сприймати тиск:[19]

$$P := \rho_{ж} \cdot \frac{\pi^2 \cdot n^2}{1800} \cdot \left(r1^2 - r2^2\right)$$

де : *P - тиск в рідині, Н/м*^{2} ;

$\rho_{ж}$ - *густина ріди, кг/м*^{3}*;*

n - исло обертів ротора, об/хв;

r1 і r2 - радіус ємкості, м.

Так, як ємкість 8, виконана у вигляді пустотілого усіченого конуса, то

r1 - r2 = const по висоті ємкості, а складова приведеної формули $\left(r1^2 - r2^2\right)$ є змінною по висоті ємкості. Причому різниця квадратів радіусів в нижній частині ємкості більша вказаної величини, чим в верхній частині.

Відповідно, тиск в рідині, що знаходиться в нижній частині ємкості, буде більше тиску в верхній частині, що призводить до циркуляції рідини по висоті ємкості, а відповідно до її переміщення. Вказане запобігає розшаруванню розчину

у випадку використання, для обробки скошених рослин хімічними препаратами, що погано розчиняються або ті, що випадають в осадок, а також дозволяє використовувати сухі хімічні препарати без попереднього приготування розчинів.

Таким чином розчин хімічного препарату по трубопроводу 11 під надлишковим тиском всередину запірно-регулюючого пристрою 10.

Так як кронштейн кріплення пружинних зубів14 має додатковий шарнір, що складається із втулки 21, ротаційно встановленої на пальці 23, то під дією зусилля, що виникає в результаті переміщення з матеріалу по стерні, пружинні зуби 14 почнуть провертатися навколо пальця 23. При цьому упор 27 надавить на клапан 18. Останній, стискаючи пружину 17, відійде від сідла 19. Розчин препарату через зазор між клапаном 18 і сідлом 19 по трубопроводу 12 подається в канал 13 порожнистих пружинних пальців 14, а з нього через отвори 15 – в згрібаєму рослинницьку сировину. Указане забезпечує одночасно зі згрібанням або ворушінням внесення в оброблювану масу хімічних препаратів.

Додатковий шарнір кріплення пружинних зубів 14, дозволяє при згрібанні або ворушінні нерівномірно укладених прокосів, що мають змінну потужність (вагу рослин, що припадають на одиницю площі) дозовано вносити в оброблювану масу хімічний препарат. Наприклад, при зустрічі пружинних зубів 14 з більш потужним прокосом (валком) вони провернуться навколо пальця23 на більший кут, чим при зустрічі з менш потужним прокосом. При цьому упор 27 з більшим зусиллям натисне на клапан 18, що збільшить зазор між клапаном18 і сідлом 19, а відповідно, забезпечить відповідну подачу хімічного препарату в оброблювану сировину.

Після покращення контакту пружинних зубів 14 зі матеріалом клапан 18 під дією пружини 17 притискається до сідла 19, припиняючи при цьому подачу препарату.

Застосування даного пристрою у порівнянні з відомим дозволяє одночасно з механічним обробітком скошених трав (згрібання і ворушіння покосів, обертання

валків) вносити в масу, що обробляється хімічні препарати , що сприяють зменшенню втрат врожаю і прискорює процес сушіння скошених рослин.

2.3. Визначення основних конструктивних параметрів робочих органів

Основне призначення граблів-ворушилки ВЦН-Ф-3 – згрібання з прокосів у валки вологістю 50…55%. За прийнятої стандартної врожайності бобових трав по вологій масі становить від 180 до 250 ц/га, а вологість становить – 75..80 %. Мінімальна висота стеблестою приймемо 20 см, а висота прокосу трав перед початком валкування теж становить 20 см.[10]

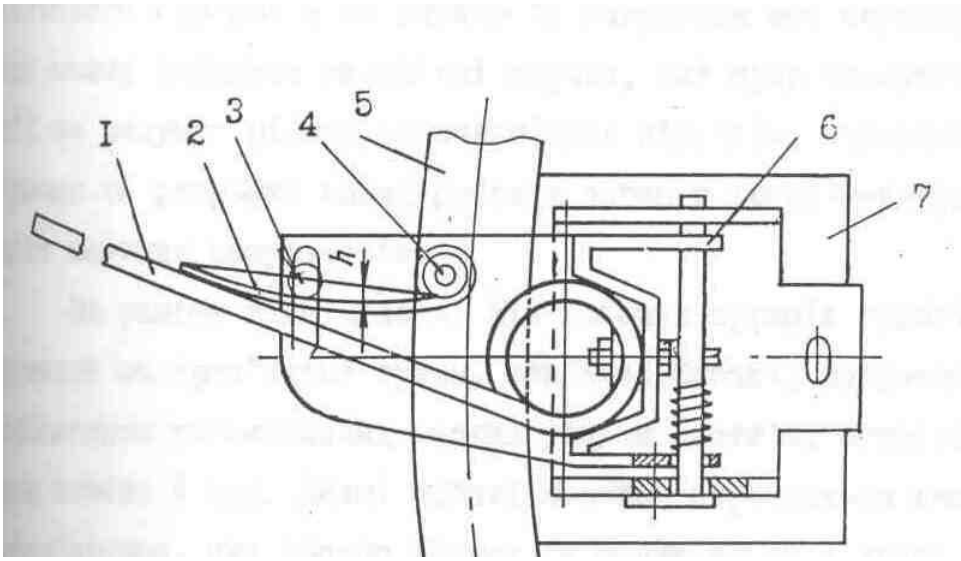

Рис. 2.5. Схема удосконалення робочих органів ротаційних граблів - валкоутворювачів ВЦН-Ф-3

1-пружинні зуби; 2-вітровий щит; 3-упор; 4-шарнір; 5-обід ротора; 6-поворотня обойма; 7-кронштейн

Розрахуємо гранично допустиму величину кута нахилу пальців граблин до горизонту в нижньому положенні відносно горизонтальної площини (рис. 2.6.), по залежності: [20]

$$\varphi_r = \arcsin(d / l_{\min}), \tag{2.1}$$

де l_{min} *– мінімально допустима довжина стебел рослин, при якій машина може працювати, м.;*

d *– розвал граблинних пальців ротора, м.*

Рекомендовано виробниками машин обирати в діапазоні 10...15 см., приймаємо $d = 0{,}12 м$.

тоді

$$\varphi_r = \arcsin(0.12/0.2) = 37^o$$

Кут нахилу встановлення пальців ротора має станоити значення більше або відповідати гранично допустимому, в нашому випадку $\varphi = 40^o$.

Конструкційну ширину захвату граблини встановимо за формулою: [20]

$$b = d / \sin\varphi, \tag{2.2}$$

$$b = 0{,}12 / \sin 40^o = 0{,}187 \text{ м.}$$

Визначимо довжину внутрішнього і зовнішнього пальця граблин ротора із залежності: [19]

$$l \geq h \cdot l_{min} / d, \tag{2.3}$$

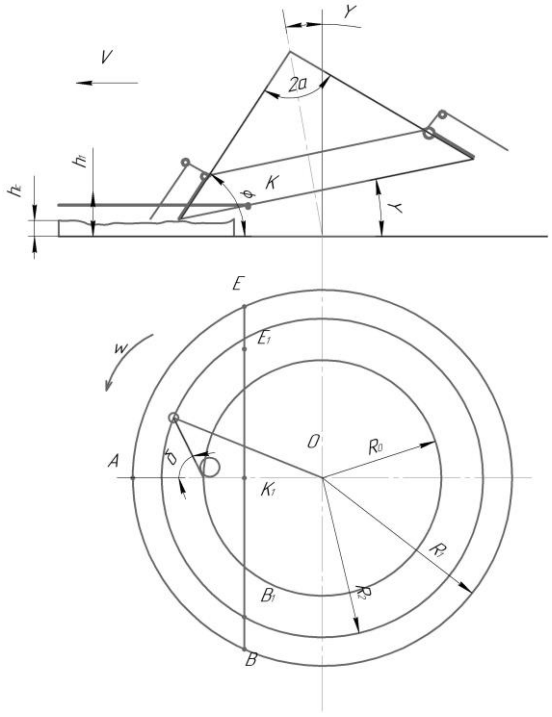

Рис. 2.6. Схема до визначення основних параметрів робочого органу

$$l_1 \geq l_{min}\left[h/d + \sqrt{1-(d/l_{min})^2}\right], \qquad (2.4)$$

де l_{min} *– мінімальна довжина скошених рослин, для валкування яких призначена машина, м.;*

d *– розкриття пальців ротора, м.;*

h *– допустимий зазор встановлення обода ротора до поверхні поля*

$h = 0{,}06...0{,}15$ *м [19]. Приймемо* $h = 0{,}08$ *м.*

$$l \geq \frac{0{,}08 \cdot 0{,}2}{0{,}12} \geq 0{,}133 \text{ м.}$$

$$l_1 \geq 0{,}2 \cdot \left[\frac{0{,}08}{0{,}12} + \sqrt{1-\left(\frac{0{,}12}{0{,}2}\right)^2}\right] \geq 0{,}293 \text{ м.}$$

Приймаємо $l = 0{,}135$ м, а $l_1 = 0{,}295$ м.

Діаметр ротора обрахуємо по формулі: *[19]*

$$R = \sqrt{l_1^2 \cdot \cos^2(\varphi - \psi) + R_0^2 + 2 \cdot R_0 \cdot l_1 \cdot \cos(\varphi - \psi) \cdot \cos\delta}, \qquad (2.5)$$

де δ *– кут нахилу пальців до радіального положення ротора*

$\delta = 60^o$*;*

ψ *– кут нахилу осі ротора відносно вертикалі. Приймають в діапазоні* $\psi = 5...7^o$*, приймаємо* $\psi = 7^o$*; [19]*

l_1 *– конструкційна довжина верхнього пальця ротора, м.;*

R_0 *– радіус обода кріплення нижнього пальця ротора, м.* $R_0 = 1{,}1$ *м.*

Тоді отримаємо

$$R = \sqrt{0{,}295^2 \cdot \cos^2(40^\circ - 7^\circ) + 1{,}1^2 + 2 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}295 \cdot \cos(40^\circ - 7^\circ) \cdot \cos 60^\circ} = 1{,}24 \text{ м.}$$

Визначимо конструкційну ширину захвату машини по формулі: *[19]*

$$B = 2 \cdot \sqrt{2 \cdot R \cdot h_1 / \sin\psi - h_1^2 / \sin^2\psi}, \qquad (2.6)$$

звідки

$$B = 2 \cdot \sqrt{2 \cdot 1{,}24 \cdot 0{,}08 / \sin 7 - 0{,}08^2 / \sin^2 7} = 2{,}35 м.$$

Розрахуємо робочу ширину захвату за залежністю: *[19]*

$$B_{\phi} = (0{,}18...0{,}24) + B$$

отримали

$$B_{\phi} = 0{,}2 + 2{,}35 = 2{,}55 \text{ м.}$$

Визначимо кількість граблин, які необхідно розмістити на роторі згідно формули: *[20]*

$$2 \cdot \pi \cdot \lambda / z = d / R \cdot \sin \alpha \,, \qquad (2.7)$$

де λ *– кінематичний показник режиму роботи машини, що залежить від вологості маси , приймемо* $\lambda = 0{,}3$ *;*

R – *радіус обода ротора, м.;*

d – *розкриття пальців граблин ротора, м.;*

φ – *допустима величина кута нахилу пальців до горизонталі поля.*

звідки

$$\frac{2 \cdot 0{,}3 \cdot \pi}{n} = \frac{0{,}12}{1{,}24 \cdot \sin 40^{\circ}}$$

$$z = \frac{2 \cdot 0{,}3 \cdot \pi \cdot 1{,}24 \cdot \sin 40^{\circ}}{0{,}12} = 12{,}48.$$

Отримане значення кількості граблин приймаємо парним числом, для стійкої роботи ротора під навантаженням. Підставивши дані, отримали n = 14.

Висновки до розділу 2. Обгрунтовано конструкційно- технологічні параметри роботи модернізовано машини валкоутворювача, описано будову та принцип її роботи після удосконалення та вказано особливості налаштування, що встановлені розрахунковим способом.

Отримано гранично допустиму величину кута нахилу пальців граблин до горизонту в нижньому положенні відносно горизонтальної площини $\varphi_r = 37$

Кут нахилу встановлення пальців ротора має станоити значення більше або відповідати гранично допустимому, в нашому випадку $\varphi = 40^{\circ}$. Визначено конструкційну ширину захвату граблини $b = 0{,}18 м$.

Встановлено довжину пальців граблин ротора, що становить $l = 0{,}135$ м, а $l_1 = 0{,}295$ м. Отримано значення діаметра ротора $R = 1{,}24$ м. та робочу ширину захвату машини $B_\phi = 2{,}55$ м.Отримане значення кількості граблин для стійкої роботи ротора під навантаженням n = 14.

3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ ВОРУШІННЯ З ВИРОЩУВАННЯ ЛЮЦЕРНИ НА СІНО

3.1.Розрахунок складу машино-тракторного агрегату аналітичним методом

1. Вибираємо з таблиці 3.2 [5] діапазон агротехнічною допустимих швидкостей для операції ворушіння V_p = 6...10 км/год. Ця швидкість відповідає 3-й і 4-й передачі: V_{p3}= 7.24 км/год, V_{p4}= 8.9 км/год [15,21].

Визначаємо питомий тяговий опір сільськогосподарської машини для двох вибраних передач за формулою :

$$k_м = k_o \cdot [\, 1 + П \cdot (V_p - V_o) \,] \ кН/м^2 \qquad (3.1)$$

де k_o - питомий тяговий опір агрегату на швидкості руху V = 5 км/год згідно табл. 3.3 [1,5] k_o = 0,5...0,9 кН/м. Приймаємо k_o = 0,5 кН/м ;

V_p - робоча швидкість агрегату км/год;

V_o - швидкість на початку руху, V_o = 5 км/год;

П - зростання питомого опору машини при розгоні на 1 км/год табл. 3.4 [5] П = 1...3 %. Приймаємо П = 1%

Отже питомий тяговий опір при 3-й передачі:

$$k_{м3} = 0.5[\, 1 + 0.01(7.24 - 5) \,] = 0.5 \ кН/м^2$$

питомий тяговий опір при 4-й передачі:

$$k_{м4} = 0.5[\, 1 + 0.01(8.9 - 5\ ) \,] = 0.3 \ кН/м^2$$

Визначио максимальну ширину захвату по формулі [4]:

$$B_{max} = \frac{Р_{гак}}{k_м + g_м\left(\lambda \cdot f_{тр} + \frac{i}{100}\right)} \ м \qquad (3.2)$$

де $Р_{гак}$ - *сила опору робочої машини, кН;*

$g_м$ - *питома вага машини, на 1 м захвату, кН/м По табл. 3.3 [4]*

приймемо $g_м$ *= 5,2 кН/м;*

λ - *коефіцієнт, який враховує довантаження рушіїв трактора навісним знаряддям* λ *= 1,1...1,5;*

$f_{тр}$ - *коефіцієнт опору перекочування трактора. Для другого класу ґрунту цей коефіцієнт дорівнює* $f_{тр}$ *= 0,068;*

і - кут нахилу поля, і - 1,0%.

Розраховуємо гакове зусилля за формулою [4]:

$$Р_{гак} = Р_{руш} - P_f - P_i \quad кн. \tag{3.3}$$

де $Р_{руш}$ - рушійна сила, кН;

P_f - опір перекочування трактора, кН;

P_i - опір подолання підйому, кН.

Рушійна сила визначається за формулою [5]:

$$Р_{руш} = \frac{9.554 \cdot Ne \cdot i_{тр} \cdot \zeta_{тр}}{r_k \cdot n_н} \text{ кН.} \tag{3.4}$$

де Ne - ефективна потужність двигуна трактора, кВт. Ne = 58,9 кВт табл.2.1 [5];

$n_н$ - номінальна частота обертання колінчастого вала двигуна, $n_н$ = 2200 об/хв табл.2.1 [5];

r_k - радіус перекочування еластичного рушія, м. визначається за формулою [5]. з табл. 2.1 і 2.3[4]:

$$r_k = (r_o + h)\lambda \text{ м} \tag{3.5}$$

де r_o - радіус стального обода колеса, r_o = 0,483 м;

h - висота шин, h = 0,305 м;

λ - коефіцієнт прогинання шин, для другого агрофону λ = 0,72;

$$r_k = (0.483 + 0.305) \cdot 0.72 = 0.6 \text{ м}$$

Передаточне число трансмісії на заданій передачі знаходимо по формулі [15,16];

$$i_{тр} = \frac{0.377 \cdot n_н \cdot r_k}{V_т} \quad (3.6)$$

де $V_т$ - теоретична швидкість руху, км/год;

Передаточне число трансмісії для 3-ї передачі:

$$i_{тр3} = \frac{0.377 \cdot 2200 \cdot 0.567}{7.24} = 64.95$$

Передаточне число трансмісії для 4-ї передачі:

$$i_{тр4} = \frac{0.377 \cdot 2200 \cdot 0.567}{8.9} = 52.8$$

$\zeta_{тр}$ - механічний ККД. Для колісних тракторів приймаємо $\zeta_{тр}$ = 0,90...0,92

Визначаємо рушійну силу на 3-й передачі:

$$Pруш_3 = \frac{9.554 \cdot Ne \cdot i_{тр3} \cdot \zeta_{тр}}{r_k \cdot n_н} = \frac{9.554 \cdot 58.9 \cdot 64.95 \cdot 0.90}{0.6 \cdot 2200} = 24.9 \text{ кН}$$

Визначаємо рушійну силу на 4-й передачі:

$$Pруш_4 = \frac{9.554 \cdot Ne \cdot i_{тр4} \cdot \zeta_{тр}}{r_k \cdot n_н} = \frac{9.554 \cdot 58.9 \cdot 52.8 \cdot 0.90}{0.6 \cdot 2200} = 20.3 \text{ кН}$$

Визначаємо силу опору перекочування трактора за формулою [15,16];

$$P_f = f_{тр} \cdot Gтр \text{ кн.} \quad (3.7)$$

де $f_{тр}$ - коефіцієнт опору перекочування трактора. Для другого класу ґрунту цей коефіцієнт дорівнює $f_{тр}$ = 0,068;

Gтр - вага трактора, Gтр = 33,5 кН табл. 2.1 [4].

$$P_f = 0.068 \cdot 33.5 = 2.3 \text{ кН}$$

Визначаємо опір руху на підйом за формулою [5]:

$$P_i = G_{тр} \cdot \frac{i}{100} = 33.5 \cdot \frac{1}{100} = 0.3 \text{ кН}$$

Отже, визначаємо гакове зусилля при 3-й передачі:

$$P_{гак3} = P_{руш3} - P_f - P_i = 24.9 - 2.3 - 0.3 = 22.3 \text{ кН}$$

Визначаємо гакове зусилля при 4-й передачі:

$$P_{гак4} = P_{руш4} - P_f - P_i = 20.3 - 2.3 - 0.3 = 17.7 \text{ кН}$$

Визначаємо максимальну силу зчеплення за формулою [15,15]:

$$P_{max_{зч}} = \mu \cdot G_{тр} \cdot \phi \text{ кн.} \quad (2.9)$$

де μ - коефіцієнт зчеплення ведучого апарату з ґрунтом, з табл. 2.2 [5]

μ = 0,69 для 2-го фону;

φ - коефіцієнт, що враховує зчіпну масу трактора, φ = 1.0 для тракторів з колісною формулою 4х4 [5];

$$P_{max_{зч}} = 0.69 \cdot 33.5 \cdot 1.0 = 23.1 \text{ кН}$$

Так як необхідною умовою роботи є наявність достатнього зчеплення рушіїв трактора з ґрунтом, тому за можливу рушійну силу приймаємо ту, яка відповідає умові:

$$P_{руш} \le P_{max_{зч}} \quad (3.10)$$

В нашому випадку цій умові відповідає робота трактора на 4-й передачі:

$20.3 < 23.1$

Отже наступні розрахунки будимо проводити на 4-й передачі.

Визначаємо максимально-можливу ширину захвату:

$$B_{max} = \frac{P_{гак}}{k_м + g_м\left(\lambda \cdot f_{тр} + \frac{i}{100}\right)} = \frac{17.7}{0.3 + 5.2\left(1.5 \cdot 0.68 + \frac{1}{100}\right)} = 3.1 \text{ м}$$

Визначимо теоретичну та дійсну кількість машин по формулі [5]:

$$n_p = \frac{B_{max}}{B_k} = \frac{3.1}{3} = 1.03$$

Дійсну кількість приймемо цілим числом в сторону зменшення при умові $n_ф < n_р$ тоді $n_ф = 1$ маш.

розрахумо робочу ширину захвату по формулі [5]:

$$B_р = B_k \cdot \beta \cdot n_ф \text{ м} \quad (3.11)$$

де β - коефіцієнт використання конструкційної ширини захвату машини, β = 0,93...0,95 табл.3.7 [5]:

$$B_p = 3 \cdot 0.95 \cdot 1 = 2.9 \text{ м}$$

Визначаємо тяговий опір агрегату за формулою [5]:

$$Ra = Bk \cdot k_м + Gм \cdot \left(\lambda \cdot f_{тр} + \frac{i}{100} \right) = 3 \cdot 0.3 + 15.8 \cdot \left(1.5 \cdot 0.68 + \frac{1}{100} \right) = 17.3 \text{ кН}$$

Визначаємо тягову потужність агрегату за формулою [5]:

$$Na = \frac{Ra \cdot V_р}{3.6} = \frac{17.3 \cdot 8.9}{3.6} = 42.8 \text{ кВт} \quad (3.12)$$

Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля за формулою [5]:

$$\zeta_{вик} = \frac{Ra}{Ргак} = \frac{17.3}{17.7} = 0.98 \quad (3.13)$$

Визначаємо тяговий коефіцієнт корисної дії за формулою [15,28]:

$$\zeta_{тяг} = \frac{Na}{Ne} = \frac{42.8}{58.9} = 0.7 \quad (3.14)$$

Площу поля маємо 120 га, приймаємо довжину загінки Lр = 1000 м.

Визначаємо ширину загінки при човниковому способі руху за формулою [4]:

$$Сопт = \sqrt{16\rho^2 + 2 \cdot Lр \cdot Bр} \text{ м} \quad (3.15)$$

де Lр - робоча довжина гону, м. Приймаємо довжину гонів Lр = 1000 м.

Bр - робоча ширина захвату машини, м;

ρ - радіус розвороту трактора, м табл. 4.1 [4]

$$\rho = 1.1 \cdot B_p \left(1.41 - \frac{1.41 - 1.09}{10} \cdot 1 \right) = 1.1 \cdot 2.9 \cdot \left(1.41 - \frac{1.41 - 1.09}{10} \cdot 1 \right) = 4.4 \text{ м}$$

$$Ср = \sqrt{16 \cdot 4{,}4^2 + 2 \cdot 1000 \cdot 2{,}9} = 78.2\,м$$

Дійсна величина ширини загінки визначається по формулі [5]:

$$Сф = (n \cdot 2 \cdot Вр) > Сопт \qquad (3.16)$$

де n – кратність ходів.

$$Сф = 14 \cdot 2 \cdot 2.9 = 81.2\ м$$

Визначимо ширину поворотної смуги для петльового способу повороту за формулою [5]:

$$Ер = 3 \cdot \rho + е\ \ м \qquad (3.17)$$

де е – відстань виходу агрегату, м

Значення виходу агрегату визначається за формулою: [5]

$$е = (0.1...0.2) \cdot l_к\ м \qquad (3.18)$$

де $l_к$ - кінематична довжину агрегату, м

Кінематична довжина агрегату буде становити : [5]

$$l_к = l_т + l_м \qquad (3.19)$$

де $l_т$ і $l_м$ - кінематична база трактора та машини, м. табл. 4.2. [5].

$$l_т = 1{,}32\ м.;$$

$$l_м = 1{,}0\ м.$$

$$l_к = 1.3 + 1.0 = 2.3\ \ м$$

$$е = 0.1 \cdot 2.3 = 0.2\ \ м$$

Отже теоретачна ширина розворотної смуги для безпетльового способу повороту буде становити:

$$Ер = 3 \cdot 4.4 + 0.2 = 13.4\,м$$

Фактичне значення ширини поворотної смуги визначається із умови [5]:

$$Еф = n \cdot Вр > Ер \qquad (3.20)$$

$$Еф = 5 \cdot 2.9 = 14.5\,м$$

Для петльового виду повороту $x < 2\rho$ [5].

Вибираємо спосіб руху таким чином, щоб холості ходи були найменшими, при цьому ефективне використання МТА буде збільшуватись. Ефективність способів руху оцінюємо коефіцієнтом робочих ходів за формулою [15]:

$$\phi = \frac{Sp}{Sp + Sx} \tag{3.21}$$

де Sp - сумарна довжина робочих ходів, м;

Сумарна довжина робочих ходів визначається за формулою [4]:

$$Sp = \frac{L_д \cdot Cф}{Bp} м \tag{3.22}$$

$$L_д = 2Eф + L_p = 2 \cdot 14.5 + 1000 = 1029 \text{ м}$$

$$Sp = \frac{1029 \cdot 81.2}{2.9} = 28812 \text{ м}$$

Визначаємо сумарну довжину холостих ходів за формулою [4]:

$$Sx = \frac{L_x \cdot (Cф + 2 \cdot Eф)}{Bp} м \tag{3.23}$$

де L_x - довжина холостого ходу, м;

Визначаємо довжину холостого хода за формулою [4]:

$$L_x = 6R + 2e \tag{3.24}$$

$$R = \frac{Eф - e + 0.5 \cdot Bp}{2} = \frac{14.5 - 0.2 + 0.5 \cdot 2.9}{2} = 6.4 м$$

$$L_x = 6 \cdot 6.4 + 2 \cdot 0.2 = 38.8 м$$

$$Sx = \frac{38.8 \cdot (81.2 + 2 \cdot 14.5)}{2.9} = 1474.4 м$$

Розраховуємо коефіцієнт робочих ходів:

$$\varphi = \frac{28812}{28812 + 1474.4} = 0.95$$

Висновки до розділу 3. Визначено питомий тяговий опір сільськогосподарської машини для заданих умов роботи, що становить k=0,3…0,5кН/$м^2$, при максимальній ширині захвату машини $B_{max} = 3.1$ м.

Встановлено тяговий опір агрегату Ra $= 17.3$ Кн при тяговій потужності трактора Na =48.2 кВт та коефіцієнті використання тягового зусилля, який становить 0,98.

Обрано спосіб руху та його кінематичні показники, ширину поворотної смуги та радіус розвороту агрегату, при коефіцієнті робочих ходів $\varphi = 0.95$.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. На сьогодні досить важливою і актуальною проблемою у сільському господарстві є покращення якості сіна в процесі зберігання. Так як сіно є важливим елементом у відгодівлі худоби, процес його заготівлі повинен супроводжуватись використанням найбільш нових, якісних і високопродуктивних сільськогосподарських машин.

2. аналізуючи конструкції та показники їх роботи можна зробити наступні висновоки, що найбільш ефективними є ротаційні граблі-валкоутворювачі з відцентровими робочими органами. Проте, використання їх для прискорення сушіння маси може призвести до значних механічних втрат, особливо при обробці бобових культур з вологістю менше 50%. Граблі-ворушилки з відцентровими робочими органами забезпечують якісне виконання технологічного процесу на всіх стадіях. Під час ворушіння вони рівномірно розпушують траву, а при збиранні утворюють однорідні за масою валки.

3. Отримано гранично допустиму величину кута нахилу пальців граблин до горизонту в нижньому положенні відносно горизонтальної площини $\varphi_r = 37$ Кут нахилу встановлення пальців ротора має станоити значення більше або відповідати гранично допустимому, в нашому випадку $\varphi = 40^{o}$. Визначено конструкційну ширину захвату граблини $b = 0{,}18 м$.Встановлено довжину пальців граблин ротора, що становить $l = 0{,}135$ м, а $l_1 = 0{,}295$ м. Отримано значення діаметра ротора $R = 1{,}24$ м. та робочу ширину захвату машини $B_ф = 2{,}55$ м.Отримане значення кількості граблин для стійкої роботи ротора під навантаженням n = 14.

4. Встановлено тяговий опір агрегату $Ra = 17.3$ Кн при тяговій потужності трактора Na =48.2 кВт та коефіцієнті використання тягового зусилля, який становить 0,98.

Обрано спосіб руху та його кінематичні показники, ширину поворотної смуги та радіус розвороту агрегату, при коефіцієнті робочих ходів $\varphi = 0.95$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гарькавий А. Д., Петриненко В. Ф., Спірін А. В., Конкурентоспроможність технологій і машин: Навчальний посібник. Вінниця: ВДАУ.: Тірас 2003. 68 с.
2. Гарькавий А. Д., Середа Л. П., Спірін А. В., Вільховий М. І., Обґрунтування рішень при модернізації технологій і оновленні парку машин. Вінниця. 2000.
3. Зінченко Б. С., Довідник по виробництву насіння багаторічних трав.-К.: Урожай 1990 р. 232 с.
4. Ільченко В. І., Нагірний Ю. П., Джолос П. А. та ін. Машиновикористання в землеробстві. – К.: Урожай 1996. – 157 с.
5. Ільченко В. Ю., Експлуатація машино-тракторного парку в аграрному виробництві.-К.: Урожай 1993 р.-284 с.
6. Заєць М. Л. Методичні вказівки по виконанню курсового проекту “Сільськогосподарські машини”
7. Нагірний Ю. П., Обґрунтування інженерних рішень.-К.: Урожай 1994р.-215с.
8. Хаскін А. М., Креслення. – К. – 1976. – 434 с.
9. Гаврилюк Г.Р., Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини. К.: Каравела, 2004.,
10. Гринь О.М. Механізація виробництва овочів. –К.: Урожай, 1990.
11. Довідник по регулюванню с.г. машин /В.І. Кочев, А.С. Кушнарьов, В.Д. Роговий та ін.; за ред. В.І.Кочева, -К.: Урожай, 1993.
12. Довідник сільського інженера /Гречкосій В.Д., О.М. Погорілець, І.І. Ревенко та ін.; за ред. В.Д. Гречкосія. –К.: Урожай, 1991.
13. Комористов В.Ю., Петренко М.М. Довідник з механізації після збиральної обробки зерна. –К.: Урожай, 1990.
14. Механізація сільськогосподарського виробництва і захисту рослин /Д.Г. Войтюк, І.В. Адамчук, Г.Р. Гаврилюк, О.С. Марченко; за ред. Войтюка Д.Г. – К.: Вища школа, 1993.
15. Погорілець О.М., Живолуп Г.І. Зернозбиральні комбайни / О.М. Погорілець, Г.І. Живолуп. – К.: Український центр духовної культури, 2003. -204с.

16. Збиральні машини. Лабораторні розрахунково-графічні роботи. Навчальний посібник. /Д.Г. Войтюк, М.С. Волянський та ін.:за ред. О.М. Погорільця – К.: НАУ, 2003.
17. Сільськогосподарські та меліоративні машини. Д.Г .Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; за редакцією Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. - 544с. (Підручник).
18. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник Д.Г. Войтюк, В.В.М. Барановський ,В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка.– К.: Вища освіта, 2005. -464 с. : іл.
19. Сисолін П.В., Рибак Т.І., Сало В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. – Книга 2. –К.: Урожай, 2002. – 364 с.
20. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. –К.: Урожай, 2001. – 384 с.
21. Хайліс Г.А. Коновалюк Д.М. Розрахунок робочих органів збиральних машин: Навч. посібник. – К.: НМК ВО, 1991. – 199 с.

ДОДАТКИ