

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра технічної механіки та сільськогосподарських машин

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему:

Удосконалення технології садіння картоплі з розробкою
системи висаджування малогабаритної картоплесаджалки

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МГ-41

спеціальності

208 Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності)

(підпис) Желізняк А.І.
(прізвище та ініціали)

Керівник (підпис) Сташків М.Я.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль (підпис) Сташків М.Я.
(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри (підпис) Бабій А.В.
(прізвище та ініціали)

Рецензент (підпис)
(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2024

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра технічної механіки та сільськогосподарських машин

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Бабій А.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 208 Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності)

студенту Желізняку Андрію Івановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології садіння картоплі з розробкою системи висаджування малогабаритної картоплесаджалки

Керівник роботи Сташків М.Я., к.т.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «24» січня 2024 року № 4/7-62

2. Термін подання студентом завершеної роботи 23.06.2024

3. Вихідні дані до роботи агротехнічні вимоги до садіння картоплі; типовий технологічний процес садіння картоплі; базова конструкція машини для садіння картоплі

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

Вступ.

1. Аналіз об'єкту дослідження

2. Технологічна частина

3. Проектна частина

4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

Загальні висновки.

Перелік посилань

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

1. Складальне креслення картоплесаджалки. 2. Привод вичерпувального апарату.

3. Ланцюг з ложечками. 4. Складальне креслення приводних коліс картоплесаджалки.

5. Креслення бункера картоплесаджалки. 6. Деталювання. 7. Розрахункова схема приводу вичерпувального апарату. 8. Комп'ютерне моделювання ложечки вичерпувального апарату

РЕФЕРАТ

Автор роботи – Желізняк Андрій Іванович.

Тема роботи – «Удосконалення технології садіння картоплі з розробкою системи висаджування малогабаритної картоплесаджалки».

Робота виконана на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Керівник роботи – Сташків Микола Ярославович, кандидат технічних наук, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин.

Мета роботи – удосконалення технології садіння картоплі шляхом розробки системи висаджування малогабаритної картоплесаджалки.

Об'єкт дослідження – технології садіння картоплі.

Предмет дослідження – система висаджування малогабаритної картоплесаджалки.

Методи дослідження: порівняльний, теоретико-емпіричний, математичного та комп'ютерного моделювання.

Отримані результати:

- проведено аналіз технологій висаджування картоплі,
- подано агротехнічні вимоги до висаджування картоплі,
- розглянуто існуючі конструкції машин для висаджування картоплі,
- обґрунтовано конструкцію малогабаритної картоплесаджалки,
- проведено аналіз роботи картоплесадильного апарату,
- проведено технологічні розрахунки малогабаритної картоплесаджалки,
- проведено кінематичний розрахунок приводу вичерпувального апарату,
- проведено розрахунок приводного колеса,
- проведено розрахунок бункера картоплесаджалки,
- проведено розрахунок вала ходових коліс,

- розроблено модель об'єкту проектування та досліджено напружено-деформований стан його деталі.

Практичне значення отриманих результатів.

Запропоновано удосконалення технології садіння картоплі в умовах малих приватних господарств, яка передбачає застосування малогабаритної картоплесаджалки з ланцюгово-ложковим висаджувальним апаратом.

Структура роботи.

Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та ілюстративної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань та додатків.

Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 52 арк. формату А4, додатки – 5 арк. формату А4, ілюстративний матеріал – 10 арк. формату А4.

Ключові слова: картопля, технологія садіння картоплі, малогабаритна картоплесаджалка, технологічні параметри, конструктивні параметри.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ.....	9
1.1. Аналіз технологій висаджування картоплі.....	9
1.2. Агротехнічні вимоги до висаджування картоплі.....	10
1.3. Машини для висаджування картоплі.....	13
1.4. Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи.....	17
2. РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНО - КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ МАЛОГАБАРИТНОЇ КАРТОПЛЕСАДЖАЛКИ.....	19
2.1. Аналіз роботи картоплесадильного апарату.....	19
2.2. Розрахунок опорно - приводних коліс.....	21
2.3. Технологічні розрахунки картоплесаджалки.....	23
2.4. Розрахунок бункера картоплесаджалки.....	25
3. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА.....	30
3.1. Кінематичний розрахунок приводу вичерпувального апарату.....	30
3.2. Розрахунок вала ходових коліс.....	32
3.3. Розробка моделі об'єкту проектування.....	35
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	40
4.1. Історія розвитку охорони праці.....	40
4.2. Техніка безпеки при експлуатації картоплесаджалки.....	44
ВИСНОВКИ.....	48
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	49
ДОДАТКИ.....	52

ВСТУП

Картопля була, є і буде другим найважливішим – після хліба – продуктом у продовольчому кошику українця. В структурі посівних площ господарств України усіх форм власності у зоні Полісся картопля займає близько 16%, Лісостепу – 8% і Степу – 3%. Загалом за роки незалежності України валовий збір картоплі збільшився, особливо за останні роки.

Урожайність картоплі в Україні загалом не надто висока – 120-130 ц/га. Для порівняння: в Нідерландах цей показник становить близько 450 ц/га, Бельгії – 430, Данії – 420, Польщі – 170 ц/га [8].

Україна є одним із світових лідерів виробництва картоплі. Станом на 1 листопада 2011 року всіма категоріями господарств було зібрано 24,05 млн т картоплі, що на 22 % більше за відповідний період попереднього року. Середня урожайність при цьому становила 152 ц/га.

Україна концентрує понад 6 % світового (15 % європейського) врожаю картоплі, посідаючи четверте місце у світі [8].

Картопля зараз часто вирощується на городах і дачних ділянках населення – більш як 70% валового збору. Посівна площа під картоплею в сільськогосподарських підприємствах з 1990 до 2007 року зменшилась майже у 20 разів [8], але починаючи з 2010 року відбувається її постійний приріст.

За даними Інституту картоплярства, за рахунок скорочення посівних площ у колективних сільськогосподарських підприємствах у 12 разів зменшилось виробництво та використання еліти і у 30 – насіннєвого матеріалу картоплі першої-третьої репродукції, що є однією з причин низької врожайності.

У свою чергу, скорочення великотоварного виробництва картоплі та значне (у 8-10 разів) порушення паритету цін на послуги для села (техніка, нафтопродукти, добрива, пестициди тощо) і реалізації продукції призвели до значного зменшення технічного забезпечення і збільшення затрат праці.

Так, наприклад, кількість спеціальних машин зменшилась у чотири рази, а затрати праці на тонну картоплі зросли майже втричі. Слід також врахувати, що комплекс спеціальних машин для механізації вирощування та збирання картоплі в основному випускається в країнах СНД (Росія, Білорусь, Естонія), а також у провідних європейських країнах (Німеччина, Нідерланди, Італія, Норвегія та ін.) [8].

В результаті істотного скорочення виробництва картоплі у спеціалізованих сільськогосподарських підприємствах та відсутності коштів на придбання сучасної сільськогосподарської техніки вирощування та збирання бульб в основному базується на використанні «малої механізації» – лопати, сапи, мотики і підгортача на 2-3 людські сили.

Попри всі негаразди, в Україні створено окремі машини загального і спеціального призначення для картоплярства, але серійний випуск і впровадження їх в господарствах гальмується браком коштів як у виробника, так і в замовника.

Використання комплексу машин, розрахованого за критерієм мінімуму затрат робочого часу (праці), дає можливість отримати лише менші затрати праці, але має значно більші капітальні вкладення і приведені витрати коштів. Тому, зважаючи на фінансову скруту, для більшості картоплесіючих господарств доцільно використовувати більш дешеву вітчизняну техніку.

1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ

1.1. Аналіз технологій висаджування картоплі

Картопля займає одне з важливих місць як в продовольчому, так і у фуражному фонді країни.

Врожайність картоплі складає від 15 до 20 т/га, а в окремих господарствах його збирають по 30-40 т/га.

Для отримання високого урожаю картоплю саджають на землях з глибоким орним шаром і достатнім ступенем окультуреності. Хорошими попередниками картоплі є бобові, багаторічні трави і інші культури, які залишають після себе велику кількість рослинних залишків. При внесенні оптимальних доз органічних і мінеральних добрив високі урожаї картоплі отримують і по інших попередниках. Картопля досить чутлива до поливу і в умовах зрошування дає високі урожаї.

Посадка в оптимальні терміни – одна з обов'язкових умов отримання високих урожаїв картоплі. При визначенні термінів посадки враховують місцеположення ділянки, спосіб підготовки насінного матеріалу, особливості сортів, родючість окремих полів і інші умови.

Способи і глибина закладення бульб залежать від типу ґрунту і кліматичних умов. Бульби при посадці закладають так, щоб утворилася гладка або гребнева поверхня поля.

Гребнева посадка дає кращі результати в північних районах, де мало тепла і надлишок вологи. Ґрунт в гребнях швидше прогрівається, для бульб створюються кращі водноповітряний і тепловий режими, що забезпечує отримання ранніх і повноцінних сходів.

На легких піщаних і суглинних ґрунтах і в степовій зоні доцільна гладка посадка. Гребені повинні бути тут слабо виражені – невисокі з пологими укосами, інакше ґрунт швидко висохне, і картопля відчуватиме нестачу вологи.

Глибина посадки – відстань від верхньої точки закладеної бульби до поверхні поля – залежить від типу ґрунту і кліматичних умов регіону. Чим вологіший, холодніший клімат і коротший вегетаційний період, тим дрібніше висаджують бульби (6-8 см), і, навпаки, чим жаркіший і сухіший клімат, тим глибше садять бульби (12-14 см). Глибина закладання бульб тісно пов'язана з умовами збирання врожаю. Глибше розміщення маткових бульб викликає і глибше залягання бульбового гнізда нового урожаю.

Посадку здійснюють роздільно по фракціях (30-50, 50-80 і понад 80 г). При використанні вирівняних по масі бульб виходить краща розкладка їх в борозні, менше пропусків і здвоювання. Оптимальна густина посадки залежить від якості посадочного матеріалу, особливостей сортів, ґрунтово-кліматичних умов, рівня агротехніки, насичення ґрунту добривами, мети вирощування картоплі. Загальна вимога полягає в тому, щоб на початок цвітіння рослин вся поверхня поля була закрита листям.

Посадку картоплі проводять при човниковому способі руху агрегату.

1.2. Агротехнічні вимоги до висаджування картоплі

Картоплю висаджують гребневим і гладким способами. При гребневому садінні висота гребенів має бути 12...20 см, а глибина садіння – 6...12 см. На рівній поверхні поля глибина садіння становить 6...14 см. Відхилення від встановленої глибини не перевищує ± 2 см. Картоплесаджалки одночасно із садінням забезпечують внесення мінеральних добрив від 100 до 500 кг/га на дно борозни в одну стрічку 5...7 см завширшки і нижче від бульб на 2...5 см.

Картоплесаджалка повинна висаджувати бульбу рядковим способом з міжряддями 60 і 70 см і відстанню між бульбами в рядку 20; 25; 30; 35 і 40 см.

При висаджуванні необхідно дотримуватись прямолінійності рядків та задану ширину міжрядь. При ширині міжрядь 70 см відхилення ширини основних міжрядь не повинно перевищувати ± 2 см, а стикових ± 10 см.

Основний садильний матеріал – бульби масою 50-80 г (можуть бути бульби масою 30-50 і 80-100 г). Довжина паростків на яровизованих бульбах – до 2 см.

Залежно від призначення і насінневої фракції саджалки повинні забезпечувати при вирощуванні продовольчої картоплі норму садіння 50...60 тис. бульб на 1 га, а для насінневої – 70...80 тис. на 1 га. Відхилення від норми садіння становить не більше ніж 10 %.

Садильні апарати не повинні пошкоджувати бульби і обламувати більш як 8% паростків. Картоплесаджалка має забезпечувати гребеневе (у районах надмірного зволоження) і рівне (в засушливих районах) садіння. При гребневому садінні висота гребенів може змінюватися від 12 до 20 см, а глибина садіння – від 6 до 14 см (від вершини гребеня). При рівному садінні глибину загортання регулюють від 6 до 16 см. Відхилення від установленної глибини загортання допускаються, але не більш як 2 см. Бульби треба розміщувати в борозні так, щоб розпушений прошарок ґрунту під ними становив не менш як 2 см.

Одночасно із садінням бульб у гнізда на 1 га треба вносити 100-500 кг мінеральних, 1000-8000 кг органічних або органо-мінеральних добрив.

Бульби картоплі перед посадкою необхідно розсортувати на фракції масою 30...50, 50...80, 80... 100 г і висаджувати кожену фракцію роздільно. Крупні бульби масою більше 100 г ріжуть навпіл або застосовують змінні ложечки для їх посадки. Різані бульби повинні бути сухі. Паростки пророщених бульб не повинні перевищувати 20 мм. У посадочному матеріалі домішок і пошкоджених бульб повинно бути не більше 2 %. Схожість бульб повинна бути не менше 98 %.

Відхилення глибини посадки від нормальної на 5 см знижує урожай картоплі до 15%. Тому, при посадці бульб допускається відхилення фактичних значень від заданих: для норми посадки 10 %, глибини закладення бульб ± 4 см, норми внесення добрив $\pm 10\%$, ширина основних міжрядь ± 4 см, ширина стикових міжрядь ± 5 см. При посадці середніх бульб допускається не більше 3% пропусків.

Вершина (середня лінія) гребеня повинна співпадати з лінією рядка картоплі. Допустимі відхилення ± 2 см.

При посадці крупних і середніх бульб кількість пропусків не повинно перевищувати 1,5-2%, а наявність двох бульб в одному гнізді – 2%. При роботі з різаними бульбами пропуски допускаються до 3% і гнізд з двома бульбами – до 10%. При посадці дрібних бульб гнізд з двома бульбами може бути до 15%, але без пропусків і збільшення їх розмірів.

В цілях збереження вологи в ґрунтах робочі органи картоплесаджалок не повинні витягувати на поверхню вологий горизонт ґрунту.

У районах з достатнім і надмірним зволоженням робочі органи повинні сприяти розпушуванню ґрунту і збереженню її структурного стану. Мінеральні добрива вносять пунктирно до двох рядка по обох сторонах гнізд на відстані 5-7 см від ряду і на 2-3 см глибше за закладення бульб.

Відхилення густини посадки допускається не більше 5%.

Посадка картоплі повинна бути рівномірною за всією площею і в рядках. Середнє відхилення рівномірності допускається не більше 10%.

Всі бульби повинні бути закладені на однакову глибину. Відхилення допускається не більш ± 2 див.

Огріхи на стиках, краях поля, поворотних смугах, а також в результаті забивання сошників і ложечок не допускається.

Виконання цих вимог залежить від якості підготовки ґрунту і посадочного матеріалу, правильного регулювання посадочних машин, від уміння тракториста і машиніста картоплесаджалки.

1.3. Машини для висаджування картоплі

За способом агрегування з трактором розрізняють начіпні і причіпні картоплесаджалки, за конструкцією садильного апарата – ложково-дискові, елеваторні (ланцюговий садильний апарат), голчасті, барабанні, дискові та ін.

Найпоширенішими є такі картоплесаджалки.

Картоплесаджалка Л-201 виробництва «Лідсільмаш» (рис. 1.1) призначена для рядкової посадки непророщених бульб картоплі на дрібноконтурних ділянках. Картоплесаджалка складається з наступних основних вузлів: рами, опорно-приводних коліс, висаджуючих апаратів, сошників, борознозакривачів, завантажувального бункера, редуктора зміни густини посадки. Технічну характеристику саджалки подано в табл. А.1 (див. додаток А).



Рис. 1.1. Картоплесаджалка Л-201

Картоплесаджалка КС-2 (дворядна) (рис. 1.2) і КС-4 (чотирирядна) навісна забезпечує рівну і рівномірну висадку пророщених і не пророщених коренеплодов картоплі, агрегується з тракторами МТЗ, ЮМЗ, Т-25, ДТ-75 та ін. Картоплесаджалка КС-2 призначена для посадки картоплі на невеликих ділянках і городах приватного і колективного використання.



Рис. 1.2. Картоплесаджалка КС-2

Технічна характеристика картоплесаджалок КС подано у таблиці А.2 (див. додаток А).

Картоплесаджалка навісна КСН-2 (рис. 1.3) призначена для дворядного садження непророщеної картоплі. Агрегатується с тракторами Т-25.

Технічна характеристика картоплесаджалки подана у таблиці А.3 (див. додаток А).



Рис. 1.3. Картоплесаджалка КСН-2

Картоплесаджалка тракторна навісна КСТ-2 (рис. 1.4) призначена для висаджування бульб непророщеної картоплі.



Рис. 1.4. Картоплесаджалка КСТ-2

Рама – зварна конструкція, до якої кріпляться всі вузли і механізми картоплесаджалки.

Висаджуючий апарат – ланцюгово-ложкового типу, складається з втулково-роликового ланцюга з прикріпленими до нього, в один ряд, ложечками, струшувача «зайвої» картоплі і кожуха.

Опорно-рухові колеса складаються з сегментів, за допомогою яких можна змінювати крок садіння.

Сошники кілеподібного типу з регульованими подовжувачами.

Борознозагортачі виготовлені у формі підгортальних лап. На крилах борознозагортачів змонтовані регульовані подовжувачі, гряділі, обладнані пружинними запобіжними механізмами.

Бункер для бульб виготовлений з листової сталі у вигляді перевернутої зрізаної піраміди.

Технічна характеристика картоплесаджалки КСТ-2 подана у таблиці А.4 (див. додаток А).

Картоплесаджалка причіпна КОП-0,7 (рис. 1.5) призначена для посадки картоплі на невеликих ділянках індивідуального і колективного користування.

КОП-0,7 агрегується причіпним способом з тракторами класу 0,2...0,4.

Продуктивність 0,42 га/ч, робоча ширина захвату 0,7 м, робоча швидкість 6,0 км/ч конструкційна («суха») маса 250 кг.

Розробник і виробник – НВО «Лан» м. Кіровоград.

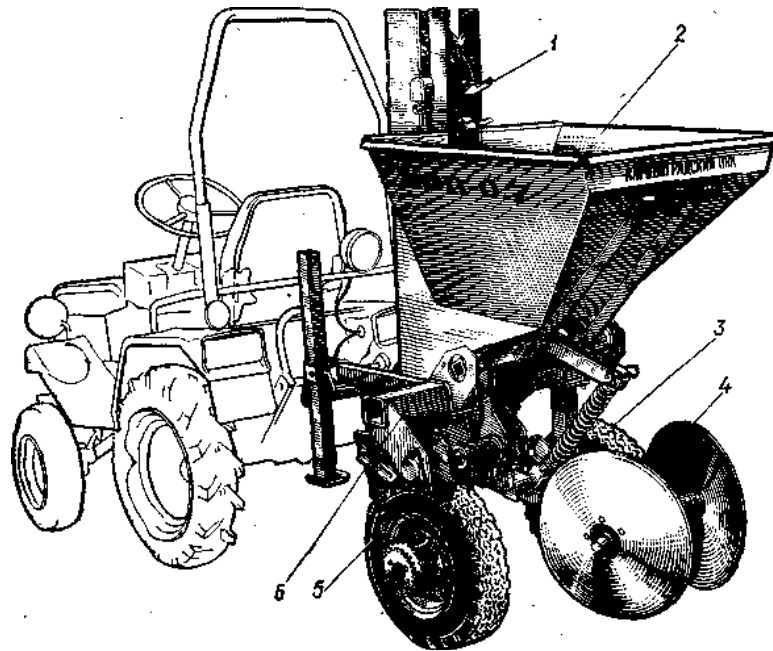


Рис. 1.5. Картоплесаджалка КОП-0,7:

1 – висівний апарат; 2 – бункер; 3 – опорне колесо; 4 – гребнеутворювач-загортач; 5 – опорно-приводне колесо; 6 – рама.

В Україні поширені картоплесаджалки КСМ-4 і КСМ-6 (завод «Лідсільмаш», Білорусь) із барабанно-ложковим садильним апаратом, який суттєво пошкоджує бульби.

В картоплесаджалках українського виробництва КС-2Т, КС-4Т (розробник - проектно-конструкторське бюро «Прогрес», м. Миколаїв) і КС-2, КС-4 (розробник - конструкторське бюро ВАТ «Тернопільський комбайновий завод») використовують ложку-транспортний висаджувальний апарат. Деякі

вітчизняні картоплесаджалки відрізняються наявністю туковисівних апаратів (буква «Т» у марці машини).

Зарубіжні виробники картоплесаджалок (фірма Grimme, Cramer, Kverneland та ін.) застосовують більш досконалий ложко-пасовий або ложко-ланцюговий садильний апарат. Картоплесаджалки фірми Juko (Фінляндія) мають чашковий садильний елеватор. Подача картоплі на чашкові елеватори регулюється за допомогою датчиків. У конструкціях цих саджалок передбачено регулювання робочої глибини закладання бульб, форми гребеня, міжряддя і відстані між бульбами.

1.4. Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи

На даний час в колективних господарствах картоплю вирощують менш ніж на 100 тис га і в особистих господарствах на площі близько 1,5 млн. га. Тобто в особистих господарствах виробництво картоплі становить майже 94% . За останні роки площі під картоплю в спілках скоротились з 440 тис. га до 100 тис га, а в приватних господарствах зросли з 990 тис га до 1,5 млн. га за рахунок виділення площ під колективні городи, дачні ділянки та за рахунок фермерських господарств.

Звичайно, при становищі, коли в особистих господарствах виробляють 94% картоплі значну увагу держави потрібно спрямовувати на розвиток технологій і засобів механізації саме в приватному секторі, який характеризується наявністю малих площ 0,05 – 2 га.

Якщо в спеціалізованих колективних господарствах на великих площах є можливість механізувати всі технологічні операції і довести затрати праці до 0,2–0,5 люд.-год/ц продукції, то на малих ділянках в кілька сотих гектара механізація малодоступна і малоефективна, а затрати праці складають 12 –

15 люд.-год/ц, тобто в приватному секторі затрати праці на картоплярство залишаються в 25–75 разів вищими.

Світовий досвід використання одно- та дворядних машин для виробництва картоплі на малих площах досить суттєвий. Використовуючи цей досвід, можна створювати машини, поставити їх на виробництво і цим значно підвищити ефективність виробництва.

У зв'язку з цим, у дипломній роботі ставиться завдання розробити малогабаритну картоплесаджалку, що комплектується з тракторами малої потужності (тягового класу 0,2 - 0,9). Орієнтована ширина захвату картоплесаджалки – до 1.5 м з можливістю формування валка, орієнтовна продуктивність – 0,5 га/год.

Начіпні машини і знаряддя в 1,5-2 рази легші, ніж причіпні, простіші за конструкцією, їх легше транспортувати, їх продуктивність дещо вища, ніж причіпних, тому картоплесаджалку доцільно спроектувати начіпною.

Картоплесаджалка повинна мати просту будову, бути функціональною та надійною, забезпечувати легкий доступ до вузлів для проведення технічного обслуговування та ремонтних робіт.

При удосконаленні сільськогосподарської машини передусім необхідно звернути увагу на ті складові частини та вузли, від яких залежить якість роботи машини: зниження тягового опору машини, зменшення маси, спрощення складних вузлів, заміна дорогих матеріалів на дешевші, удосконалення пристроїв з якими контактує вихідний продукт і від яких залежить його якість.

2. РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНО - КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ МАЛОГАБАРИТНОЇ КАРТОПЛЕСАДЖАЛКИ

2.1. Аналіз роботи картоплесадильного апарату

Робочий процес картоплесадильної машини можна поділити на такі основні етапи: створення рівномірного потоку бульб і подавання їх до сошника, відкривання сошником борозенки, укладання на її дно бульб і загортання їх ґрунтом. Вихідними даними для технологічного розрахунку робочого процесу картоплесаджалки є загальна кількість бульб Q_c , шт./га і їх схема розміщення – крок садіння l_c , м, та ширина міжрядь b , м.

У найпростішому випадку привод вичерпувального апарату здійснюється від опорних коліс картоплесаджалки, як правило через ланцюгову передачу. Тому максимальна швидкість садильного агрегату пов'язана з частотою винесення бульб вичерпувальним апаратом. Досвід показує, що при частоті винесення Q_{\max} більше ніж сім бульб за 1 с миттєво збільшуються пропуски [17]. За цим параметром підраховують максимально допустиму швидкість $V_{M\max}$ агрегату, км/год:

$$V_{M\max} = \frac{Q_{\max} \cdot l_c}{Z_c}, \quad (2.1)$$

де Z_c – кількість бульб у гнізді.

Рядкове садіння ($Z_c = 1$) можна виконувати із значно більшою швидкістю, ніж гніздове.

Захоплення бульби ложечкою залежить від розміру і вирівняності бульб, частоти обертання диска, зазорів між боковиною живильного ковша і ложечкою та між зовнішньою кромкою ложечки і дном живильного ковша, товщини шару бульб у живильному ковші.

Бульби надійно захоплюються (1...3 % пропусків), якщо їх маса

становить 40...100 г. Дрібніші бульби захоплюються краще, ніж більші. Проте якщо маса бульб менша ніж 40 г, ложечка може захопити дві бульби. Крім того, виникає небезпека защемлення бульби, якого можна уникнути за умови

$$\alpha \geq 2\varphi, \quad (2.2)$$

де α – кут між стінкою і дотичною до ложечки в точці її контакту з бульбою; φ – кут тертя. Оскільки $\varphi = 30...35^\circ$, то $\alpha = 60...70^\circ$ [17].

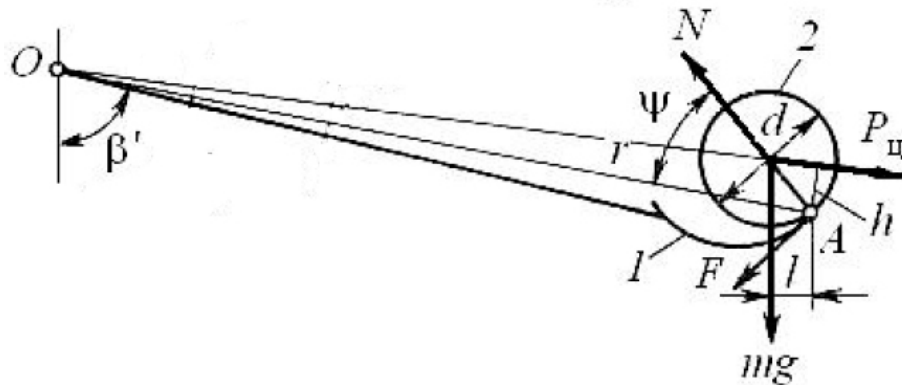


Рис. 2.1. Схема для визначення умови випадання бульби із ложечки:

1 – ложечка; 2 – бульба.

За відомої швидкості агрегату v_M , м/с, заданого кроку садіння l_c , м, і заданої кількості Z_c бульб у гнізді, а також за умови, що всі ложечки Z_L заповнюються бульбами, частоту обертання привідної зірочки n , хв^{-1} , визначають із залежності:

$$n = \frac{60v_M Z_c}{l_c Z_L}. \quad (2.3)$$

Формула (2.3) показує, що при збільшенні швидкості руху агрегату, частота обертання диска зростає. Це призводить до зниження захоплювальної здатності ложечок I (рис. 2.1) і випадання із них бульб 2 під дією відцентрової сили відносно зовнішнього краю ложечок (точка A). Без урахування впливу боковини живильного ковша на бульбу, що розміщена в ложечці, діють такі сили: сила ваги mg , відцентрова сила $P_{\text{ц}}$, нормальна N і дотична F реакції ложечки. Бульба не випадає із ложечки за умови

$$mgl = P_y h. \quad (2.4)$$

Якщо врахувати, що

$$l = 0,5d \sin(\beta' - \psi); h = r \sin \alpha'; P_{\text{ц}} = m\omega^2 r,$$

де d – діаметр умовно круглої бульби; r – відстань від осі обертання до краю A ложечки; m – маса бульби; ω – кутова швидкість диска, то умова невипадання бульб із ложечки матиме вигляд

$$\sin(\beta' - \psi) \geq \frac{2\omega^2 r^2 \sin \alpha'}{gd}. \quad (2.5)$$

Аналіз рівняння (2.5) показує, що за малих значень кута повороту диска β' бульба намагатиметься випасти із ложечки, проте їй перешкоджатиме розміщений над нею шар картоплі. Якщо ложечка вийде із шару, а кут β' буде менший, ніж того потребує вираз (2.5), то бульба випадає.

На роботу садильного апарату істотно впливає також зазор між боковиною живильного ковша і ложечкою. Тому цей зазор конструюють, регулюючи залежно від маси бульб (при масі бульб 30...100 г зазори становитимуть відповідно від 2 до 16 мм).

2.2. Розрахунок опорно - приводних коліс

На картоплесаджалках встановлюють зварні металеві опорні колеса або колеса з пневматичними шинами, на які навантаження діє тільки під час виконання технологічного процесу висаджування картоплі.

Перевагою пневматичних коліс у порівнянні з металевими колесами є менший опір коченню, і, на відміну від інших коліс, вони не так сильно подрібнюють ґрунт на пилоподібні фракції. Але металеве зварне колесо із ґрунтозачепами забезпечує рівномірне перекочування колеса без

проковзування, що дуже важливо у випадку приведення в дію висаджувального апарату від вала опорних коліс.

Необхідний діаметр колеса для картоплесаджалки можна розрахувати із формули Грандвуане-Горячкіна, яка визначає опір перекочування колеса (необхідну штовхаючу силу) [6]:

$$Q = 0.863 \sqrt{\frac{G^4}{qbd^2}}, \quad (2.6)$$

де G – частина ваги агрегату, яка припадає на одне колесо, Н. при вазі картоплесаджалки 200-250 кг та вазі насіннєвого матеріалу у бункері 150-200 кг приймаємо $G \approx 2 \text{ кН}$;

q – коефіцієнт об'ємного зминання ґрунту, $q = 2,0-4,0 \text{ Н/см}^3$ [6];

$b \approx 165 \text{ мм}$ – ширина колеса,

d – мінімальний діаметр колеса, мм.

Для колісного ходу картоплесаджалок $2Q = 150 \text{ Н}$.

З формули (2.5) при $Q \approx 75 \text{ Н}$ визначаємо мінімальний діаметр колеса:

$$d = \sqrt{0.863^3 \frac{(G/4)^4}{q \cdot b \cdot Q^3}}, \quad (2.7)$$

$$d = \sqrt{0.863^3 \frac{(2000/4)^4}{2 \cdot 10^6 \cdot 0.165 \cdot 75^3}} \approx 0.420 \text{ м.}$$

Зовнішній діаметр колеса (по краю ґрунтозачепів) приймаємо $D_k = 540 \text{ мм}$.

Розрахуємо необхідний діаметр осі, на яку кріпитиметься опорне колесо малогабаритної дискової борони.

На вісь колеса у небезпечному перетині діє згинальний момент:

$$M_B = R_G \cdot l_B, \quad (2.8)$$

де $R_G = G \approx 2000 \text{ Н}$ - вертикальна складова опору ґрунту;

l_B – плече дії сили R_G , м. $l_B = 0,125 \text{ м}$ (рис. 2.4).

$$M_B = 2000 \cdot 0.125 = 250 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Діаметр осі у небезпечному перетині визначають за формулою [6]:

$$d_B \geq \sqrt[3]{M_B / 0.1[\sigma]}, \quad (2.9)$$

де $[\sigma]=100\text{МПа}$ - допустимі напруження матеріалу осі.

$$d_B \geq \sqrt[3]{250 / 0.1 \cdot 100} = 0.029\text{м.}$$

Приймаємо діаметр осі колеса 30 мм.

Загальний вигляд спроектованого колеса показано на рис. 2.4.

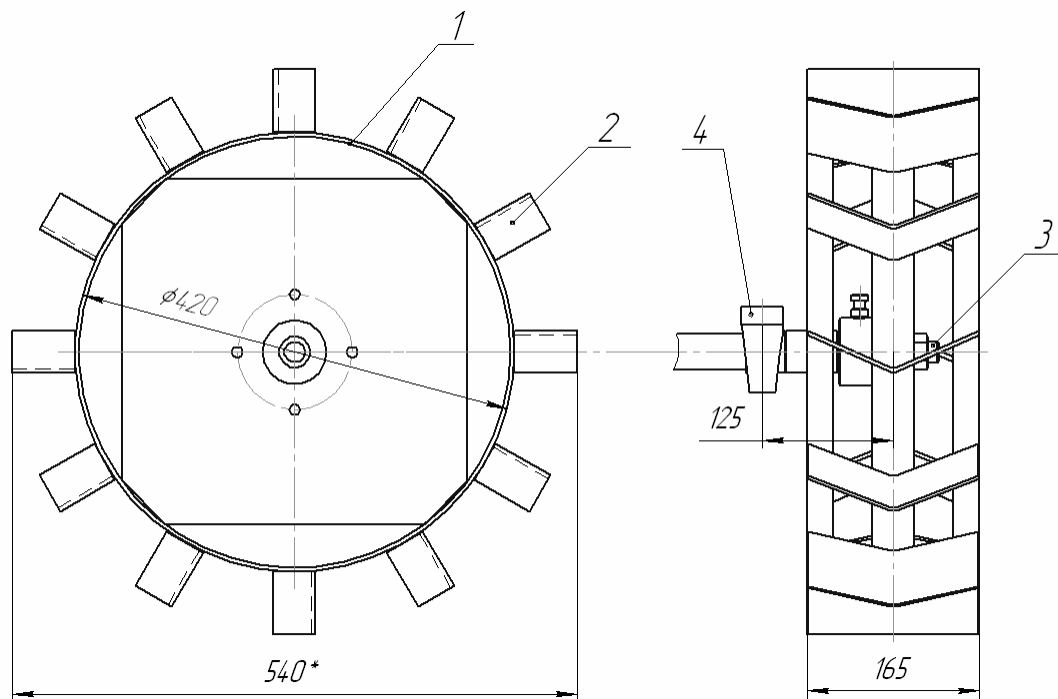


Рис. 2.2. Загальний вигляд спроектованого колеса:

1 – обод колеса; 2 – ґрунтозачеп; 3 – вісь; 4 опора.

2.3. Технологічні розрахунки картоплесаджалки

Максимальна швидкість садильного агрегату пов'язана з частотою винесення бульб вичерпувальним апаратом. Досвід показує, що при частоті винесення Q_{max} більше ніж сім бульб за 1 с миттєво збільшуються пропуски [17]. За цим параметром визначаємо максимально допустиму частоту обертання

приводного колеса діаметром $D_k=540\text{мм}$ при необхідному крокові висаджування

$$n = \frac{Q_{\max}}{X} = \frac{7}{4.8} = 1.45 \text{ об/хв.}$$

Максимальна швидкість картоплесаджального апарату

$$V_{\max} = \omega \frac{D_k}{2} = 2\pi n \frac{D_k}{2} = 2 \cdot 3.14 \cdot 1.45 \frac{0.540}{2} = 2.46 \text{ м/с} = 8.8 \text{ км/год.}$$

Продуктивність картоплесаджалки можна визначити за формулою

$$W_{\text{год}} = B \cdot V_M \frac{3600}{10^4}.$$

де B – ширина захвату картоплесаджалки, м.

Максимальна продуктивність дворядкової картоплесаджалки з шириною міжряддя $B=600\text{мм}$:

$$W_{\text{год}} = 0.6 \cdot 2.5 \frac{3600}{10^4} \approx 1 \text{ га/год.}$$

Кількість коренеплодів, висаджена на 1 га:

$$N = \frac{10000}{l_c \cdot b} = \frac{10000}{0.350 \cdot 0.600} \approx 4762 \text{ шт.},$$

або в кілограмах, при середній масі картоплини $m_k=70 \text{ г.}$:

$$N \cdot m_k = 4762 \cdot 0.07 \approx 3333 \text{ кг}$$

Об'єм насінневого матеріалу, необхідного для засаджування 1 га:

$$\frac{N \cdot m_k}{\rho} = \frac{4762 \cdot 0.07}{650} \approx 5 \text{ м}^3.$$

Кількість заправок бункера при засаджуванні 1 га

$$\frac{N \cdot m_k}{\rho} \cdot \frac{1}{V_{\text{бунк}}} = \frac{4762 \cdot 0.07}{650} \cdot \frac{1}{0.5} \approx 10.$$

Насінневого матеріалу з одного бункера вистачить на довжину

$$L = \frac{V_{\text{бунк}} \cdot \rho \cdot k_{\text{бунк}}}{m_k} \cdot l_c = \frac{0.5 \cdot 650 \cdot 0.7}{0.07} \cdot 0.35 \approx 1140 \text{ м.}$$

При човниковому способі руху оптимальна довжина гону

$$L_{\Gamma} = \frac{L}{2} = \frac{1137}{2} \approx 570 \text{ м.}$$

Усі розрахунки картоплесаджалки виконано за допомогою прикладної системи математичних розрахунків MathCad (додаток Б).

2.4. Розрахунок бункера картоплесаджалки

Мінімально необхідний об'єм бункера для насінневого матеріалу масою $m_{\sigma} = 200$ кг розраховуємо за формулою

$$V_{\text{бунк}} = \frac{m_{\sigma}}{\rho \cdot k_{\text{бунк}}}, \quad (2.10)$$

де ρ - густина бульби, кг/м^3 , $\rho = 650 \text{ кг/м}^3$;

$k_{\text{бунк}}$ - коефіцієнт заповнення об'єму бункера бульбою, $k_{\text{бунк}} = 0,7$.

$$V_{\text{бунк}} = \frac{200}{650 \cdot 0,7} = 0,44 \text{ м}^3.$$

Приймаємо об'єм бункера $V_{\text{бунк}} = 0,5 \text{ м}^3$.

Бункер машини складається з плоских призматичних стінок, укріплених горизонтальними та вертикальними ребрами жорсткості і є симетричним відносно поздовжньої осі машини. Розрахункова схема стінки бункера показана на рис. 2.5.

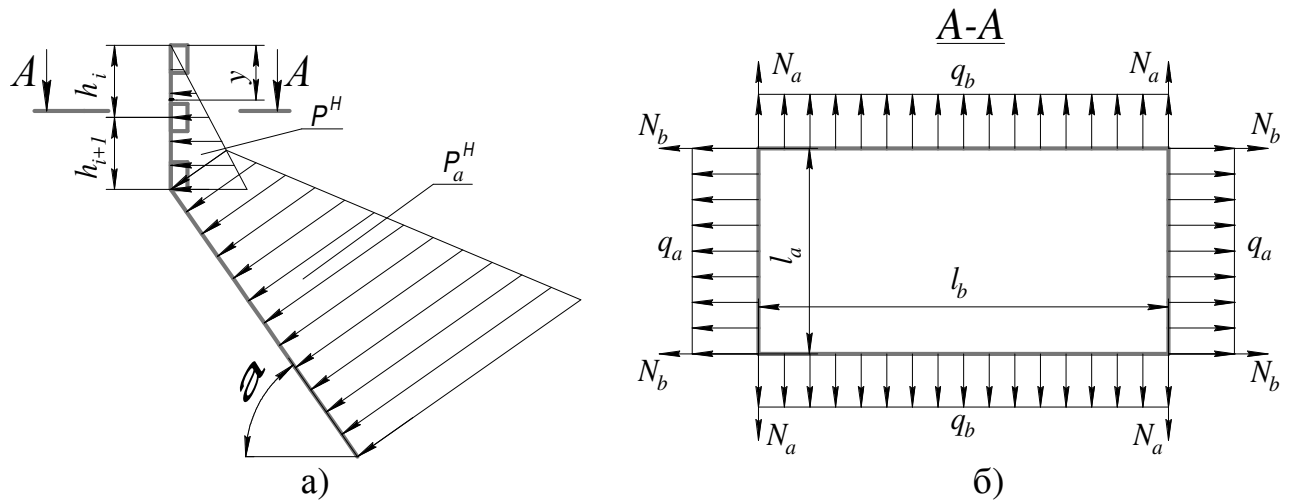


Рис. 2.3. Розрахункові схеми бункера:

а – нахилених стінок; б – горизонтальних ребер.

Бункери з плоскими стінками розраховують на дію навантаження: від ваги конструкції, а також від тиску сипучого кускового матеріалу. При розрахунку приймають коефіцієнти перевантажень: від ваги конструкції $n_1=1,1$; від тиску сипучого матеріалу $n_2=1,3$.

Плоскі стінки бункерів розраховують як пластинки, що знаходяться у стані циліндричного згину під дією рівномірно розподіленого навантаження від тиску сипучого матеріалу. Навантаження визначається для середини кожного відсіку і вважається постійним для кожного відсіку. Розрахункові зусилля в пластинках визначаються, виходячи з умови шарнірного їх закріплення на нерухомих опорах (ребрах). Згинаючий момент на 1 см ширини обшивки посередині прольоту пластинки рівний:

$$M = M_\sigma - 4n_2 P_\alpha^H l^2 N / \pi^3 (N + N_E), \quad (2.11)$$

де M_σ – згинаючий момент для простої балки посередині прольоту;

N – поздовжнє розтягуюче зусилля в обшивці:

$$N = \sqrt[3]{\frac{Et}{1-\nu^2} \cdot \frac{(n_2 P_\alpha^H)^2 l^3}{24}}, \quad (2.12)$$

$$N_E = \pi^2 Et^4 / 12(1-\nu^2) l^2, \quad (2.13)$$

l – відстань між ребрами жорсткості ;

t – товщина обшивки.

Напруження в стінці бункера визначається як сума напружень від згину і поздовжнього розтягу. Міцність обшивки перевіряють за формулою:

$$\sigma = \frac{N}{t} \pm \frac{M_{MAX}}{W} = \frac{N}{t} \pm \frac{6M_{MAX}}{t^2} \leq \gamma[\sigma], \quad (2.14)$$

де $W = t^2/6$ - момент опору смужки в обшивці, приведений до одиниці ширини;

$\gamma=0,8$ – коефіцієнт умов роботи;

$[\sigma]=160$ МПа – максимально допустимі нормальні напруження в обшивці.

Тиск сипучого матеріалу залежить від висоти стовпа, його фізико-механічних властивостей і кута нахилу до горизонту розглядуваної площини. Вертикальний q^H і горизонтальний p^H нормативний тиск сипучого матеріалу в бункерах визначається за формулами:

$$q^H = \gamma \cdot y; \quad p^H = k \cdot \gamma \cdot y, \quad (2.15)$$

де γ – питома вага сипучого матеріалу;

y – відстань від верху сипучого матеріалу до розглядуваного перерізу;

$k = tg^2(45^\circ - \varphi/2)$ - відношення горизонтального тиску до вертикального;

φ – кут природнього відкосу сипучого матеріалу.

При розрахунку нахилених стінок замість p^H підставляють значення нормативного тиску сипучого матеріалу, направлено перпендикулярно нахиленій поверхні стінки (рис. 2.17, а):

$$P_\alpha^H = (\cos^2 \alpha + k \sin^2 \alpha) \cdot q^H. \quad (2.16)$$

Розподілене по довжині ребра навантаження:

$$\text{для вертикальної стінки:} \quad q = n_2 p^H (h_i + h_{i+1})/2; \quad (2.17)$$

$$\text{для нахиленої стінки:} \quad q_\alpha = n_2 p_\alpha^H (h_i + h_{i+1})/2 \sin \alpha. \quad (2.18)$$

Розподіл навантаження на ребра бункера показано на рис. 2.5.

Горизонтальні ребра розраховують на сумісну дію поздовжніх розтягуючих сил і рівномірно розподіленого поперечного навантаження, що

виникає від тиску сипучого матеріалу на прилягаючу до ребер частину обшивки. Розрахункова схема показана на рис. 2.5, б і представляє собою замкнуту рамку з жорсткими вузлами.

При жорсткому з'єднанні ребер суміжних граней і симетричній розрахунковій схемі моменти у вузлах рами:

$$M_{on} = \frac{q_a l_a^3 + q_b l_b^3}{12(l_a + l_b)}. \quad (2.19)$$

Міцність ребра перевіряють як для стиснуто-зігнутого стержня:

$$\sigma = \frac{N}{A_p} \pm \frac{M_{MAX}}{W_p} \leq \gamma R, \quad (2.20)$$

де A_p, W_p – відповідно площа і момент опору ребра з прилеглою до нього частиною обшивки, шириною рівною $30 t$, коефіцієнт умов роботи $\gamma = 1,0$.

Визначимо напружений стан удосконаленого бункера (напруження, які виникають в стінці та опорах бункера).

За формулою (2.23) визначаємо вертикальний нормативний тиск сипучого матеріалу в бункері на висоті 1 м, беручи до уваги, що питома вага картоплі на одиницю площі стінки бункера складає 150 кг/м^2 :

$$q^H = 150 \cdot 1 = 150 \frac{\text{кг}}{\text{м}} = 1,471 \frac{\text{кН}}{\text{м}}.$$

За формулою (2.24) визначаємо значення нормативного тиску сипучого матеріалу, направлено перпендикулярно нахиленій поверхні стінки, беручи до уваги, що кут природнього відкосу картоплі складає 30° , а кут нахилу стінки бункера – 45° :

$$P_\alpha^H = (\cos^2 45 + \text{tg}^2(45^\circ - 30/2) \sin^2 45) \cdot 1.47 = 980.7 \text{ Н/м}.$$

За формулами (2.20) та (2.21) визначаємо зусилля в обшивці бункера при товщині обшивки 4 мм та відстані між ребрами жорсткості 50 мм:

$$N = \sqrt[3]{\frac{2.1 \cdot 10^{11} \cdot 0.004}{1 - 0.3^2} \cdot \frac{(1.3 \cdot 980.7)^2 \cdot 0.05^3}{24}} = 1.98 \text{ кН},$$

$$N_E = \pi^2 \cdot 2.1 \cdot 10^{11} \cdot 0.004^4 / 12(1 - 0.3^2) \cdot 0.05^2 = 19.44 \text{ кН}.$$

Максимальний згинаючий момент в обшивці бункера визначаємо за формулою (2.19), беручи до уваги, що згинаючий момент посередині прольоту поперечини бункера становить 200 Нм :

$$M_{\max} = 200 - \frac{4 \cdot 1.3 \cdot 980.7 \cdot 0.05^2 \cdot 1.98}{\pi^3(1.98 + 19.44)} = 199.96 \text{ Нм.}$$

За формулою (2.22) визначаємо напруження в обшивці бункера:

$$\sigma = \frac{1980}{0.004 \cdot 1} \pm \frac{6 \cdot 199.96}{0.004^2 \cdot 1} = 75.48 \text{ МПа,}$$

що не перевищує допустимі напруження з врахуванням умов роботи

$$75.48 \text{ МПа} < 160 \cdot 0.8 = 128 \text{ МПа} .$$

Розподілене по довжині ребра навантаження для нахиленої стінки:

$$q_{\alpha} = 1.3 \cdot 980.7(0.5 + 0.5)/2 \sin 45 = 901.46 \text{ Н/м.}$$

Визначаємо за формулою (2.23) горизонтальний нормативний тиск сипучого матеріалу в бункері на висоті 1,8м:

$$q^H = 0.333 \cdot 150 \cdot 1.8 = 90 \frac{\text{кг}}{\text{м}} = 882.6 \frac{\text{кН}}{\text{м}} .$$

Визначаємо за формулою (2.27) момент у опорах

$$M_{on} = \frac{901.46 \cdot 0.4^3 + 882.6 \cdot 0.7^3}{12(0.4 + 0.7)} = 27 \text{ Нм.}$$

Визначаємо за формулою (2.28) напруження в ребрах опори

$$\sigma = \frac{N}{A_p} \pm \frac{M_{on}}{W_p} = \frac{N}{30t \cdot t} \pm \frac{6M_{on}}{30t \cdot t^2} = \frac{1984}{30t \cdot t} + \frac{6 \cdot 27.3}{30t \cdot t^2} = 89.5 \text{ МПа,}$$

що менше максимально допустимого значення $89.5 \text{ МПа} < 160 \text{ МПа} .$

3. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

3.1. Кінематичний розрахунок приводу вичерпувального апарату

Привод вичерпувального апарату здійснюється від опорних коліс картоплесаджалки через зірочку ланцюгової передачі, яка розташована на валу опорних коліс (рис. 3.1).

Необхідний діаметр зірочки ланцюгової передачі визначаємо з наступних міркувань. При відомому діаметрі колеса $D_k=540$ мм та заданому кроку садіння $l_c=350$ мм за один оберт колеса повинна висаджуватись наступна кількість картоплин:

$$X = \frac{D_k \pi}{l_c}, \quad (3.1)$$

$$X = \frac{D_k \pi}{l_c} = \frac{540 \cdot 3.14}{350} \approx 4.8 = \frac{d_3 \pi}{l_l},$$

звідки, наближено приймаючи крок між ложечками $l_l=100$ мм, визначаємо ділильний діаметр зірочки

$$d_3 = D_k \frac{l_l}{l_c} = \frac{540 \cdot 100}{350} = 154.3 \text{ мм.}$$

Вибираємо для ланцюгової передачі дюймовий ланцюг з кроком $h=25.4$ мм і уточнюємо крок між ложечками.

Ложечки треба встановити через наступну кількість ланок ланцюга:

$$n = \frac{l_l}{h} = \frac{100}{25.4} = 3.94 \approx 4.$$

Приймаємо, що ложечки будуть встановлені через кожну четверту ланку ланцюга ($n=4$) і визначаємо точне значення кроку ложечок:

$$l_c = h \cdot n = 25.4 \cdot 4 = 101.6 \text{ мм.}$$

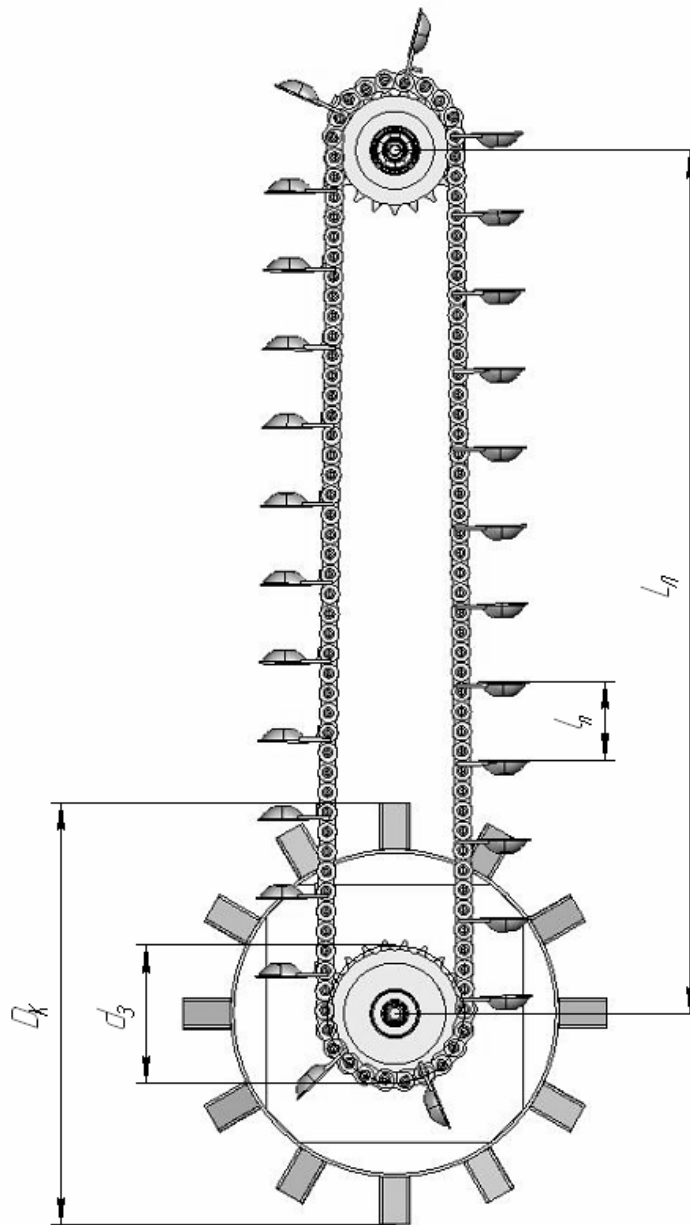


Рис. 3.1. Розрахункова схема приводу вичерпувального апарату

Співвідношення між ділільним діаметром d і кількістю зубів z зірочки та кроком ланцюга h

$$d_3 = \frac{h \cdot z}{\pi}, \quad (3.2)$$

звідки кількість зубів зірочки

$$z = \frac{d_3 \cdot \pi}{h} = \frac{154.3 \cdot 3.14}{25.4} = 19.$$

3.2. Розрахунок вала ходових коліс

Розрахункова схема вала зображена на рис.3.2.

Величина максимального вертикального навантаження на колесо:

$$N_{\sigma} = \frac{1}{2} N_{к.с.} + \frac{1}{2} N_{\sigma},$$

де $N_{к.с.} = 3600$ Н – навантаження від ваги картоплесаджалки;

$N_{\sigma} = 2500$ Н – навантаження від ваги завантаженої в бункер картоплі (при максимальній загрузці).

$$N_{\sigma} = \frac{1}{2} \cdot 3600 + \frac{1}{2} \cdot 2500 = 3050 \text{ Н}.$$

Величина горизонтального навантаження

$$N_{\tau} = \frac{1}{2} F_0 \cdot B,$$

де $F_0 = 2150$ Н/м – питомий тяговий опір коліс саджалки [2];

B — ширина захвату картоплесаджалки ($B = 1,40$ м)

$$N_{\tau} = \frac{1}{2} \cdot 2150 \cdot 1,4 = 1505 \text{ Н}.$$

Величина крутного моменту на привод картоплесаджалки при максимальній швидкості посадки $V = 9$ км/год

$$M_{кр.} = 125 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Враховуючи, що колеса і опори розташовані симетрично середини приводного вала, опорна реакція в горизонтальній площині

$$R_{\tau} = N_{\tau} = 1505 \text{ Н}.$$

в вертикальній площині

$$R_{\sigma} = N_{\sigma} = 3050 \text{ Н}.$$

Згинальний момент в горизонтальній площині

$$M_{32}^z = 1505 \cdot 45,0 = 6,7 \cdot 10^4 \text{ Н}\cdot\text{мм}.$$

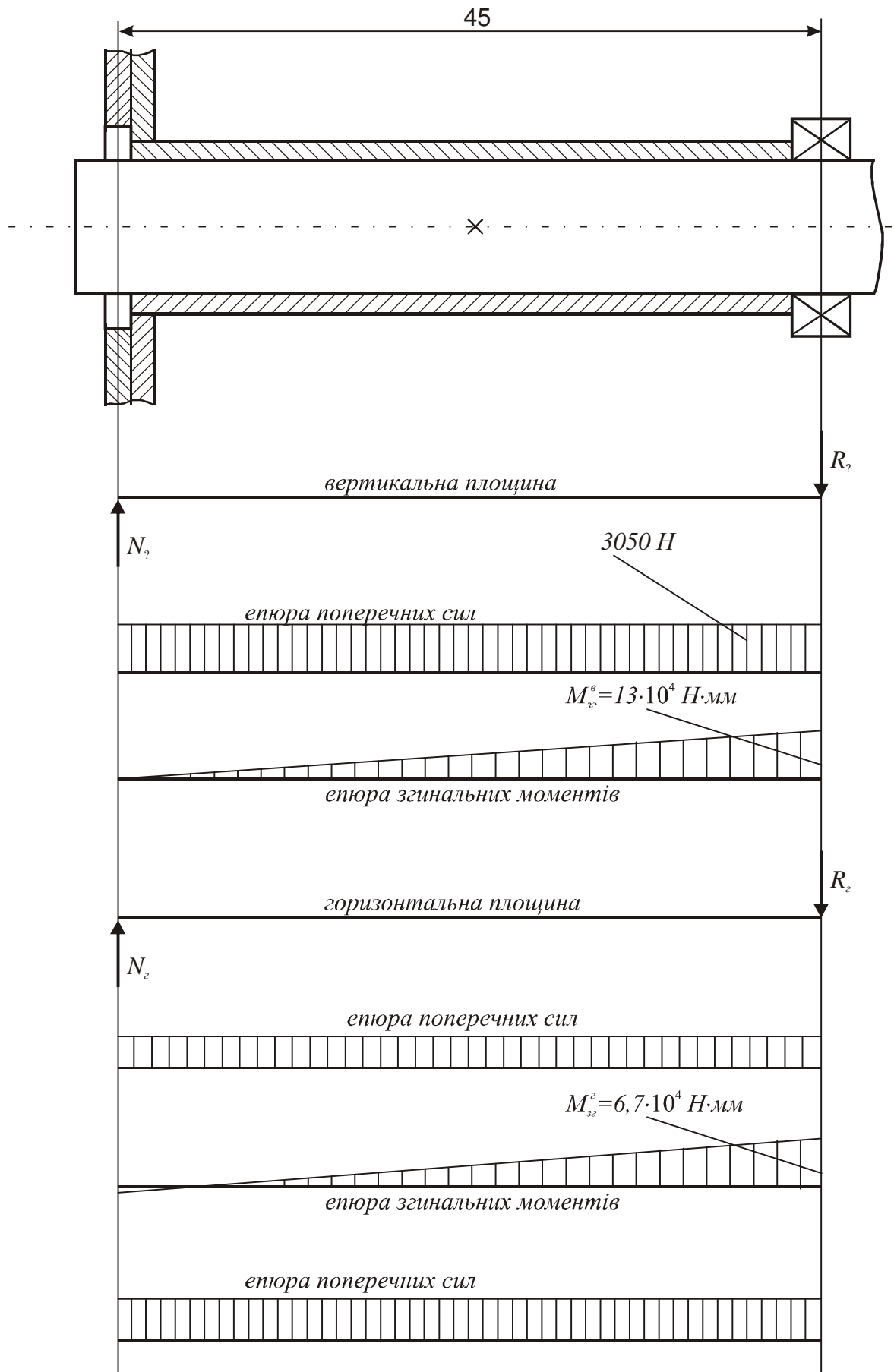


Рис. 3.2. Розрахункова схема вала ходових коліс

Згинальний момент у вертикальній площині

$$M_{32}^e = 3050 \cdot 45,0 = 13 \cdot 10^4 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Сумарний згинальний момент

$$M_{32} = \sqrt{(M_{32}^c)^2 + (M_{32}^e)^2} = \sqrt{(6,7 \cdot 10^4)^2 + (13 \cdot 10^4)^2} = 14,6 \cdot 10^4 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Еквівалентний момент за III теорією міцності

$$M_{екв} = \sqrt{M_{32}^2 + M_{кр}^2} = \sqrt{(14,6 \cdot 10^4)^2 + (12,5 \cdot 10^4)^2} = 19,2 \cdot 10^4 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Діаметр вала під підшипником [4]

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{екв}}{0,1[\sigma_{-1}]}} = \sqrt[3]{\frac{19,2 \cdot 10^4}{0,1 \cdot 50}} = 33,6 \text{ мм}.$$

Приймаємо діаметр вала під підшипником рівним 35 мм.

Враховуючи, що в поперечному перерізі діаметр повинен бути відповідним до розміру ближнього внутрішнього посадочного місця підшипника, діаметр вала приймаємо $d = 35$ мм.

Матеріали для вала приймаємо Сталь 45, нормалізовану $\sigma_B = 610 \text{ Н/мм}^2$, $\sigma_T = 360 \text{ Н/мм}^2$. Границя витривалості Сталі 45 (формули 13,24 і 13,26) [4]. При згині $\sigma_{-1} \approx 0,43\sigma_B = 0,43 \cdot 610 \approx 260 \text{ Н/мм}^2$; при крученні $\tau = 1 \approx 0,58 \cdot \sigma_{-1} = 0,58 \cdot 260 = 150 \text{ Н/мм}^2$.

Нормальні напруження для перерізу підшипником [4].

$$\sigma_a = \sigma_{32} = \frac{M_{32}}{W} = \frac{14,6 \cdot 10^4}{4207} = 34,2 \text{ Н/мм}^2.$$

де, для круглого перерізу табл. 13,2 [4]

$$W = \frac{\pi d^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 35^3}{32} = 4207 \text{ мм}^3.$$

Дотичні напруження від кульового циклу для перерізу під підшипником

$$\tau_a = \tau_m = \frac{\tau_{\max}}{2} = \frac{M_{кр}}{2W_k} = \frac{12,5 \cdot 10^4}{2 \cdot 8414} = 8 \text{ Н/мм}^2.$$

де, момент опору при крученні [4]:

$$W = \frac{\pi d^3}{16} = \frac{3.14 \cdot 35^3}{16} = 8414 \text{ мм}^3.$$

Еквівалентні коефіцієнти концентрації напружень — напрям підшипником для сталі 45 з границею міцності менше 700 Н/мм²

$$k_{\sigma} = 2,44; \quad k_{\tau} = 1,8.$$

Масштабні фактори для вала $d = 35$ мм [4]

$$\varepsilon_{\sigma} = 0,86; \quad \varepsilon_{\tau} = 0,74.$$

Коефіцієнти, що враховують постійну складову циклу для середньовуглецевих сталей [4]

$$\psi_{\sigma} = 0,2; \quad \psi_{\tau} = 0,1.$$

Коефіцієнт запасу міцності по нормальним напруженням [4]

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} \sigma_a + \psi_{\sigma} \cdot \sigma_m} = \frac{260}{\frac{2,4}{0,86} \cdot 34,2 + 0,2 \cdot 0} = 2,7;$$

$$n_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} \tau_a + \psi_{\tau} \cdot E_m} = \frac{150}{\frac{1,8}{0,74} + 8 \cdot 0,1 \cdot 8} = 13,4.$$

Отже, міцність та жорсткість вала ходових коліс забезпечуються.

3.3. Розробка моделі об'єкту проектування

На рис. 3.3 показана 3D модель висаджувального апарату з бункером, створена за допомогою системи твердотільного моделювання SOLIDWORKS.

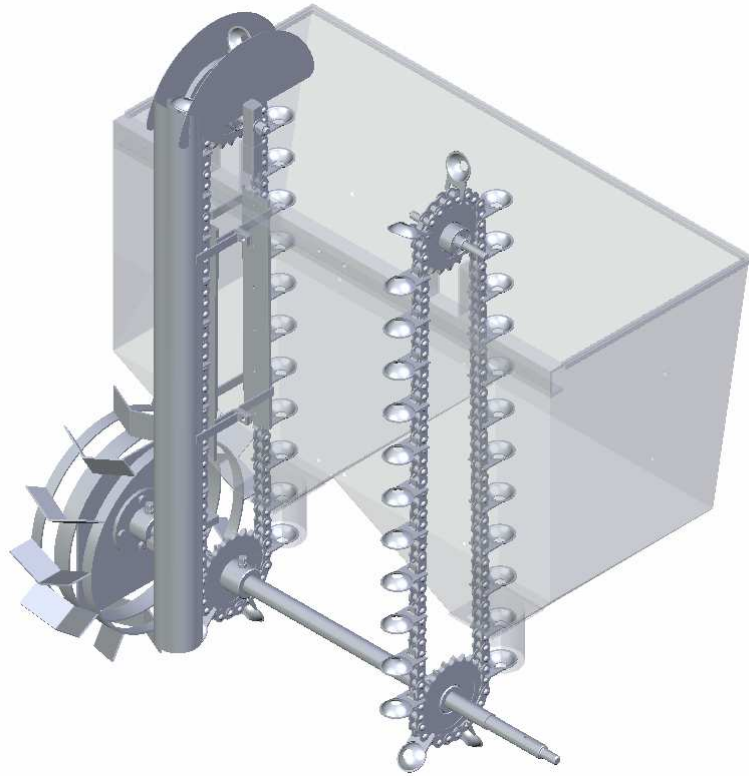


Рис. 3.3. Твёрдотільна модель висаджувального апарата картоплесаджалки

У системі тривимірного моделювання SOLIDWORKS створюємо твёрдотільну модель найбільш навантаженого елемента висаджувального апарата картоплесаджалки – вичерпувальної ложечки (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Твёрдотільна модель вичерпувальної ложечки

За допомогою модуля кінцевоелементного аналізу Simulation системи тривимірного моделювання SolidWorks проводимо аналіз напружено-деформітивного стану ложечки (рис. 3.5).

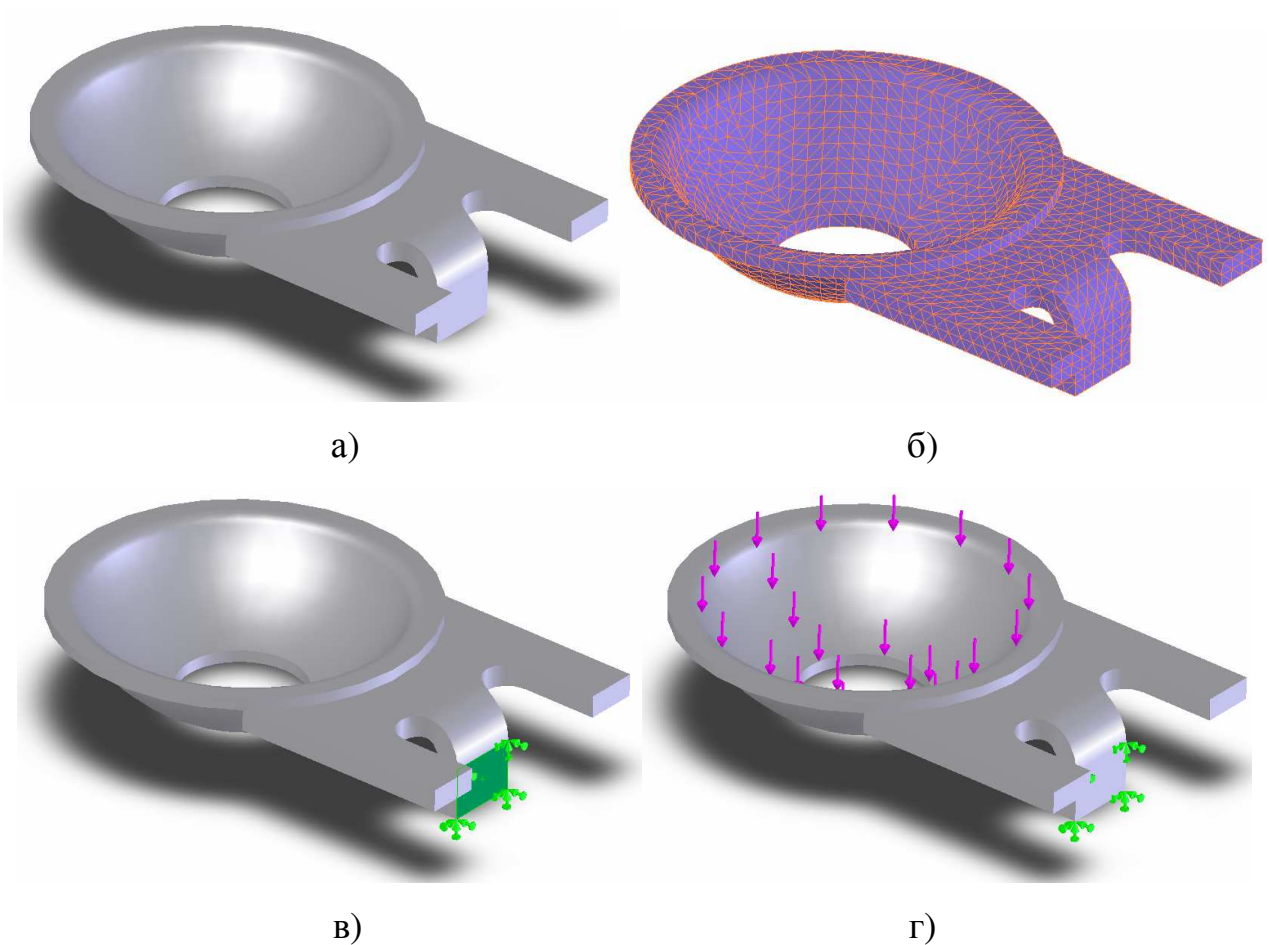


Рис. 3.5. Моделювання дискового ножа

Для цього завантажуюмо 3D-модель ложечки у модуль інженерного аналізу Simulation (рис. 3.5, а).

Створюємо сітку кінцевих елементів (рис. 3.5, б).

Задаємо умови закріплення ложечки (рис. 3.5, в). Оскільки ложечка на кріпиться нерухомо до ланки ланцюга, то задаємо умови защемлення на торці.

Задаємо зовнішнє навантаження, яке діє на ложечку. Для цього на площині півсфери ложечки, задаємо розосереджене зусилля, величину якого розраховуємо з наступних міркувань.

Коли ложечка у нижній точці бункера зачерпує картоплину з бульбовороху, то на неї дії вага вороху, об'єм якого визначатиметься зрізаним конусом (рис. 3.6), геометричні розміри якого, в свою чергу, визначатимуться

радіусом чашки ложечки ($r = 30\text{мм}$), кроком між ложечками ($l_{л} = 101,6\text{ мм}$) та кутом природного відкосу бульбовороху ($\alpha = 30^\circ$).

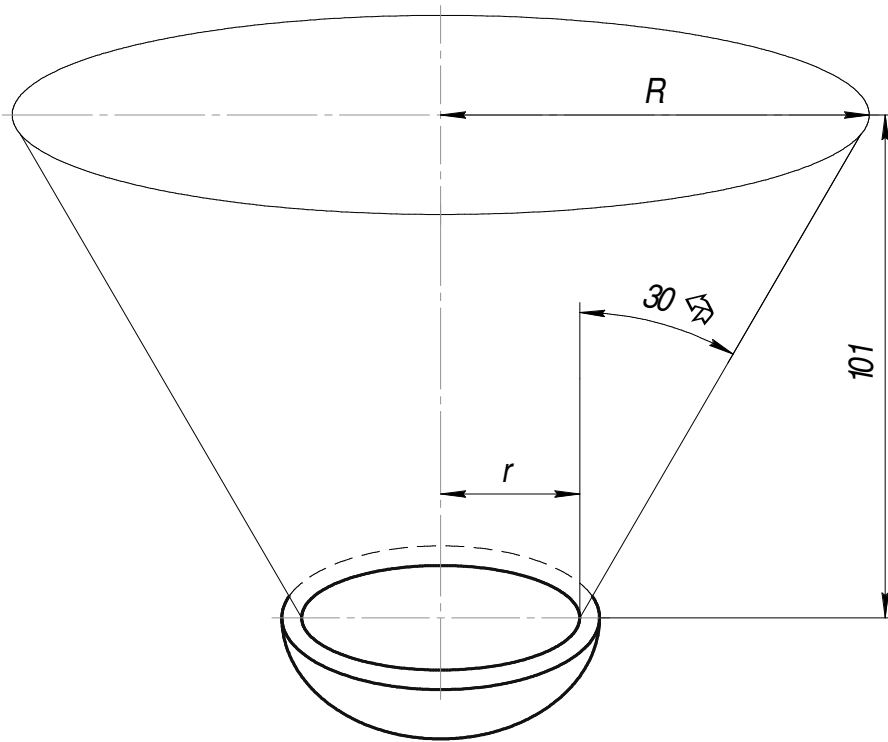


Рис. 3.6. Розрахункова схема для визначення навантаження на ложечку

Більший радіус зрізаного конуса (з рис. 3.6)

$$R = h \cdot \operatorname{tg}(\alpha) + r = 101,6 \cdot \operatorname{tg}(30) + 30 = 0,089 \text{ м.}$$

Об'єм зрізаного конуса:

$$V_{\text{кон}} = \frac{\pi \cdot h}{3} (R^2 + R \cdot r + r^2) = \frac{\pi \cdot 101,6}{3} (89^2 + 89 \cdot 30 + 30^2) = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

Навантаження на ложечку з врахуванням коефіцієнта динамічності $k = 1,8$

$$F = V_{\text{кон}} \cdot \rho \cdot k_{\text{бунк}} \cdot g \cdot k = 1,2 \cdot 10^{-3} \cdot 650 \cdot 0,7 \cdot 9,81 \cdot 1,8 \approx 10 \text{ Н.}$$

Результати розрахунку напружено-деформованого стану вичерпувальної ложечки за допомогою модуля кінцевоелементного аналізу CosmosWorks системи тривимірного моделювання SolidWorks подано на рис. 3.7.

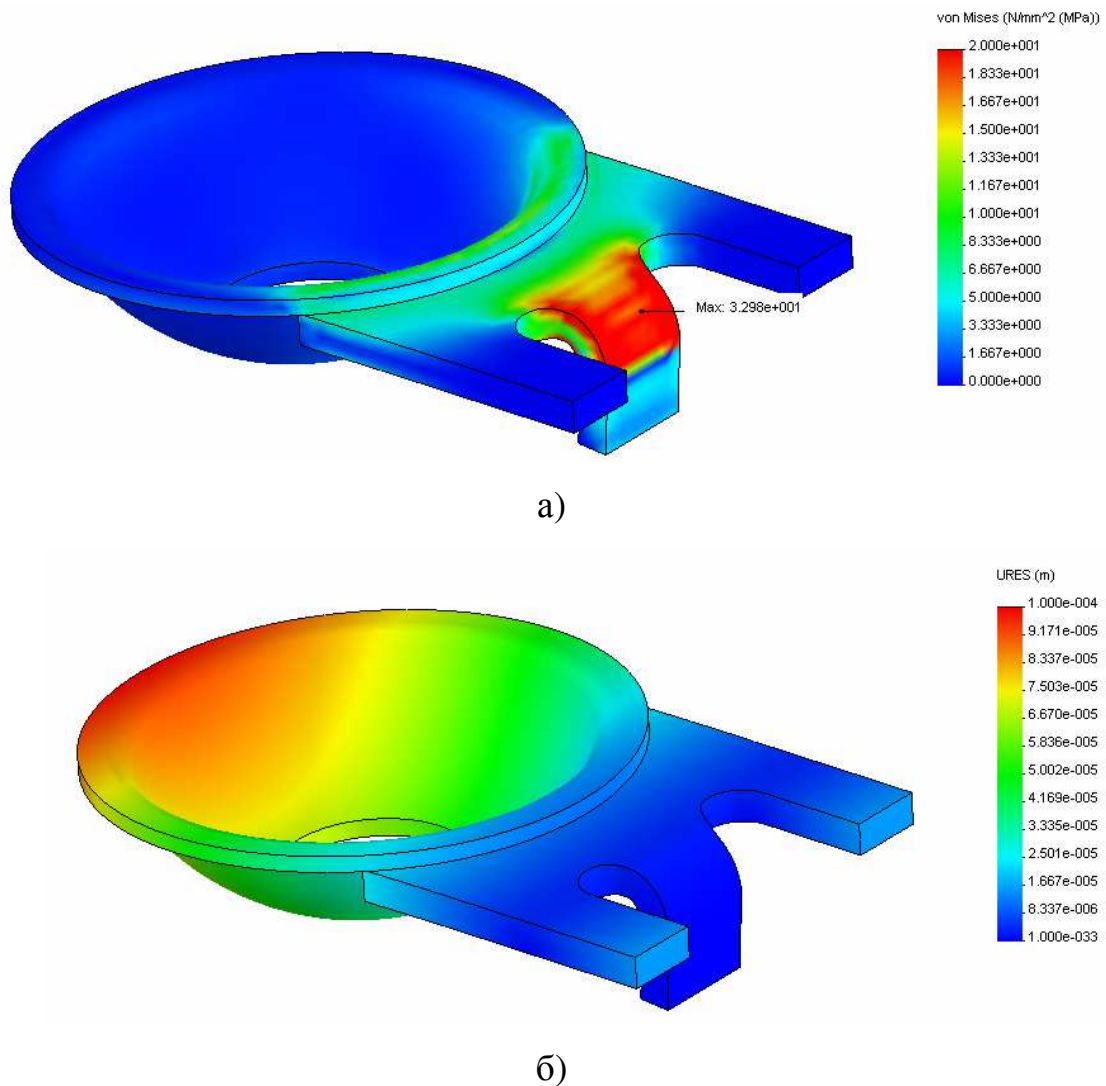


Рис. 3.7. Результати розрахунку ложечки:

а - напруження, МПа (за теорією Фон Мізеса); б - переміщення точок, мм.

Максимальні напруження в місці кріплення ложечки до ланцюга становлять $\sigma \approx 33$ МПа.

Максимальне переміщення крайньої точки чашечки становить 0,1 мм.

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1. Історія розвитку охорони праці

У сучасних умовах ринкових відносин в Україні створюється, реконструюється і функціонує велика кількість малих, середніх і великих підприємств сільськогосподарського призначення. Роботодавці таких підприємств несуть повну відповідальність за створення безпечних і здорових умов праці для своїх працівників, попередження випадків травматизму, профзахворювань, аварій і пожеж. Закон України "Про охорону праці" встановив основні принципи державної політики в галузі охорони праці: пріоритет життя і здоров'я працівників, повної відповідальності роботодавця за створення безпечних і здорових умов праці, комплексного розв'язання завдань охорони праці, соціального захисту працівників, повного відшкодування збитків особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві і професійних захворювань, використання економічних методів управління, виконання нормативів охорони праці незалежно від форм власності і видів діяльності підприємства.

В Україні створена нормативно-правова база ефективної охорони праці. В 1999 р. прийнятий Закон України „Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності”.

Закон передбачає диференціацію страхових тарифів залежно від класу професійного ризику виробництва, рівня травматизму і стану охорони праці в господарстві. Отже, роботодавець економічно зацікавлений в поліпшенні безпеки праці на виробництві. Розрахунки показують, що економічні наслідки нещасних випадків коштують у десять разів дорожче, ніж вартість заходів щодо їх попередження.

Закон України „Про охорону праці” вимагає, щоб на кожному підприємстві діяла Система управління охороною праці (СУОП). Вперше СУОП була розроблена і застосована в Україні на підприємствах Львівської області у 1976 р.

В 1999 р. був затверджений міжнародний стандарт OHSAS 18001-99 „Система керування охороною здоров'я та безпекою персоналу” (Occupational Health and Safety Assurance System (OHSAS)), який зараз впроваджується в розвинутих країнах. Ця система передбачає управління ризиками в галузі охорони здоров'я та безпеки праці.

Бажання України вступити до Всесвітньої організації торгівлі потребує адаптації нормативно-правової бази до вимог стандартів та директив Європейського Союзу. Росія гармонізувала свою СУОП, впровадивши стандарт Р.12.0.006-2002 „ССТБ. Общие требования к управлению охраной труда в организации”.

Згідно зі стандартом OHSAS, планування заходів з охорони праці повинно будуватися не тільки на підставі відповідності стану умов та безпеки праці вимогам нормативно-правових актів з охорони праці, а й на підставі управління ризиками виникнення аварій, нещасних випадків та профзахворювань за допомогою методики їх виявлення й оцінки для усунення неприпустимих ризиків.

Успіх функціонування системи управління охороною праці залежить від зобов'язань, що були прийняті на всіх рівнях управління, всіма підрозділами організації (підприємства), особливо її керівництвом (роботодавцем). Підприємство повинно провести сертифікацію СУОП, провести самооцінку і самодекларацію відповідності вимогам норм охорони праці і СУОП.

Одна з найдавніших міжурядових організацій з охорони праці – Міжнародна організація праці (МОП) – була створена у 1919 р.

Зараз штаб-квартира МОП – Міжнародне бюро праці (МБП) – розташована в Женеві (Швейцарія).

Головною метою МОП, згідно з її Статутом, є сприяння встановленню загального і міцного миру на основі соціальної справедливості, поліпшення умов праці і життя працівників усіх країн.

Виключна особливість МОП – це її тристороння структура: в діяльності Організації на рівних засадах беруть участь представники урядів, організацій працівників і роботодавців усіх країн - членів МОП.

До основних напрямів діяльності МОП належать :

- участь у міжнародно-правовому регулюванні праці шляхом розроблення та ухвалення нормативних актів (конвенцій і рекомендацій) з питань умов праці і життя працівників;

- розроблення та здійснення міжнародних цільових програм, спрямованих на вирішення важливих соціально-трудоових проблем (зайнятість, умови праці та ін.);

- надання допомоги державам - членам МОП в удосконаленні національного трудового законодавства, професійно-технічної підготовки працівників, поліпшенні умов праці шляхом здійснення міжнародних програм технічного співробітництва, проведення дослідницьких робіт та видавничої діяльності.

МОП прийняла 181 конвенцію і 188 рекомендацій з різних соціально-трудоових проблем. На цей час Україна ратифікувала 50 конвенцій МОП, серед яких – найважливіші нормативні акти, що стосуються основоположних прав людини.

Вищим органом МОП є Міжнародна конференція праці; виконавчий орган – Адміністративна рада.

За останні роки МОП ухвалила низку значних міжнародно-правових документів, спрямованих на захист працівників від професійних ризиків (у публікаціях МБП цей термін визначається як „джерело небезпеки для життя й здоров'я працівника, з яким він стикається у виробничому середовищі під час виконання своїх виробничих функцій”).

У 1981 р. 67-ма сесія Міжнародної конференції праці ухвалила Конвенцію 155, доповнену Рекомендацією щодо професійної безпеки, здоров'я та виробничого середовища.

В обох актах передбачені заходи, яких треба вживати на національному рівні та на самих підприємствах. Державна влада покликана формулювати, здійснювати і періодично переглядати національні заходи щодо запобігання нещасним випадкам, профзахворюванням та спричиненій ними шкоді для здоров'я. Роботодавці, зі свого боку, повинні зробити все необхідне, щоб робочі місця, машини, обладнання та виробничі процеси були безпечними і не становили загрози для здоров'я, а також забезпечити заходи з надання невідкладної допомоги потерпілим. Працівники зобов'язані знати і виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці, співробітничати з роботодавцем у справі організації безпечних і нешкідливих умов виробництва, а також мають право припинити роботу, якщо вважають, що ця робота небезпечна для їхнього життя чи здоров'я або для навколишніх людей і природного середовища.

МОП надає великого значення обмінові науково-технічною інформацією між країнами - членами Організації. Такий обмін здійснюється, зокрема, в рамках існуючого з 1959 р. Міжнародного інформаційного центру з техніки безпеки та гігієни праці (МІЦ), який узагальнює та систематизує результати національних наукових досліджень у зазначених галузях, що подаються інформаційними центрами.

МОП ухвалила Конвенцію 121 та Рекомендацію 121 про допомогу у випадку виробничого травматизму, Конвенцію 128 про допомогу з інвалідності, старості і у випадку втрати годувальника, а також відповідну Рекомендацію 131.

В статті 4 Конвенції 155 вказується, що в кожній країні, яка є членом МОП, повинна бути розроблена національна політика щодо охорони праці з метою попередження нещасних випадків і пошкодження здоров'я під час праці,

усунення можливих причин небезпек шляхом проведення організаційно-технічних заходів, професійної підготовки працівників.

4.2. Техніка безпеки при експлуатації картоплесаджалки

Експлуатація та ремонт картоплесаджалки здійснюється трактористом. Не допускаються до управління агрегатом особи, які не пройшли ознайомлення з будовою, роботою та правилами експлуатації картоплесаджалки, а також особи, які знаходяться у нетверезому та хворобливому стані.

При підготовці до роботи переконайтеся в повній справності трактора і картоплесаджалки.

Забороняється експлуатація агрегату без обладнання трактора додатковою вагою загальною масою не менше приведеної маси машини.

Приєднання картоплесаджалки до трактора (при заглушеному двигуні) здійснюється трактористом і робітником.

Знаходження робітника між колесами картоплесаджалки і трактора не допускається.

Завантаження картоплесаджалки картоплею виконувати при повній зупинці агрегата та в борозні. Не завантажувати в бункери картоплесаджалки більше 250 кг картоплі.

Транспортувати картоплесаджалку з незаповненим бункером з швидкістю не більше 20 км/год.

Не відкривати повністю завантажену картоплесаджалку від трактора. Не запускати агрегат у роботу, поки не переконаєтесь у відсутності людей перед і під картоплесаджалкою.

Всі операції технічного і технологічного обслуговування (крім завантаження картоплі) виконувати тільки при виключеному двигуні трактора.

Під час роботи і транспортуванні, знаходженні людей на картоплесаджалці забороняється.

При експлуатації машини необхідно дотримуватись правил безпеки. Для безпечної роботи на сільськогосподарській машині необхідно дотримуватись наступних вимог [13]:

До роботи по технічному обслуговуванню, транспортування, обкатці і використанню машини допускаються особи, які пройшли спеціальну підготовку, при наявності відповідного посвідчення на право керування даною машиною.

Перед запуском двигуна важіль переключання діапазонів повинен бути в нейтральному положенні, а подушки педалей управління гідронасосом – в одному положенні. При цьому важіль керування гідронасосом повинен знаходитися в вертикальному положенні. Муфта приводу робочих органів повинна бути включена.

Перед включенням передач, а також початком руху водій повинен впевнитись в відсутності сторонніх людей на машині або коло неї і подати попереджувальний звуковий сигнал.

для попередження випадкового руху машини із місця водій повинен перед виходом із кабіни при працюючому двигуні заблокувати педаль управління гідронасосом заціпкою і загальмувати машину стоянковим гальмом.

При рухові машини водій повинен знаходитись на сидінні. Забороняється перебування сторонніх людей на працюючій машині або коло неї.

Забороняється очищати, ремонтувати або регулювати вузли машини під час її руху. Всі види регулювань виконуються при зупиненому двигуні.

Забороняється працювати під машиною, якщо копачі підняті і під колеса не підставлені упорні клини. В випадку ремонту копачів або технічного огляду за ними необхідно попередньо підставити в місцях піддомкращувальні

пристрої підпори, а під колеса встановити упорні клини. При слабому ґрунті під домкрат підставляють міцну дошку. Якщо при проведенні технічного огляду або ремонті потрібно підняти одну із сторін машини, користуються домкратом вантажопідйомністю не менше 5 т. Неможна знаходитись під машиною, піднятою на домкрат.

Забороняється рухати руками робочі органи при працюючому двигуні.

Забороняється експлуатувати машину без захисних кожухів і огорож карданних, пасових і ланцюгових передач.

Надівати паси і ланцюги на шківи і зірочки, а також змащувати підшипники під час роботи машини забороняється.

Забороняється працювати на машині при ослабленому кріпленні вузлів і агрегатів.

Буксирують машину тільки на жорсткій зчипці, із відкритою передачею редуктора діапазонів.

Необхідно систематично перевіряти справність і надійність роботи гальм, рульового керування, механізму перемикування діапазонів.

При машинні повинна бути аптечка із необхідними медикаментами.

Неможна працювати в незручному одязі.

Недопускається перевезення вантажів в бункері.

Швидкість транспортування машини при значних нахилах дороги повинна бути до 4 км/год.

При поворотах і розворотах швидкість необхідно зменшити до 2,7км/год.

При довготривалих переїздах машин паси приводу робочих органів зняти.

Рух по дорогам загального використання проводиться в відповідності до “Правил дорожнього руху”.

Транспорт, швидкість руху якого рівна або перевищує максимальну швидкість руху машини, обганяти забороняється, особливо із настанням темноти.

При переводі навантажувального елеватора із робочого в транспортне положення попередньо необхідно пересвідчитись в наявності вільного простору, оскільки габаритні розміри елеватора по висоті при переводі перевищують 4м.

Переїзди через тунелі, мости, необхідно проводити на понижених швидкостях.

При роботі машини металеві труби гідропривода на ходову частину можуть нагріватися до 70-80°C. Для попередження опіків бути особливо уважними при обслуговуванні машини в перші 20-30 хвилин після зупинки двигуна.

В польових умовах заправку машин, а також роботи по технічному обслуговуванні необхідно виконувати в світлу пору доби.

При одночасному обслуговуванні машини декількома робітниками необхідно назначати старшого групи, поручивши контроль за правилами техніки безпеки.

При проведенні робіт, пов'язаних із застосуванням електроенергії, необхідно забезпечити електробезпеку в відповідності із правилами техніки безпеки при експлуатації електроустановок.

Інструмент, приспособлення і обладнання для технічного обслуговування і ремонту повинен використовуватися тільки по своєму призначення, бути справним і забезпечувати безпеку проведення робіт.

ВИСНОВКИ

Малогабаритна картоплесаджалка із системою висаджування досліджуваної конструкції призначена для використання в фермерських господарствах з посівною площею до 50 га.

Малогабаритна картоплесаджалка досліджуваної конструкції – начіпна, з приводом вичерпуючого апарату від валу ходових коліс. Вичерпуючий апарат – ложково-ланцюгового (конвеєрного) типу.

Комплектується малогабаритна картоплесаджалка з тракторами малої потужності (тягового класу 0,2 - 0,9). Ширина захвату картоплесаджалки – 1,6 м з можливістю формування валка, орієнтовна продуктивність – 0,5 га/год.

Малогабаритна картоплесаджалка є начіпною, оскільки начіпні машини і знаряддя в 1,5-2 рази легші, ніж причіпні, простіші за конструкцією, їх легше транспортувати, а їх продуктивність дещо вища, ніж причіпних.

Малогабаритна картоплесаджалка має просту будову, є функціональною та надійною, забезпечує легкий доступ до вузлів для проведення технічного обслуговування та ремонтних робіт.

Завдяки компактності та невеликій ширині захвату малогабаритна картоплесаджалка з висаджувальним апаратом досліджуваної конструкції може експлуатуватись на присадибних ділянках.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бабій А.В., Довбуш Т.А., Бабій М.В., Ткаченко О.І., Сташків М.Я. Динаміка машин. Навчальний посібник для студентів денної та заочної форм навчання спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування» та 208 «Агроінженерія» для здобуття освітнього ступеня «Магістр». Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя. 2023. 246 с.
2. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. – К.: Урожай, 1994. – 446 с.
3. Гайченко В.А. Основи безпеки життєдіяльності людини. – К.: МАУП, 2002. – 232с.
4. Довідник з охорони праці в сільському господарстві / За ред. С.Д. Лахмана. – Київ: Урожай, 1990. – 396 с.
5. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки: Підручник: У 3 кн. / За ред. А.Ф. Головчука. – Кн. 3: Машини сільськогосподарські / А.Ф. Головчук, В.І. Марченко, В.Ф. Орлов. – К.: Грамота, 2005. – 576 с.
6. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т.1. Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. – Харків: Око, 2001. – 444 с.
7. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень/ Р.Н. Кветний, І.В. Богач, О.Р. Бойко та ін. / За ред. Р.Н. Кветного. – У двох част. – Вінниця: ВНТУ, 2012.
8. Мельник І. І. Комплекси машин для виробництва картоплі / І.І. Мельник, В.Д. Гречкосій, Р.В. Шатров, // Аграрна техніка та обладнання. - № 1(6), 2009. – С. 30-33.
9. Практикум із машиновикористання в рослинництві: Навч. Посібник / За ред. І.І. Мельника. – К.: Кондор, 2004. – 284 с.
10. Попович П.В. Моделювання експлуатаційної навантаженості несучих систем розкидачів добрив типу ПРТ–10 / П.В. Попович, М.Я. Сташків, Т.А. Довбуш // Вісник Харківського національного технічного

університету сільського господарства імені Петра Василенка «Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва» – Харків: ХНТУСГ, 2014. - Вип. 151 - С. 367-372.

11. Попович П. Уніфікація дослідження напружено-деформованого стану несучих конструктивних систем / П. Попович, М. Сташків, Т. Довбуш // Вісник ТНТУ — Тернопіль : ТНТУ, 2015. – Том 78. – № 2. – С. 153-163.
12. Примак І.Д. Екологічні проблеми землеробства / І.Д. Примак, Ю.П. Манько, Н.М. Рідей, В.А. Мазур, В.І. Горшар, О.В. Конопльов, С.П. Паламарчук; О.І. Примак. – За ред. І.Д. Примака. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 456с.
13. Рибак Т.І., Попович П.В., Сташків М.Я. Концепція пошукового конструювання мобільної техніки в АПК // Загальнодержавний міжвідомчий наук.-техн. зб. «Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин». – Вип. 39. – Кіровоград: КНТУ, 2009. – С. 40-47.
14. Рослинництво: Підручник / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко; За ред.. О.І. Зінченка. – К Аграрна освіта, 2001. – 591 с.
15. Сисолін П.В. Методи проектування сільськогосподарських машин для полеводства. – К.: Темплан, 1993. – 152 с.
16. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. – Т.1. Машини для рільництва. – К.: Урожай, 2001. – 384 с.
17. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
18. Сільськогосподарські машини: підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агроосвіта», 2015. – 679 с.
19. Хомик Н.І. Методичний посібник до виконання дипломної роботи для здобуття освітнього ступеня «магістр» для студентів денної та заочної

форм навчання спеціальності 133 Галузеве машинобудування з орієнтацією на спеціалізацію «Машини сільськогосподарського виробництва» / Н.І. Хомик, М.Я. Сташків, В.П. Олексюк. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2018. – 164 с.

20. Improving the efficiency of a sowing technology based on the improved structural parameters for colters / Alexander Nanka, Ivan Morozov, Vladimir Morozov, Mykola Krekot, Anatolii Poliakov, Ivan Kiralhazi, Mykhailo Lohvynenko, Konstantin Sharai, Andriy Babiy, Mykola Stashkiv // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. - VOL 4, NO 1 (100) (2019) Engineering Technological Systems. – pp. 33 – 45.
21. Nanka, A., Morozov, I., Morozov, V., Krekot, M., Poliakov, A., Kiralhazi, I., Lohvynenko, M., Ryndiaiev, V., Dyakonov, S., & Stashkiv, M. (2021). Substantiation of the presence and parameters of seed guides in the openers, which increase the quality of sowing and yield. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Vol. 4, №. 1 (112), 61–75.
22. Vasylyuk Vasyl, Radyk Dmytro, Stashkiv Mykola, Danylchenko Larysa (2023). Influence of the design parameters of a screw feeder loading mechanism on the torque value of the drive shaft. Communications - Scientific Letters of the University of Zilina, 2023 (vol. 25), issue 4, B 301 - B 314.
23. Stashkiv, Mykola & Matsiuk, Oleksandr (2021) nCode GlyphWorks Software Use for Test Data Processing. The 1st International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems 2021 (ITTAP 2021). Vol-3039. 192-205.

ДОДАТКИ

Додаток А
Технічні характеристики картоплесаджалок

Таблиця А.1

Технічна характеристика картоплесаджалки Л-201

Ширина міжрядь, см	62,5; 70; 75
Швидкість агротехнічна, км/год	до 10
Ємкість бункера, кг	250
Продуктивність за 1 годину основного часу, га	0,57... 1,14
Привід	від ходових коліс саджалки
Проміжки посадки, мм	170...375
Габаритні розміри, мм	1650×1500×1500
Маса, кг	не більше 350

Таблиця А.2

Технічні характеристики картоплесаджалок КС

Одиниці вимірювання	КС-2	КС-4
Продуктивність, га/год	0, 5-1,14	1, 25-1,44
Робоча швидкість, км/год	4-10	4-6
Місткість бункера для картоплі, кг	250	600
Ширина міжрядь, м	0,62 0,7 0,75	
Вага, кг	300	870
Габаритні розміри, мм	1500x1650x1600	1700x3000x1800
Вагонна норма, шт.	10	4
Обслуговуючий персонал	1 тракторист	

Таблиця А.3

Технічна характеристика картоплесаджалки КСН-2

Ширина захвату конструктивна, мм	600...700
Кількість рядків	2
Витрата палива, л/га	5-6
Глибина посадки, см	6...14
Габаритні розміри, мм, не більше	
Довжина	1050
Ширина	1700
Висота	1370
Дорожній просвіт, мм, не менше	300
Обслуговуючий персонал, чол. (тракторист)	1
Загальна ємкість бункера, кг	120
Відстань між бульбами, см	30
Продуктивність за годину основного часу, га, не менше	0,5...0,6
Маса виробу (без загрузки), кг	115

Таблиця А.4

Технічна характеристика картоплесаджалки КСТ-2

Місткість бункера, кг	180
Продуктивність, га/год	0,5
Робоча швидкість, км/год	4
Транспортна швидкість, км/год	15
Ширина між рядками/ширина захвату, мм	625; 675
Глибина висадки/підкопування, мм	60×150
Відстань між картоплею в рядку, мм	290; 320; 350
Габаритні розміри, мм:	1400×1600×1400
Маса, кг	230

Додаток Б

Технологічні розрахунки картоплесаджалки

Мінімальний діаметр колеса картоплесаджалки

$$D := 420\text{mm} \quad b := 165\text{mm} \quad q := 3 \frac{\text{N}}{\text{cm}^3}$$

$$M_C := 400\text{kg} \quad G := \frac{M_C \cdot g}{2} \quad G = 1.961 \times 10^3 \text{ N}$$

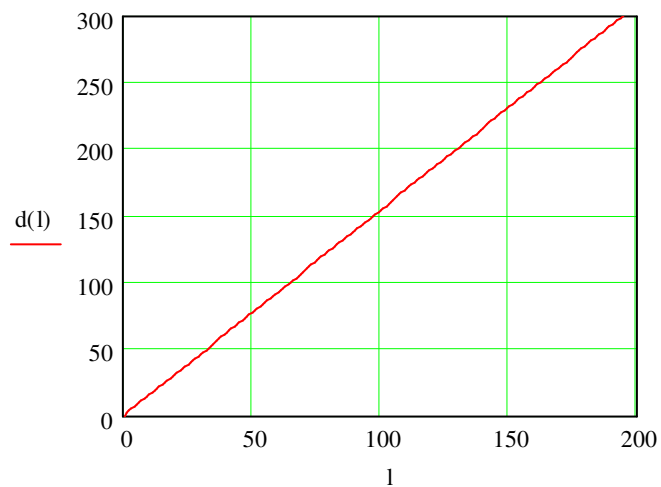
$$Q := 0.86 \sqrt[3]{\frac{\left(\frac{G}{4}\right)^4}{q \cdot b \cdot D^2}} \quad Q = 74.952\text{N} \quad Q := 75\text{N}$$

$$D := \sqrt[3]{\frac{0.86^3 \cdot \left(\frac{G}{4}\right)^4}{q \cdot b \cdot Q^3}} \quad D = 0.42\text{m}$$

Діаметр зірочки і крок між ложечками

$$D := 540\text{mm} \quad L := 350\text{mm} \quad l := 0..200$$

$$d(l) := \frac{D \cdot l}{L}$$



$$l := 100\text{mm} \quad d(l) = 0.154\text{m}$$

$$d := 154\text{mm}$$

$$X := \frac{d}{l} \cdot \pi \quad X = 4.838$$

$$L := \frac{D \cdot \pi}{X} \quad L = 0.351\text{m} \quad d = 0.154\text{m}$$

$$X \cdot L = 1.696\text{m} \quad \frac{X \cdot L}{\pi} = 0.54\text{m}$$

Кількість зубів зірочки при крокові ланцюга h

$$h := 25.4\text{mm} \quad \frac{d \cdot \pi}{h} = 19.047$$

уточнений крок ложечок

$$\frac{100}{25.4} = 3.937 \quad 4 \cdot 25.4 = 101.6$$

Максимальна частота обертання колеса при $Q_{\max} = 7$ бульб/с

$$Q_{\max} := 7 \cdot \frac{1}{s}$$

$$n := \frac{Q_{\max}}{X} \quad n = 1.447 \frac{1}{s}$$

$$\omega := 2 \cdot \pi \cdot n \quad \omega = 9.091 \frac{1}{s}$$

$$V_{\max} := \omega \cdot \frac{D}{2} \quad V_{\max} = 2.455 \frac{\text{m}}{s} \quad V_{\max} = 8.836 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$$

Продуктивність $B := 2 \cdot 600\text{mm}$

$$W := B \cdot V_{\max} \quad W = 1.06 \frac{\text{hectare}}{\text{hr}}$$

Кількість коренеплодів на 1 га

$$L := 0.35\text{m}$$

$$C := 0.6\text{m} \quad \text{ширина міжряддя}$$

$$N := \frac{10000\text{m}^2}{L \cdot C} \quad N = 4.762 \times 10^4$$

Густина бульбоплодів

$$\rho := 650 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

маса однієї картоплини

$$M_K := 0.07\text{kg}$$

$$N \cdot M_K = 3.333 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\frac{N \cdot M_K}{\rho} = 5.128\text{m}^3$$

$$\frac{\left(\frac{N \cdot M_K}{\rho} \right)}{(0.5\text{m}^3)} = 10.256$$

Довжина гону

коефіцієнт використання ємкості бункера

$$K := 0.7$$

$$LG := \frac{0.5\text{m}^3 \cdot \rho \cdot K}{M_K} \cdot L$$

$$LG = 1.137 \times 10^3 \text{ m}$$