

Войтік А.В.

Тема проекту: «Обґрунтування і розробка робочих органів картоплезбиральної машини»

Рецензент: Ірина ГАЙДАЙ, доцент
(прізвище та ініціали)

м. Умань - 2023 рік

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

<u>Освітня програма</u>	<u>Бакалавр</u>
<u>Спеціальність</u>	<u>208 «Агроінженерія»</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Войтік А.В..
« ____ » _____ **2023 р.**

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ)

студенту Ткачу Юрію Володимровичу

Тема роботи «Обґрунтування і розробка робочих органів картоплезбиральної машини»»

керівник проекту: Головатюк Анатолій Анатолійович, к. с-г. н.
Затверджено наказом Уманського НУС №01-06/95 від 12 травня 2023 р.

2. Строк подання студентом проекту «20» 05 _____ 2023_р.

3. Вихідні дані до проекту літературні джерела, технологічні та технічні рішення, методичні вказівки, методики.

4. Перелік питань, які потрібно розробити: Вступ. 1. Аналіз стану питання за темою дипломного проекту. 2. Теоретичні та/або експериментальні дослідження за темою дипломного проекту. 3. Охорона праці. 4 . Обґрунтування досягнутих результатів. Загальні висновки. Список використаних джерел. Додатки.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е. В.		

6. Дата видачі завдання – « ____ » _____ 202__ р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел		
2.	Розділ 1		
3.	Розділ 2		
4.	Розділ 3		
5.	Розділ 4		
6.	Виконання ілюстративної частини роботи		
7.	Представлення роботи керівнику на перевірку		

Студент

_____ **Ткач Ю.В.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ **Головатюк А.А.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зміст

Вступ.....	5
РОЗДІЛ 1 Стан і тенденції розвитку картоплезбиральних машин.	7
1.1 Особливості збирання картоплі та способи організації робіт.	7
1.2 Історія, сучасний стан і тенденції розвитку техніки для збирання картоплі.....	9
1.3 Сучасні комбайни та копачі.....	16
РОЗДІЛ 2 Теоретичні дослідження підпружиненого леміша.....	25
2.1 Конструктивно-технологічна схема підпружиненого леміша.....	25
2.2 Дослідження геометрії підпружиненого леміша.....	27
2.3 Теоретичне обґрунтування параметрів пружини леміша.....	30
2.4 Дослідження величини підскоку компонентів бульбоносного пласта.....	32
Розділ 3. Охорона праці.....	37
3.1 Профілактика нещасних випадків.....	37
3.2 Технічне обслуговування машин і механізмів.....	39
РОЗДІЛ 4 Обґрунтування результатів.....	43
Загальні висновки.....	45
Використана література.....	46

Вступ

Актуальність теми дослідження. Однією з причин, стримуючих розвиток картоплярства у фермерських і селянських господарствах являється низький рівень матеріально-технічного постачання недорогою, продуктивною технікою для основних процесів обробітку картоплі. Так розглядаючи найбільш трудомісткий процес збирання картоплі, очевидно, що використання на малих площах високопродуктивних картоплезбиральних комбайнів є не економічно.

Тому існує гостра необхідність в розробці картоплекопачів здатних понизити економічні витрати.

Проведення збирання картоплі з мінімальними витратами праці і засобів може бути досягнуте на підставі підвищення врожайності, створення менш енергоємних машин, поліпшення організації робіт, високого рівня селекції і насінництва. Ефективність технології може бути забезпечена лише у тому випадку, якщо вона розроблена і застосовується з урахуванням конкретних ґрунтово- кліматичних і умов місцевих господарств.

Якісне виконання технологічного процесу збирання картоплі багато в чому залежить від роботи підкопуючих органів, які у свою чергу повинні полегшувати процес сепарації. У зв'язку з цим, дослідження вплив параметрів робочих органів картоплезбиральних машин на якісні показники технологічного процесу є актуальним завданням, що має велике значення для народного господарства.

Метою роботи є підвищення продуктивності картоплезбиральних машин.

Об'єкт досліджень. Технологія підкопування і взаємодії бульбоносного пласта з робочими органами картоплезбиральних машин.

Предмет досліджень. Закономірності взаємодії бульбоносного пласта з робочими органами картоплезбиральних машин.

Завдання досліджень :

1. Провести аналіз існуючих конструкцій картоплезбиральних машин і підкопуючих робочих органів, на основі якого визначити перспективний напрям їх вдосконалення.

2. Теоретично обґрунтувати параметри робочих органів картоплезбиральних машин.

РОЗДІЛ 1 Стан і тенденції розвитку картоплезбиральних машин.

1.1 Особливості збирання картоплі та способи організації робіт.

Збирання картоплі - найбільш трудомісткий процес. Аналіз витрат праці на усі операції виробництва картоплі показує, що біля 70% затрат доводиться на збирання. Тому комплексна механізація цих процесів і грамотне використання машин на прибиранні при дотриманні агротехнічних вимог на виконання усіх операцій, забезпечують повний збір урожаю картоплі з мінімальними втратами і витратами праці [5, 7, 9].

Збирання картоплі включає наступні операції: видалення бадилля, підкопування пласта з бульбами, руйнування пласта і відділення бульб від ґрунту, залишків бадилля, каменів і інших домішок і збір чистих бульб в тару[9, 16, 18].

Як правило, перед збиранням бадилля видаляють механічним способом. При механічному способі застосовують косарки КИР-1,5Б, [7, 9].

Залежно від умов збирання і наявних засобів механізації подальші операції виконуються із застосуванням картоплезбиральних комбайнів або копають.

Застосування різноманітних схем операцій збирання і машин визначається наступними параметрами здійснення робіт: вологість і тип ґрунту; біологічним урожаєм картоплі (продовольчий, фуражний або насінний); кліматичними і природними умовами; розмірами полів; врожайністю культури; трудовими ресурсами в господарстві, наявністю сховищ і вільних засобів транспорту в період збирання [7, 8, 15].

Фінансові можливості сільгоспвиробників, в придбанні відповідної прибиральної техніки грають не останню роль.

Потокове збирання. Передбачається комплекс процесів, що забезпечують збір урожаю машиною і його вантаження в транспортний засіб для перевезення на приймальні пункти заводів і господарств. В результаті витрати праці в

господарствах і втрати урожаю зменшуються, а збирання прискорюється [11, 13].

Перевалочне збирання робиться за наступною схемою: збір урожаю картоплезбиральними машинами, складування урожаю на полі у вигляді куп, валків або кагатів для тимчасового зберігання, вантаження з очищенням від домішок і перевезення на заводи для переробки або в господарства для зберігання. Така організація збирання більше трудомістка, ніж потокова, можливе зростання втрат урожаю [3, 7]. До цієї схеми, найчастіше, прибігають при зайвій засміченості продукту, або при недостатній кількості транспорту для перевезення урожаю з поля [7].

Потоково-перевалочне збирання поєднує два вищеописані способи, частину продукції перевозять безпосередньо від машини в господарство, а іншу залишають на перевалочному майданчику. При цьому покращується використання транспортних засобів, зменшується їх потрібна кількість і скорочуються простої машин [13, 14].

Роздільне збирання складається з двох фаз. Перша фаза включає підкопування пласта, часткове відділення ґрунту, рослинних залишків і домішок, а також укладання бульб з декількох рядків у вузьку стрічку-валок, де ґрунт, що пристав до бульб, підсихає, і міцність шкірки картоплі підвищується. Ця фаза збирання виконується спеціальними картофелекопачами-валкоукладачами.

Друга фаза збирання виконується картоплезбиральними комбайнами або підбирачами і включає підбір бульб з валка, остаточне очищення від ґрунту і домішок і збір чистих бульб у бункер (тару) [9, 16, 18].

Комбінований спосіб збирання передбачає укладання бульб з двох або чотирьох рядків між двома сусідніми неприбраними рядками і збирання картоплі з цих рядків комбайнами [2, 9, 16].

Збирання картоплекопачами пов'язане зі значними витратами ручної праці і застосовується всюди картоплекопачами різних типів. Підкопаний пласт

грунту з кущами картоплі руйнується, а бульби скидаються на поверхню поля. Потім з поверхні поля їх підбирають вручну [16, 18].

Комбайнове збирання виконується прямим комбайнуванням, комбінованим і роздільним способами. При прямому комбайнуванні усі вказані вище операції збирання виконуються за один прохід агрегату [6, 14].

При прибиранні картоплі зміст домішок в обробленому продукті за вимогами ГОСТу допускається не більше 2, точність розділення на фракції не нижче 97 % загальна кількість пошкодженої картоплі не повинна перевищувати 3 % початкового об'єму. Бульбоносний пласт необхідно підкопувати на глибину залягання нижньої бульби плюс 0,01 м по усій ширині бульбового гнізда. Розкид ширини валка не повинен перевищувати 0,9 м при роздільному способі.

Органи картоплезбиральних комбайнів мають бути відрегульовані так, щоб в тарі чистота купи була не нижча 80%. На полях, намічених до комбайнового збирання, висота зрізу бадилля встановлюється 18-20 см, на полях, що плануються до збирання картоплекопачами, 8-10 см. На посівах продовольчої картоплі бадилля скошується за 2-5 днів до збирання, на насінєвих посівах - за 10-12 днів.

1.2 Історія, сучасний стан і тенденції розвитку техніки для збирання картоплі.

Перші згадки про створення техніки для збирання картоплі і її випробування йдуть в початок XX століття. У 1911 - 1912 рр., на випробуваннях, проведених Департаментом Землеробства, в Харківській губернії було представлено 14 різних моделей кінних, що копають.

Вони включали 8 моделей однорядних, що копають швирильного типу (4 машини - з Німеччини і 2 - із США, 1- з Англії), 4 моделі елеваторного типу (все - із США) і по одній моделі із США - лемішного типу і з Франції - із скобою, що коливається, з прутками.

Робота машин оцінювалася при врожайності картоплі близько 15 т/га в порівнянні з ручним збиранням [6, 15].

Ті, що копають шви́ряльного типу мали різну, часом складну, конструкцію приводу ротора і його лопатей. Перед ним розташовувалися два колеса з упряжою. Деякі ті, що копають мали бічний екран для обмеження смуги розкиду бульб. Для їх роботи були потрібні два коні. У тих, що елеваторних, що копають елеватор лозини розташовувався за лемішем. Упряжка складалася з чотирьох коней. Привід робочих органів усіх моделей тих, що копають здійснювався від їх коліс з шпорами [5, 14].

Випробування не виявили явних переваг якій - або моделі того, що копає. Їх рекомендувалося використати при дефіциті робочого персоналу і в екстремальних умовах [18].

На початку 30-х років минулого століття в країні було випущено більше 20 тис. шви́рялок. Проте, вони не знайшли широкого застосування із-за необхідності використання сильних коней для роботи з ними, а також через відсутність особливих переваг у використанні цих машин на прибиранні картоплі в порівнянні із застосуванням кінних плугів [1, 16].

В цей же час в число робіт Міжвідомчої комісії зі всесоюзних випробувань сільськогосподарських машин були включені випробування картоплезбиральних машин. У них необхідно було оцінити серійні машини цього призначення, що виготовляються на вітчизняних заводах, окремі їх зразки, створені за пропозиціями винахідників, а також наявні у той час в країні зразки зарубіжних машин [15].

Всього на випробування було представлено розроблені винахідниками, а також імпортні машини "Джон Дір", "Мак-Кормик", "Дауден" виробництва США. Випробування проводилися із залученням інститутів. Окрім вказаних груп машин були представлені також копалки, що поєднують у своїй конструкції елеватор лозини і циліндр, що просіює, а також елеваторні, що копають, наприклад, дворядний, що копає фірми "Мак-Кормік" [12]. Характеристика ділянки випробувань приведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристика випробувань

Показники	Значення показників
Сорт картоплі	Вольтман
Тип ґрунту	Деградований чорнозем
Вологість ґрунту, %	11,8 - 23
Ширина міжрядь, см	60 +/- 5
Кількість бур'янів, т/га	0,8
Врожайність, т/га	8,6
Ширина гнізда, см	22-30
Глибина залягання клубнів, см	8-15
Розмір гребенів:	
Висота, см	12-16
Ширина:	
Зверху, см	20-45
Знизу, см	45-60

Більшість зразків за винятком машин Джон Дір, обладнаних місткостями для виходу бульб (бункер, кошик і віз), підкопували гребінь з бульбами, частково відділяли бульби від ґрунту, у тому числі за допомогою розпушувачів різних типів, і укладали їх на полі стрічкою або в розкид. На деяких машинах були встановлені різні пристрої для відділення бульб від бадилля. Колеса машин були металеві, з широким ободом.

Деякі машини подавали прибрану картоплю в тару або в транспорт. На машині Джон Дір був встановлений збоку металевий бункер з дном, що відкривається вручну, а на машині Н - 2 використовувалися кошики.

Випробування були розділені на два етапи. На першому етапі виконувалася загальна оцінка їх конструкції, визначалися показники якості роботи. Якість роботи машин характеризувалася втратами бульб, мірою сепарації ґрунту, відділенням бульб від бадилля і кількістю їх ушкоджень.

Проводилася також окрема порівняльна оцінка ефективності окремих робочих органів випробовуваних машин. З різних типів лемешів машин були

відмічені плоскі леміша машини ВИСХОМ - 3, у меншій мірі схильні до забивання. Відзначалося, що від результатів роботи першого елеватора залежить успішна робота інших робочих органів збиральних машин. При цьому установка другого елеватора дає позитивні результати по сепарації ґрунту і по відділенню бульб від бадилля.

Застосування на машині ВИСХОМ - 3 вилкових розпушуючих органів над елеваторами підвищувало їх сепаруючу здатність і міру відділення бульб від бадилля. З стебловидалячів різних типів перевага була віддана планчатому елеватору.

На другому етапі випробувань машини оцінювалися по зниженню витрат праці при господарській роботі в порівнянні з збиранням картоплі сохою. Найбільш вигідною була визнана машина ВИСХОМ - 3. Застосування цієї машини дозволяло понизити витрати праці на 4 - 8 люд. днів/га. Рекомендувалося зменшити масу машини з тим, щоб трактор СТЗ - 15/30 міг працювати з нею на другій передачі [15].

За результатами випробувань 1933 року тривала робота по розробці нових конструкцій картоплезбиральних машин. До 1936 р випускався однорядний той, що кінний, що копає швириального типу "К" (Рис. 1.1). Він розпушував пласт, відривав бульби від стелонів і відділяв їх від ґрунту. Проте при цьому значно ушкоджував бульби і розкидав їх по поверхні поля смугою шириною 1,5-2,0 м.

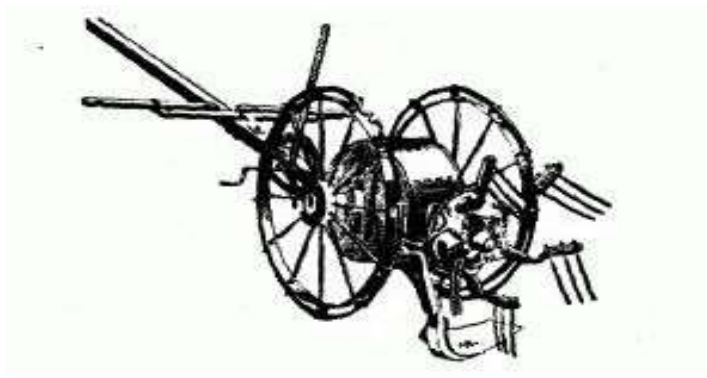


Рисунок 1.1 – Однорядный конный копатель швириального типа «К»

Надалі основна робота була зроблена на розробку машин, що копають елеваторного типу (Рис. 1.2). Для поліпшення якості роботи нерідко замість каскадного елеватора ставили решётчисті, з яких бадилля скидалося вилками, що убік коливалися над решіткою, а бульби скачувалися по другій нижній решітці на ґрунт.

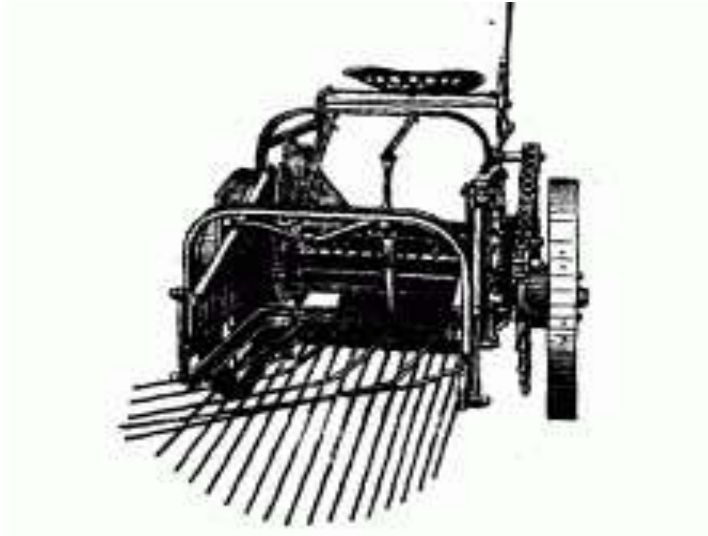


Рисунок 1.2 Машина елеваторного типу.

У 1936-1937 гг завод робив дворядний що елеваторний, що копає М- 2, а з 1938 р. - досконаліший, що копає ТЭК- 2 (Рис. 1.3), який випускався тривалий час і став прообразом тих, що копають типу КТН- 2, що виготовлялися останнім часом; КТН-2М; КТН-2Б; КТН-2В; КСТ- 1,4 і інші [12,15].

У ці ж роки з'явилися дослідні зразки комбайнів, які видавали прибрану в кошики чисту картоплю на піщаних ґрунтах, але на важких - зі значними домішками

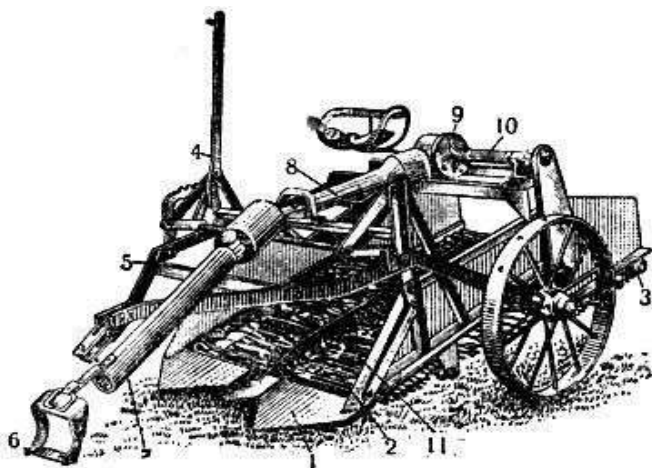


Рисунок 1.3 - Картоплекопач ТЭК- 2

1 - лемеші, 2 - основний елеватор, 3 - каскадний елеватор, 4 - важіль підйому, 5 - причіп, 6 - скоба захисного кожуха, 7 - захисний кожух, 8 - подовжній вал із захисним кожухом, 9 - коробка передач, 10 - поперечний вал, 11 - середня стінка

Роботи із створення картоплезбиральних комбайнів були продовжені в післявоєнні роки. З освітою в п'ятдесяті роки минулого століття У основу цих робіт була покладена технологічна схема елеваторного комбайна КОК- 2 з балонами- грудкороздавлювача, розроблена у ВНИИКХ в довоєнні роки. В середині 50-х р. минулого століття (Рис. 1.4.) зі збором бульб в кошики, який випускався серійно, у тому числі на оборонному заводі. На базі цього комбайна була розроблена модель під маркою ККР-2Б зі збором прибраної картоплі у бункер, яка була випущена великою партією [12].

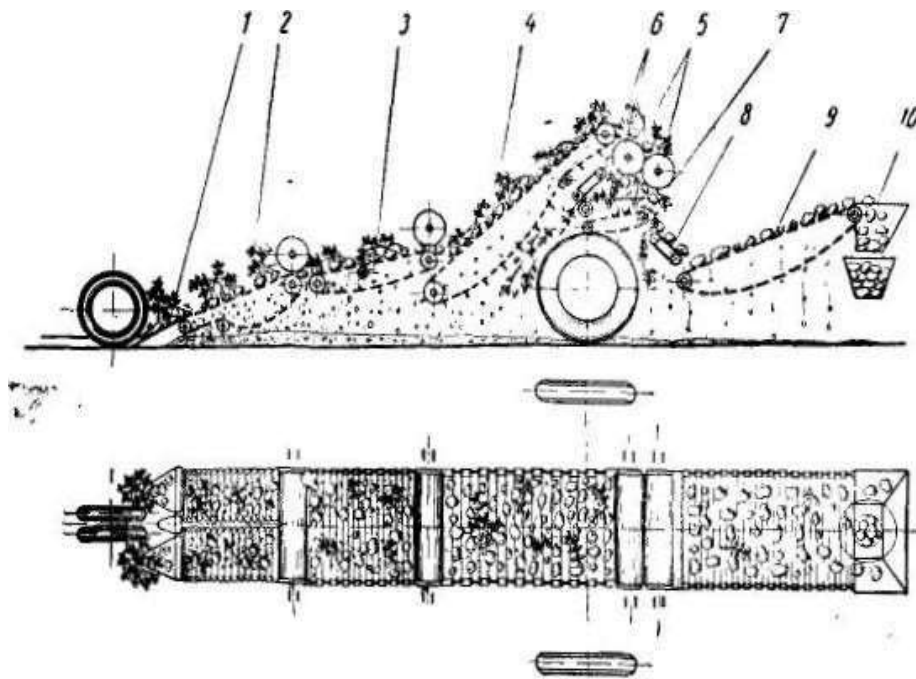


Рисунок 1.4 - Схема картоплезбирального комбайна ККР- 2. 1 -лемехи, 2 - елеватор основний, 3 - елеватор каскадний, 4 - елеватор підйомний, 5 - пневматичні балони, 6 -стебловидаляючий пристрій, 7 - елеватор під гуркотом, 8 - гірка, 9 - перебиральний транспортёр, 10 – кошик.

Надалі за результатами випробувань і роботи названих комбайнів в господарствах, що виявили низькі показники якості роботи і практично відсутність достатнього економічного ефекту, Б був розроблений причіпний двоярядний комбайн К- 3 (Рис. 1.5) з перебиральним столом на другому ярусі і

бункером місткістю до 800 кг Між основним елеватором і двухрешітним сепаруючим гуркотом на комбайн встановлено два (один над іншим) пневматичних баллони-грудкодавлячів.

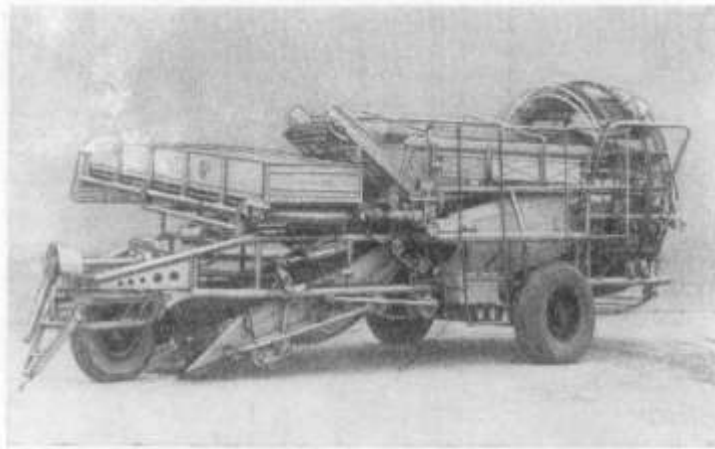


Рисунок 1.5-Причіпний дворядний картоплезбиральний комбайн К- 3

Значний внесок у розвиток комбайнів внесли фахівці колишньої ГДР, з якими велася активна спільна робота по розробці різних по конструкції двух-трьохрядних причіпних комбайнів, багато з яких Е- 372, Е- 675, Е- 670, Е- 665, Е- 684, Е- 686 і деякі інші поставлялися в Нашу країну [6,15].

Надалі на основі вищеперелічених комбайнів був розроблений елеваторний напівнавісний дворядний комбайн ККУ- 2 "Дружба". У кінці 70-х комбайн ККУ- 2 був модифікований, на нього встановили активний леміш, що дозволив, разом з прямим комбайнуванням, прибирати картоплю роздільним і комбінованим способами. Цій машині була присвоєна марка ККУ- 2А (Рис. 1.6), яка стала базовою моделлю причіпних комбайнів того часу і випускалася впродовж багатьох років масовими серіями - до 10,0-12,0 тис. шт. в окремі роки [13,14].



Рисунок 1.6 - Картоплезбиральний комбайн ККУ- 2А.

1.3 Сучасні комбайни та копачі.

Зіставлення показників причіпних дворядних комбайнів бункерного типу випуску різних періодів, отриманих при роботі на важких суглинках, характеризує значний їх розвиток з поліпшенням якості роботи. Нині робляться картоплезбиральні комбайни різних технологічних схем і типів.

Сучасні комбайни, використовувані в європейських країнах, як правило, випускаються в модифікаціях. Збільшилася доля моделей причіпних комбайнів, виконаних по поворотній П, - образній технологічній схемі. У цій схемі більшою мірою реалізуються можливості технологічного процесу вторинної сепарації за рахунок застосування виносних гірок і відбиваючих валиків різної конструкції. Самохідні комбайни виконуються за прямоочною двох'ярусною технологічною схемою.

В якості основних робочих органів первинної сепарації в усіх типах комбайнів використовуються системи елеваторів лозин на прогумованих ремнях [9, 19]. Вони можуть відрізнятися по кількості, ширині і довжині [3]. Під сепаруючими гірками додатково встановлюються сепаратори з аксіальними роликами, використовуються стебловидаляючі пристрої роликового або транспортерного типів [8, 12]. На причіпних комбайнах застосовуються пристрої для бічного підкопу. При такій схемі агрегування трактор в роботі йде по прибраній частині поля, що знижує ушкодження бульб [18].

З метою зниження ушкоджень бульб рухливе дно бункера має амортизуюче покриття, а подаючий транспортер регулюється по висоті. На ряду моделей встановлюються бункери, що здійснюють вивантаження картоплі з них на ходу [14]. На комбайнах Rora Keiler майданчики перебирального столу для робочих виконані регульованими по висоті.

Практично на усіх останніх моделях причіпних дворядних комбайнів встановлені механічні роторні пальцьові сепаратори для виділення грудок і каменів [6, 14]. Їх застосування дозволяє понизити кількість робочого персоналу на комбайні в 1,5 - 2 рази. У трансмісіях комбайнів широко використовується гідропривід, що дозволяє регулювати режими їх роботи. Спостерігається високий рівень автоматизації технологічного процесу комбайнів.

Здійснюється автоматичний напрям підкопуючих лемешів на прибирані рядки і підтримку заданої глибини підкопування. Є система автоматичного регулювання тиску копіюючих катків комбайнів на гребені прибираних рядків. Це підвищує міру сепарації ґрунту. З метою попередження ушкоджень бульб може бути встановлена автоматична система синхронізації швидкостей руху машини і елеваторних полотен [5, 16].

На самохідних комбайнах встановлюються гусеничні ходові системи, на причіпних - різні типи шин, у тому числі широкопрофільні, що підвищує їх прохідність (Рис. 1.7). Ці ходові системи дозволяють істотно підвищити працездатність збиральних машин в тяжких умовах і у меншій мірі впливають на структуру ґрунту. У кабінах тракторів причіпних і операторів самохідних комбайнів використовуються монітори для візуального контролю процесу їх роботи і регулювання робочих режимів [15].



Рисунок 1.7 - Самохідний комбайн Dewulf Kwarto

Не можемо обійти стороною сучасні картоплекопачі, широко поширені в господарствах, завдяки дешевизні і можливості застосування у важких ґрунтово-кліматичних умовах, на малих ділянках. Технологічні процеси тих, що копають включають однакові операції: підкоп бульбоносного пласта, його сепарацію і укладання картоплі на ґрунт, що просіює [3, 13]. Найбільш відомими марками тих, що копають є КТН-2В (Рис. 1.8), КСТ-1,4А (Рис. 1.9), Л - 652 і їх модифікації.



Рисунок 1.8– Картофелекопатель КТН– 2В



Рисунок 1.9 – Картоплекопач КСТ– 1,4А

За підсумками аналізу картоплезбиральної техніки можна зробити висновок, що переважна більшість виробників роблять ставку на розробку, виробництво і продаж картоплезбиральних комбайнів, оскільки їх економічно ефективно використати у великих господарствах, що займаються виробництвом картоплі.

Але у наш час велика частина картоплі робиться на малих сільськогосподарських підприємствах і в особистих господарствах громадян, де використання комбайнів технологічно і економічно недоцільно із-за невеликих площ, чого не можна сказати про картоплекопачі [3, 13, 17].

Виходячи з цього, найбільш перспективним на наш погляд являється напрям по удосконаленню картоплекопачів, які зручніші у використанні в особистих і фермерських господарствах.

Підкопуючі робочі органи призначені для підкопування бульбоносного пласта на глибину залягання бульб і передачі його на сепаруючі робочі органи, причому при виконанні цих операцій необхідно забирати разом з бульбами мінімальну кількість ґрунту і забезпечувати краще кришіння пласта для полегшення сепарації. Можна з упевненістю сказати, що продуктивність і якість виконання технологічного процесу картоплезбиральної машини істотно залежать від роботи цих органів.

Підкопуючі робочі органи можна класифікувати за декількома параметрами. Основними ознаками класифікації підкопуючих робочих органів

картоплезбиральних машин став спосіб впливу їх на оброблюваний матеріал - картопляну грядку, форму і тип поверхні леміша [18]. До основних типів підкопуючих органів картоплезбиральних машинах залежно від характеру дії на пласт органи підрозділяються на пасивні, активні і комбіновані [9]. Вони мають різноманітну форму (плоскі, ножовоподібні і т. д.) і розрізняються за типом поверхні (суцільні, розрізні і т. д.) [10].

Суцільні лемеші застосовувалися на картоплезбиральних швирилках, розрізні - на машинах, що випускаються фірмою Г. Сакка (Німеччина), лемеші з прямим кутом і розрізом посередині встановлені на агрегатах фірми "Джонсон" (Англія) [15].

Значний інтерес по конструкції підкопуючого органу представляє однорядний картоплезбиральний комбайн фірми "Рекорд" (ФРН). Він мав ножовоподібний леміш з активними боковинами, катком і дисками [17]. Випробування показали, що завдяки наявності активних боковин і дисків леміш такого типу підкопує грядку без втрат бульб, не розвалює масу з боків і не забивається навіть при прибиранні картоплі з розвиненим бадиллям [2, 15].

Враховуючи це, більшість зарубіжних комбайнів мають комбіновану підкопуючу частину, що складається з плоских пасивних лемешів, копіюючих пристроїв, пасивних або активних дисків. Як приклад можна привести картоплезбиральну техніку фірми AVR (Бельгія), картоплезбиральні комбайни AVR 4100 і AVR 6200 SPIRIT (Рис. 1.10), а також копають-навантажувачі оснащені підкопуючим робочим органом, що включає плоскі пасивні лемеші, що копіюють катки і пасивні плоскі диски [13, 16].



Рисунок 1.10 Картоплезбиральні комбайни AVR 4100 і AVR 6200 SPIRIT.

Теоретичними і експериментальними дослідженнями роботи комбінованих підкопуючих робочих органів машин для збирання картоплі займалися багато учених, у тому числі Н.И. Верещагин і К.А. Пшеченков, які у своїх роботах відмічають, що бічні диски запобігають вступу з міжрядь ущільненою колесами трактора ґрунту на леміша, а також розрізають бадилля, розташоване в міжряддях, знижують втрати бульб картоплі в результаті відвертання розвалу підкопаного бульбоносного пласта з боків леміша" [17].

К.І. Родін вказує, що постановка плоских або сферичних дискових ножів з боків підкопуючих робочих органів сприяє переміщенню ґрунту по лемешу і значно скорочує втрати бульб. Дискові ножі розрізають корені і стебла бадилля, розташовані в міжряддях. Він запропонував методику графоаналітичного розрахунку бічних дисків.

Дослідження комбінованих підкопуючих робочих органів картоплезбиральних машин в роботі І.В. Нікуліна. "Ім досвідченим шляхом встановлено, що глибина ходу дисків, при вибраних параметрах леміша складає 10...12 см, з урахуванням товщини стебла бадилля визначений радіус бічного диска, який при такій глибині ходу дорівнював 27 см З урахуванням поправки на мікрорельєф діаметр диска в цій роботі був прийнятий рівним 60 см І.В. Нікулін вважає, що раціональним варіантом розташування дисків і леміша став

варіант, коли нижня точка вертикального діаметру розташована на рівні шкарпетки леміша. Теоретичного обґрунтування цьому положенню у своїй роботі автор не приводить" [17].

Р.Н. Норчаєв і М.Б. Угланов проводили дослідження комбінованого робочого органу, що складається "з леміша і двох шнеків з правою і лівою навивкою, встановлених з боків леміша, і що обертаються один назустріч одному. Бічні шнеки під час роботи охоплюють грядку, не входячи у безпосередній контакт з бульбами. Кришіння ґрунту і руйнування зв'язків між бульбами і ґрунтом відбувається в результаті поширення деформацій у бульбоносному пласті. У результаті проведених досліджень встановлено:

- тяговий опір картоплекопача з оригінальним робочим органом на 25–30% менше, чим серійного;
- пропонований робочий орган усуває накопичення бульбоносної маси;
- пропонований робочий орган більше інтенсивно руйнує пласт, внаслідок чого покращується сепарація" [7].

"Проте, цьому робочому органу властиві такі недоліки, як складна конструкція, трудність герметизації ґрунтового каналу між елеватором і шнеками, не простий привід шнеків" [17].

"А.П. Литвинов запропонував використати в картоплезбиральних машинах комбінований робочий орган, що містить активні диски, встановлені з розвалом, і невеликий пасивний леміш для передачі підкопаної маси на елеватор. Цей робочий орган забирає на 30–40% менше ґрунту, чим серійний ККУ-2А. Автором встановлено, що незважаючи на поліпшення сепарації при використанні сферичних дисків з прорізами, в цілях зниження ушкоджень бульб доцільно використати плоскі диски без вирізів в зоні контакту з ґрунтом і бульбами.

Розширення функціональних можливостей підкопуючої частини встановленням дисків під кутом хоча і дає позитивний ефект - поліпшення кришіння пласта і зменшення захоплення ґрунту, але спричиняє за собою ускладнення конструкції" [7].

"Зниження тягового опору і інтенсивне кришіння підкопаного пласта відбувається при роботі бітерних пристроїв, встановлених між лемішем і приймальним елеватором. Ефективність роботи бітера залежить від його конструкції, режиму роботи і проявляється, коли окружна швидкість бітера вища за швидкість руху полотна елеватора. Застосування бітера також призводить до підвищення ушкодження бульб картоплі і ускладнює конструкцію машини.

Робота підкопуючої частини в цьому випадку відрізняється тим, що зменшується довжина леміша і покращується передача підкопаного пласта на сепаруючі органи" [17].

Для поліпшення роботи приймальної частини картоплезбиральних машин були проведені ряд експериментальних досліджень підкопуючих робочих органів. "З метою зменшення затору маси, поліпшення просування маси в підкопуючу частину зроблені:

- пасивні, встановлені в розвал диски з шнеком, розташований аксіальний над підкопуваним пластом (варіант Віма);
- вертикальні диски з активним приводом;
- ротор з лопатями і гребінками над грядкою.

В результаті встановлено, що застосування дисків обмежує вступ ґрунту, проте, вимагає точнішого водіння по рядках.

Застосування різних пристроїв для поліпшення транспортування бульбоносного пласта, розташованих над лемішем, не завжди ефективно. Такі пристрої чинять додатковий тиск на пласт, збільшуючи силу тертя, що внаслідок чого транспортує здатність активаторів знижується дією сил тертя на лемеші. Приводні диски, використовувані для поліпшення транспортування пласта по лемешу, мають широкі технологічні можливості.

Диски обрізують пласт з боків, перерізують рослинні залишки, виключають розвал пласта на лемеші, визначають реальну ширину захоплення робочого органу і сприяють транспортуванню пласта" [7]. Встановлено, що активні відрізуючі диски істотно знижують тяговий опір. Їм доведено, що

застосування приводу тільки на один диск підкопуючого органу не знижує ефективність його роботи і спрощує конструкцію" [17].

"Створенням спеціальних робочих органів і пристосувань, для забезпечення ефективної роботи картоплезбиральних машин на ґрунтах зниженої вологості займаються як в нашій країні, так і за кордоном. Такі робочі органи здатні відділяти ґрунтові грудки без руйнування, з руйнуванням і подальшою сепарацією подрібненого ґрунту.

Найбільше поширення отримали статичні робочі органи - копіюючі і бічні катки, за допомогою яких визначають реальну глибину підкопування і здійснюють руйнування грудок"[7]. Грудкоподрібнюючі пристрої в 2–3 рази зменшують кількість грудок, що поступають після підкопу грядок на сепаруючі органи машини" [7].

РОЗДІЛ 2 Теоретичні дослідження підпружиненого леміша.

2.1 Конструктивно-технологічна схема підпружиненого леміша.

Відомо, що ефективність роботи серійних картоплезбиральних машин залежить від ґрунтово-кліматичних умов. В першу чергу на показники роботи збиральних машин впливає робота підкопуючої частини. Інтенсивна дія на бульбоносний пласт підпружиненого леміша на початку технологічного процесу картоплезбиральної машини дозволить поліпшити сепарацію без істотного збільшення ушкоджень бульб картоплі, оскільки між лемішем і бульбами є прошарок ґрунту.

Тому інтенсивність дії підкопуючих органів на бульбоносний пласт повинна визначатися виходячи з ґрунтово-кліматичних умов на момент збирання. В умовах підвищеної і зниженої вологості інтенсивність дії підкопуючих органів має бути максимальною, в умовах оптимальної вологості інтенсивність дії повинна знижуватися, так само вона повинна мінятися при зміні робочої швидкості картоплезбиральної машини.

Для вирішення цього завдання ми пропонуємо удосконалити підкопуючі робочі органи картоплезбиральної машини, а саме, конструкція підкопуючого органу повинна дозволяти змінювати кут α нахилу леміша до горизонту при підкопуванні картоплі на різних типах ґрунтів в різних ґрунтово-кліматичних умовах [6] (Рис. 2.1).

Підкопуючий робочий орган містить леміш 1, який в нижній частині закріплений на лапці кронштейна 12, встановленого в поперечному отворі рами 10. Кожен леміш 1 в нижній частині закріплений на лапках кронштейнів 12 шарнірно за допомогою болтового з'єднання 15, а у верхній частині леміш 1 закріплений шарнірно за допомогою болтового з'єднання 14 і кронштейна 7. На кронштейні 7 між плоским лемішем 1 і кронштейном 3 встановлена пружина 2. Кронштейн 12 встановлений в поперечному отворі рами 10 і утримується з одного боку наполегливою шайбою 11, а з іншого боку гайкою 9 і шплінтом 8. Кронштейн 7 встановлений в поперечному отворі кронштейна 3 і утримується з одного боку наполегливою шайбою 13 і пружиною 2, а з іншого боку гайкою 4 і

шплінтом 5. За рахунок регулювальних отворів 6, розташованих в кронштейні 7, і гайки 4 є можливість змінювати жорсткість пружини залежно від типу і стану ґрунту, на якому використовується збиральна машина.

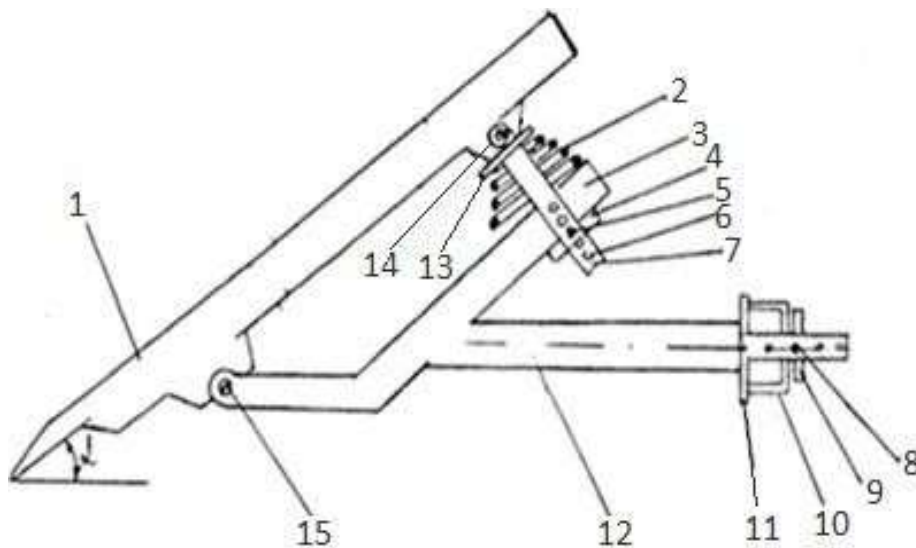


Рисунок 2.1 - Схема підкопуючого робочого органу у вигляді підпружиненого леміша.

1 - леміш, 2 - пружина стискування, 3 - кронштейн, 4 - гайка, 5 - шплінт, 6 - регулювальні отвори, 7 - кронштейн, 8 - шплінт, 9 - гайка, 10 - рама, 11 - наполеглива шайба, 12 - кронштейн, 13 - наполеглива шайба, 14 - болтове з'єднання, 15 - болтове з'єднання, α - кут нахилу леміша до горизонту.

Вдосконалений підкопуючий робочий орган працює таким чином (Рис. 2.1). Пружина 2, відрегульована на конкретне зусилля яке визначається залежно від типу і стану ґрунту. При роботі картоплекопача на заглиблений леміш 1, встановлений на певну глибину підкопування бульбоносного пласта, внаслідок нерівномірності опору ґрунту діють змінні сили, які передаються через опорну шайбу 13 кронштейна 7 на пружину 2 і примушують кронштейн 7 з лемішем 1 змінювати кут нахилу леміша до горизонту α . Кут нахилу леміша до горизонту α встановлюють залежно від типу, стану і зв'язності ґрунту.

Жорсткість пружини 2 регулюється гайкою 4 і встановлюється такій, при якій кут нахилу леміша до горизонту α виключає забиття.

Внаслідок нерівномірного опору ґрунту на леміш 1 діють змінні сили, які примушують леміш змінювати своє положення, тобто кут α нахилу леміша до горизонту. Пласт ґрунту при цьому випробовує дію леміша і кришиться. Цим досягається кришіння бульбоносного пласта і покращується транспортування пласта через леміш 1 до пруткового елеватора.

Шляхом установки необхідного кута α нахилу леміша 1 до горизонту, залежного від типу і стану ґрунту, запобігає забиття бульбоносного пласта перед прутковим елеватором.

Таким чином, застосування розробленого підкопуючого робочого органу покращує кришіння бульбоносного пласта і зменшує його забиття перед прутковим елеватором, що призводить до підвищення продуктивності.

2.2 Дослідження геометрії підпружиненого леміша.

Транспортування і кришіння пласта визначається формою підкопуючих робочих органів і взаємним розташуванням елементів. У нашому випадку підкопуючий пристрій складається з кронштейна з підпружиненим лемішем, який міняє своє положення відносно валу першого елеватора.

Розглянемо геометричну схему леміша зі змінюваним кутом нахилу (Рис. 2.2).

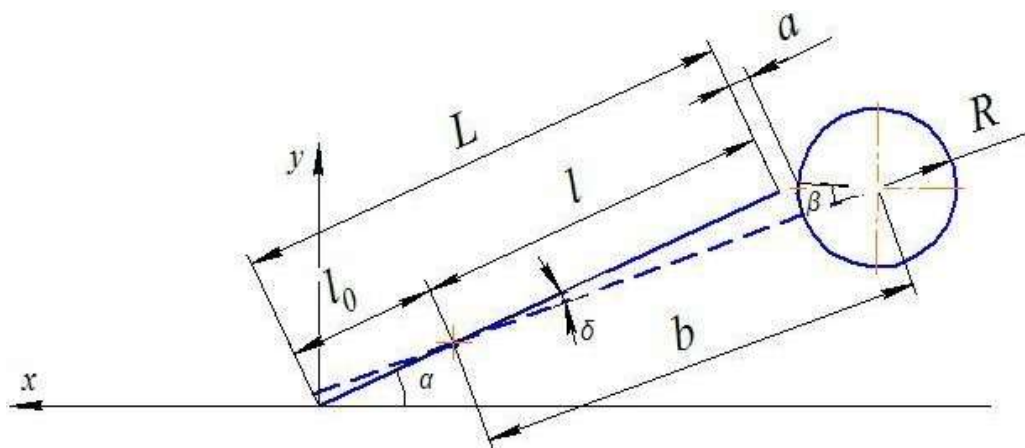


Рисунок 2.2 - Геометрична схема леміша зі змінюваним кутом нахилу: L - довжина леміша, a - проміжок між лемішем і валом першого елеватора, l_0 - відстань від шкарпетки леміша до шарніра, l - довжина шарнірної частини леміша, R - радіус зірочки першого елеватора, β - кут дії першого елеватора на підкопаний пласт, δ - зміна кута нахилу леміша, α - початковий кут установка леміш, b - відстань між шарнір леміш і центр обертання зірочка перший елеватор.

При роботі машин з пасивними робочими органами, що мають форму клину, деформація ґрунту відрізняється великою різноманітністю внаслідок значної варіації її фізико-механічних властивостей, а також різноманітності видів і параметрів робочих органів [8].

Оскільки пропонується той, що нами копас призначений для роботи на різних видах ґрунтів, у тому числі і важких, нас цікавить механіка взаємодії леміша із зв'язковим, що відділяється у вигляді стрічки пластом ґрунту в його функції підйомного пристрою, а також методики розрахунку невідомих реакцій зв'язків і тягового опору леміша.

Для випадку зв'язного пласта В.А. Ксендзовим розглянуте взаємодія пласта з двограним клином і отримані вираження для визначення силових характеристик взаємодії. Введемо наступні допущення:

1. Бульбоносний пласт є однорідним зв'язним пластом, ґрунт переплетений коренями рослин.

2. Швидкість руху пласта по лемешу в режимі, що встановився, постійна.

На дану ділянку пласта чинять дію нормальна реакція N і сила тертя T з боку робочої поверхні клину (леміша), а також реакція підпору Q з боку нерухомої ділянки, розташованої перед лемішем (Рис. 2.3). Ці сили рівнодійні відповідних розподілених сил на робочій поверхні леміша і межі розділів ділянок пласта [4].

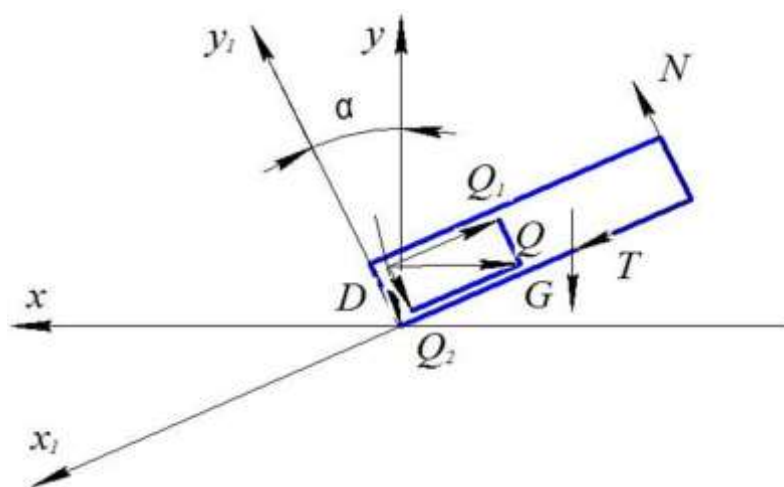


Рисунок 2.3 – Схема сил, діючих на участок пласта

N - нормальна реакція, Н;

T - сила тертя, Н;

G - сила тяжіння, Н;

Q_x - що становить реакції підпора, що діє уздовж осі x , Н;

Q_y - що становить реакції підпора, що діє уздовж осі y , Н;

α - кут нахилу леміша, град.

Проаналізувавши значення цих сил при зміні кута нахилу α , розрахунки робили в програмі MathCAD.

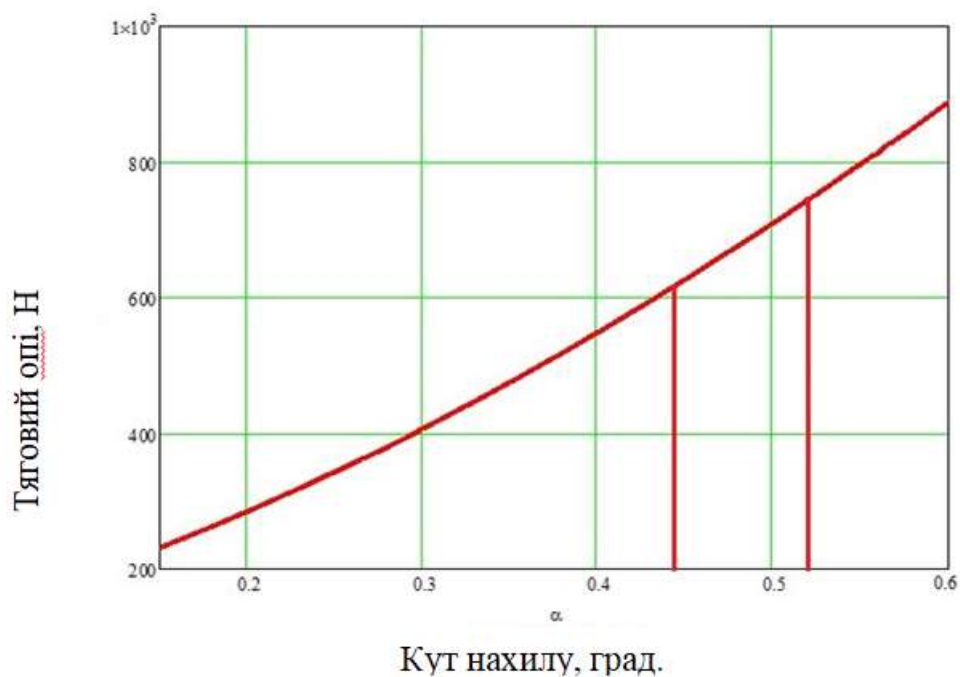


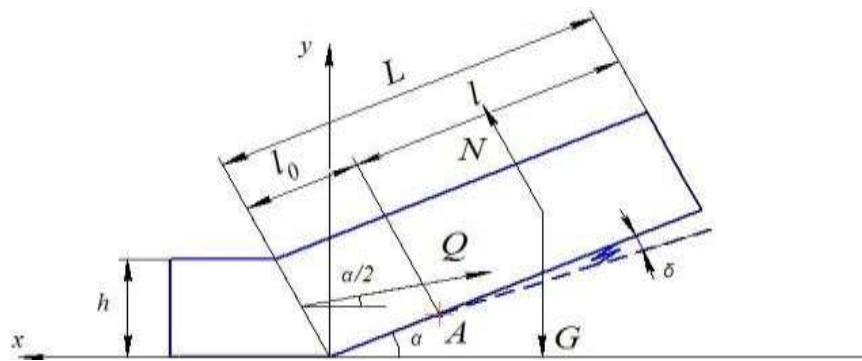
Рисунок 2.4 - Графік залежності тягового опору леміша від його кута нахилу.

Аналізуючи цей графік можна помітити, що зі збільшенням кута нахилу леміша зростає тяговий опір, причому залежність буде параболічною. Слід зазначити, що найбільший приріст тягового опору спостерігається при кутах нахилу леміша від 25° до 30° , що відповідає куту в радіанах від 0,44 до 0,52. Тому нами було запропоновано з метою зменшення тягового опору кут нахилу леміша зробити змінним, залежно від стану ґрунту. Чим важче ґрунт, тим менше кута нахилу.

2.3 Теоретичне обґрунтування параметрів пружини леміша

Змінний кут нахилу леміша забезпечується за рахунок застосування пружини. Для обґрунтування параметрів пружини, розглянемо силове

взаємодія бульбоносного пласта з лемішем. Оскільки рух картоплекопача в режимі, що встановився, здійснюється з постійною швидкістю, розглянемо



рівновагу леміша під дією активних сил. Допущення моделі приведені в розділі 2.3. Силами, що діють на леміш, будуть: реакція підпору пласта Q , вага пласта G і нормальна реакція поверхні леміша N (Рис. 2.5).

Рисунок 2.5 - Схема силової взаємодії бульбоносного пласта з лемішем.

N - нормальна реакція, G - сила тяжіння, h - висота пласта, Q - реакція підпору, L - довжина леміша, l_0 - відстань від шкарпетки леміша до шарніра l - довжина шарнірної частини леміша, δ - зміна кута нахилу леміша, α - початковий кут установки леміша, $\alpha/2$ - кут між реакцією підпору і горизонталлю.

Для визначення зусилля пружини розглянемо взаємодію леміша з пружиною. Величину зусилля стискування пружини можна визначити з рівняння рівноваги - сума моментів відносно шарніра A (Рис. 2.6).

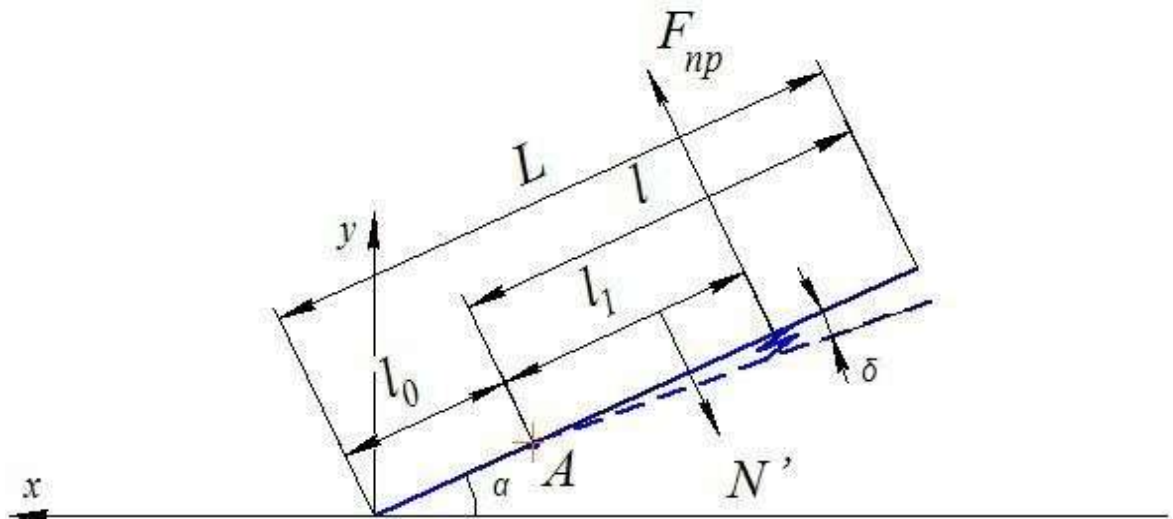


Рисунок 2.6 Рівняння рівноваги.

Для аналізу впливу швидкості того, що копає і параметрів прибираного бульбоносного пласта проведемо розрахунки в програмі MathCAD :

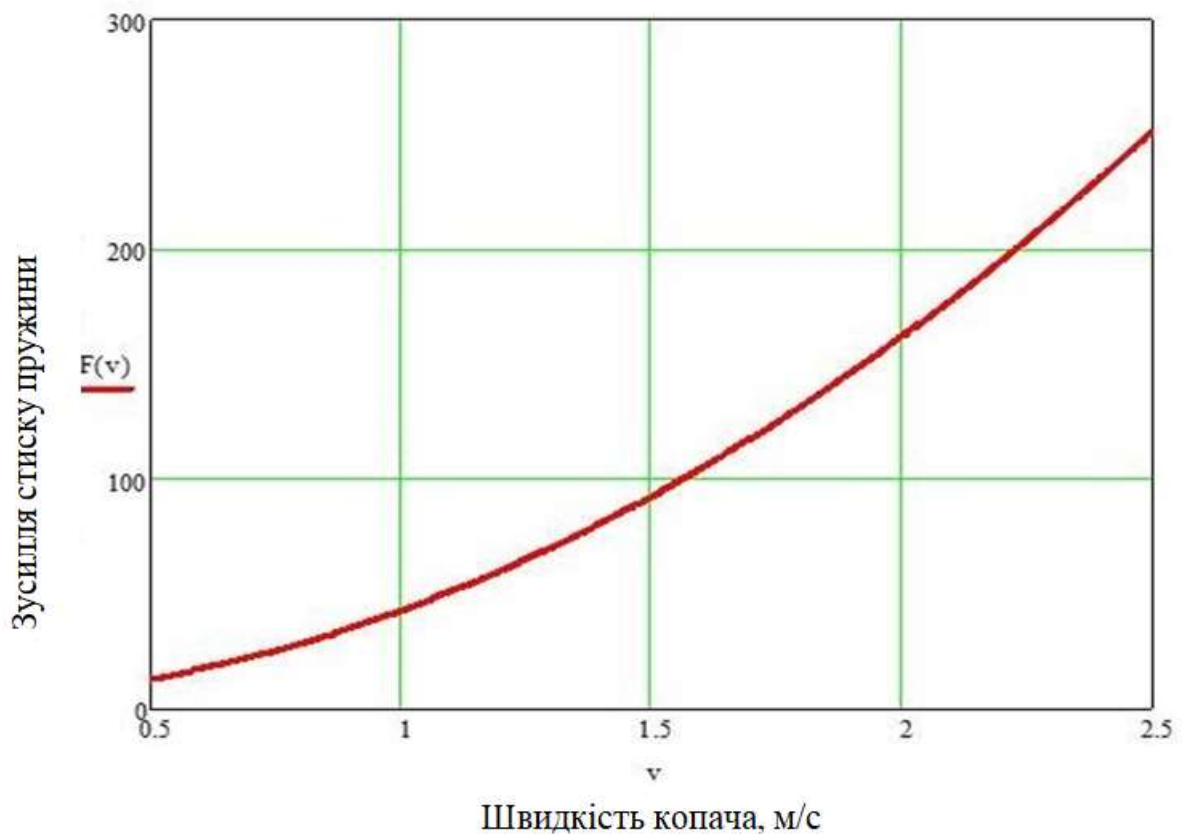


Рисунок 2.7 - Графік впливу швидкості того, що копає на величину зусилля стискування пружини.

З представленого графіку видно, що величина зусилля стискування пружини значно залежить від швидкості того, що копає. Зі збільшенням швидкості зростає зусилля стискування пружини. Представлені залежності дозволяють здійснити раціональний вибір пружин для конкретних умов роботи картоплезбиральної машини.

2.4 Дослідження величини підскоку компонентів бульбоносного пласта.

Розглянемо взаємодію прутків елеватора з бульбоносним пластом. При зменшенні кута нахилу підпружиненого леміша подання бульбоносного пласта може здійснюватися на різній висоті по відношенню до першого валу пруткового елеватора. В цьому випадку інтенсивність і напрям дії прутків на підкопаний пласт будуть істотною мінятися, причому, чим більше опору картопляного пласта, тим менше кута нахилу підпружиненого леміша, менше його тяговий опір, і тим інтенсивніше дія прутковим елеватором на бульбоносний пласт.

Для виключення підрізування бульб леміша між бульбовим гніздом і лезом леміша залишають технологічний проміжок не менше 2 см Цей прошарок захищатиме бульби картоплі від інтенсивної дії прутків.

Процес дії прутків на бульбоносний пласт складатиметься з двох етапів. На першому етапі відбувається дія прутків основного елеватора на бульбоносний пласт, в результаті якого компоненти придбавають певну швидкість. На другому етапі компоненти з придбаною швидкістю рухаються усередині картопляної шару. Обмеженням цього процесу є умова, при якій компоненти купи не відкидаються назад на леміш картоплезбиральної машини.

Інтенсивність взаємодії бульбоносного пласта з основним елеватором залежить від кута β , який визначає напрям дії. У свою чергу кут β залежить від точки подання пласта до основного елеватора, тобто від кута нахилу леміша α . Розрахункова схема взаємодії прутка основного елеватора з компонентом бульбоносного пласта приведена на рисунку 2.8.

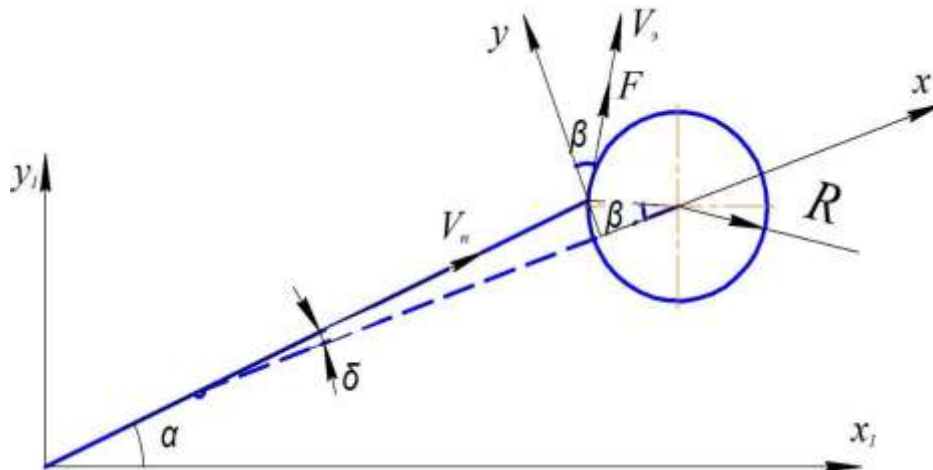


Рисунок 2.8 Схема взаємодії прутка основного елеватора з компонентом бульбоносного пласта

Розрахуємо значення швидкості руху картопляного пласта після взаємодії з прутком елеватора на підставі вираження і побудуємо графік в програмі MathCAD.

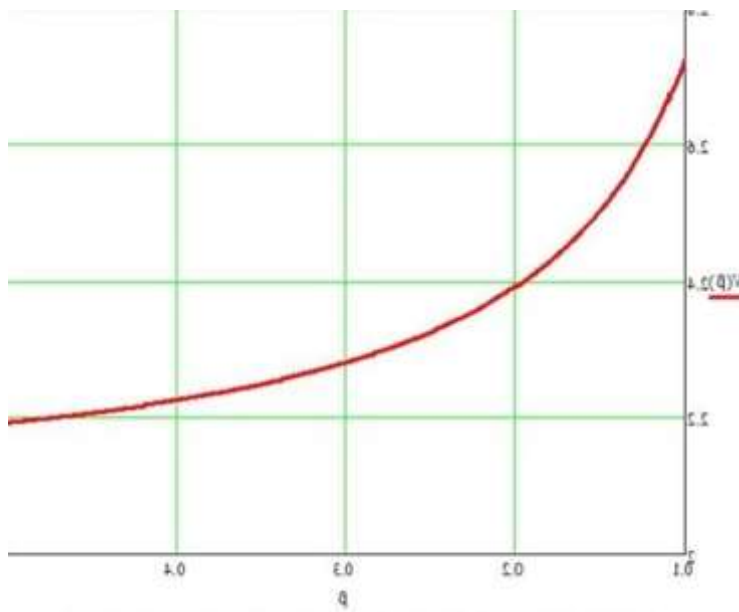


Рисунок 2.9 - Графік залежності швидкості руху картопляного пласта після взаємодії з робочими органами.

Зменшення кута нахилу леміша веде до зменшення кута дії і збільшення швидкості картопляного пласта. Виходячи з умов неушкодження бульб картоплі, а також можливостей регулювання кута нахилу леміша, діапазон його змін буде від 22° до 30°

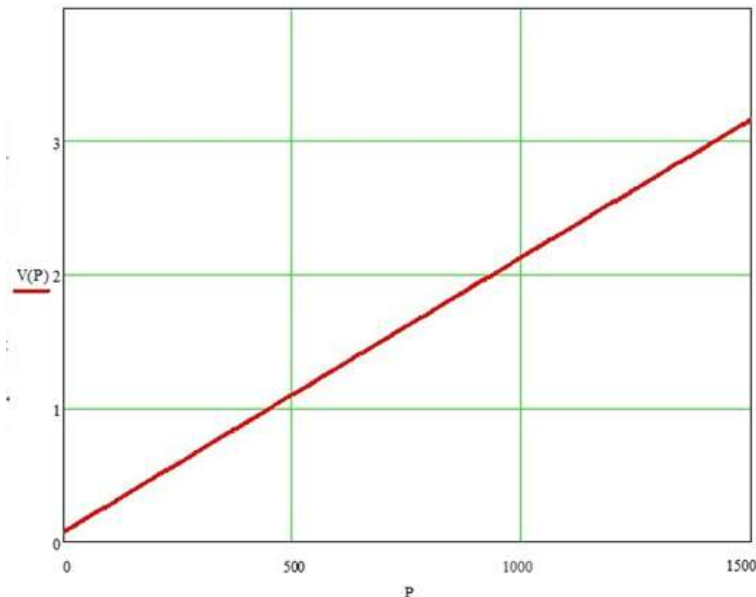


Рисунок 2.10 - Графік залежності швидкості руху картопляного пласта від потужності, що витрачається на кришіння бульбоносного пласта.

З представленого графіку видно, що зі збільшенням швидкості руху картопляного пласта після взаємодії з прутком елеватора, підвищується потужність, що витрачається на кришіння бульбоносного пласта. Причому ця залежність лінійна.

Рух картопляного пласта після взаємодії з прутком елеватора відбувається за рахунок інерції руху компонента по лемешу і взаємодії з прутком основного елеватора. При цьому напрям руху уздовж леміша характеризуватиме поточний кут нахилу леміша α , а напрям удару кут β . В результаті абсолютна швидкість часток компонента

визначатиметься за правилом паралелограма (рис. 2.11), а кут напрямку руху θ залежатиме від величини і напрямку складових швидкостей

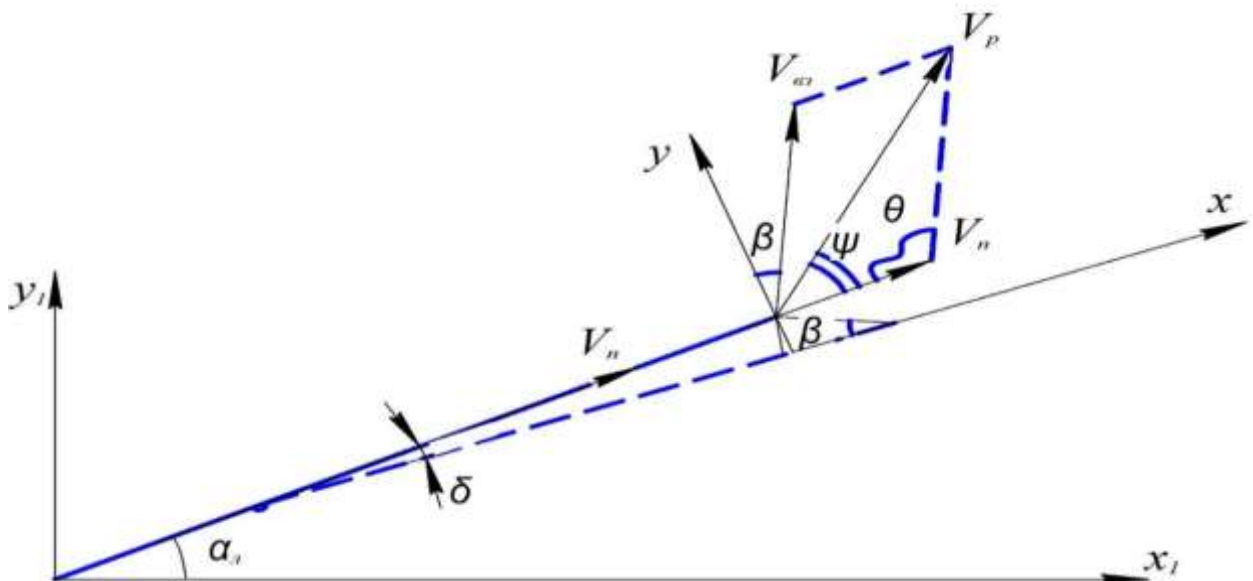


Рисунок 2.11 -Схема для визначення взаємозв'язку кутів леміша і основного елеватора при їх взаємодії з компонентом бульбоносного пласта

З рисунка 2.11, видно, що кут θ розташований між швидкістю картопляного пласта і швидкістю компонента разом з пластом по лемешу.

Величина напруги у бульбоносному пласту залежатиме від висоти підйому що утворює над лемішем. Враховуючи, що частина ґрунту при підйомі по ділянкові обсипатиметься, критична висота підйому визначатиметься формулою:

$$H_{кр} = H_{кін} - H_{поч}$$

де:

$$H_{кр} = H_{кін} - H_{поч},$$

$H_{кр}$ - критична висота підйому (м);

$H_{кін}$ - висота конуса (м);

$H_{поч}$ - висота підйому ґрунту (м).

Підставивши значення критичної висоти конуса, визначимо його геометричні параметри і місце установки на лемеші

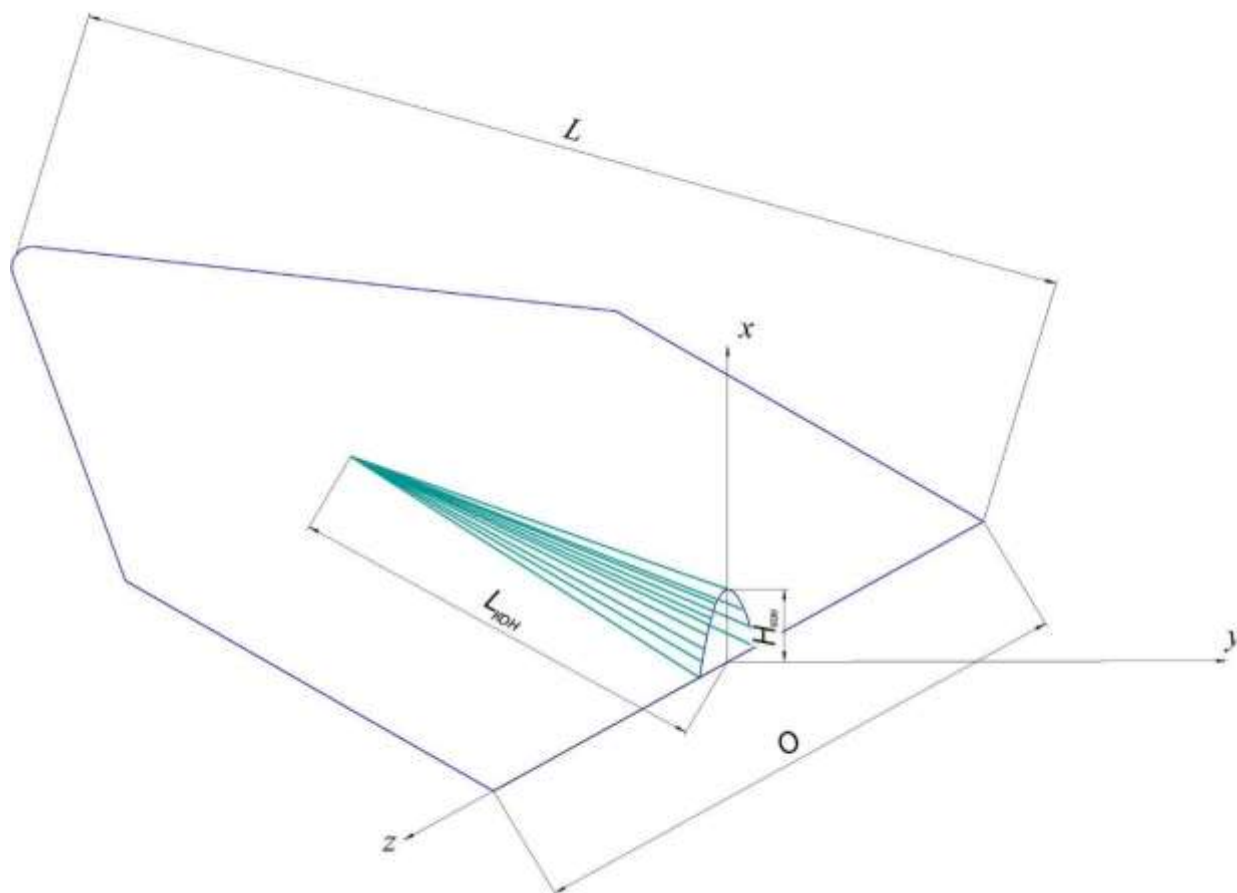


Рисунок 2.12 - Місце установки на лемеші дільника, виконаного у вигляді гіперболічного конуса

Теоретичні дослідження показали, що раціональними параметрами дільника, виконаного у вигляді гіперболічного конуса являються висота 0,025 м, довжина - 0,16 м.

Розділ 3. Охорона праці

Ядро агропромислового комплексу складають галузі сільського господарства. Основною з них є рослинництво, призначення якої — виробництво рослинницької продукції з метою одержання продовольства для населення і сировини для промисловості.

Основним нормативно-правовим актом, який регламентує безпечне виконання робіт у сільськогосподарському виробництві, є Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві, затверджені наказом Міністерства надзвичайних ситуацій України від 26 листопада 2012 р. № 1353.

Умови праці у сільськогосподарському виробництві мають певні особливості. Здебільшого польові роботи виконуються на значній відстані від центральної садиби і тракторної бригади. Через це знижується контроль за безпекою працівників з боку адміністрації господарства. У цих умовах підвищується особиста відповідальність механізаторів за безпеку проведення робіт.

Разом з тим поживляються й інші роботи в агропромисловому виробництві. Зростає, порівняно із зимовими місяцями, кількість зайнятих на ручних роботах працівників, насамперед на технологічному обслуговуванні та забезпеченні роботи посівних та інших машинно-тракторних агрегатів.

Все це об'єктивно збільшує вірогідність травматизму, особливо при недотриманні правил техніки безпеки та охорони праці й неналежній організації робіт.

Шкідливі та небезпечні фактори при виконанні польових робіт

Основними шкідливими та небезпечними факторами при проведенні - польових робіт є:

- технічна несправність тракторів і сільськогосподарських машин;
- виконання робіт на відкритому повітрі, при підвищеній або низькій температурі повітря;
- підвищений рівень шуму та вібрацій;
- підвищена забрудненість повітря пилом;

- ризик контакту з отруйними рослинами, небезпечними комахами та тваринами;

- схили полів, наявність перешкод у вигляді ям, ярів;

- рухомі агрегати;

- пожежна небезпека;

- нервово-психічні перевантаження.

3.1 Профілактика нещасних випадків

Загальні особливості безпеки при роботі з сільськогосподарськими машинами

1. З метою запобігання порушенням, які можуть призвести до нещасних випадків та інших надзвичайних ситуацій, напередодні проведення весняно-польових робіт необхідно:

- призначити відповідальних осіб за організацію безпечної експлуатації обладнання та виконання робіт в структурних підрозділах;

- організувати та провести семінари-навчання працівників безпечним методам роботи;

- провести інструктажі з охорони праці з усіма працівниками, зайнятими у виробничих процесах;

- забезпечити працівників спецодягом, засобами індивідуального захисту, аптечкою, питною водою та засобами пожежогасіння;

- визначити та обладнати місця для відпочинку, споживання їжі та куріння;

- не допускати до роботи осіб, які не пройшли медичний огляд, хворих, перевтомлених, осіб, які перебувають в нетверезому стані, та які не пройшли інструктажі та навчання з охорони праці;

- до виконання технологічних процесів не допускати машини і обладнання, які мають технічні несправності.

2. Причіп та навіску машин і обладнання на трактор необхідно виконувати удвох. Робітник, який здійснює зчіпку (навіску), не повинен стояти

на шляху руху трактора до машин, а зчіпку починати тільки після сигналу тракториста.

3. Тракторист повинен вести трактор на пониженій передачі, на малих обертах двигуна, без ривків, слідкувати за зчіпками і весь час тримати ногу на педалі головної муфти зчеплення. З'єднувати причіпну сергу з причіпним пристроєм машин потрібно тільки при зупиненому тракторі і вимкненій передачі.

4. Пересування агрегатів до місця роботи і виконання робіт повинні виконуватися у відповідності з заздалегідь розробленими маршрутами й технологією, затвердженими керівником або відповідним головним спеціалістом господарства (підприємства), з якими повинні бути ознайомлені при проведенні інструктажу всі механізатори, які будуть брати участь у виконанні певного виду робіт.

5. При роботі на ґрунтооброблювальних машинах можливі такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- рухомі агрегати і машини;
- рухомі частини машин: причіпні (навісні) пристрої, робочі органи, пружини, механізми передачі руху, колеса тощо;
- робоча рідина гідросистеми;
- підвищена концентрація пилу,

3.2 Технічне обслуговування машин і механізмів

1. Технічний стан ґрунтооброблювальних машин і пристроїв для очищення робочих органів повинен відповідати вимогам безпеки. Захисні огороження, робочі органи, циліндри і шланги гідравлічної системи повинні бути справними та надійно закріпленими. Гайки вісі в дискових лушпильників і борін, катків повинні бути затягнуті й зафіксовані. Скребки (чистики) дисків мають бути гострими і встановлені з зазором 2–4 мм від поверхні диска.

2. Перед початком руху агрегату, включенням гідросистеми або валу відбору потужності трактора необхідно подати сигнал (отримати зворотній сигнал, якщо агрегат обладнано засобами двосторонньої сигналізації),

впевнитися, що це нікому не загрожує, і тільки після цього виконувати необхідні дії.

3. Заглиблення робочих органів повинно виконуватися тільки на ходу агрегату. Управління гідросистемою необхідно виконувати тільки із сидіння трактора.

4. При роботі на тракторі з навісною машиною не дозволяється її піднімати з включеним валом відбору потужності і включати вал відбору потужності при транспортному положенні машини (знаряддя).

5. В процесі роботи агрегату необхідно періодично перевіряти надійність причіпки (навіски) причіпної машини, кріплення і роботу робочих органів.

6. Заправляти машину, замінювати, регулювати й очищати робочі органи від зайвих предметів, земляних глиб, налиплого ґрунту і залишків рослин необхідно виконувати тільки спеціальними чистиками при вимкненому двигуні.

7. Перед початком маневрування агрегату (поворот, розворот) необхідно впевнитися, що в радіусі руху агрегату не знаходяться люди, а потім переводиться машина (робочі органи) в транспортне положення.

Маневрування заднім ходом з заглибленими робочими органами забороняється. Після закінчення маневрування на початку прямолінійного руху необхідно перевести машину (робочі органи) в робоче положення.

8. При аварійній ситуації необхідно негайно зупинити агрегат, загальмувати й вимкнути двигун трактора.

9. Не дозволяється залишати без нагляду ґрунтооброблювальний агрегат з увімкненим двигуном трактора. При тривалій зупинці агрегату необхідно його загальмувати, опустити робочі органи і вимкнути двигун.

10. Найбільш небезпечним при обслуговуванні ґрунтооброблювальних машин та механічному оброблянні ґрунту (оранка, культивація) є очищення робочих органів, тому його необхідно здійснювати при зупиненому агрегаті, опущених робочих органах та в рукавицях із застосуванням спеціальних чистиків.

11. Керувати робочими органами, а також переводити їх в робоче або транспортне положення необхідно тільки з кабіни трактора. При заміні робочих органів (лемішів, лап та ін.) рама причіпної чи навісної машини повинна бути встановлена на надійні підставки.

Кожний із логічних процесів формування та можливого виникнення травмонебезпечних та аварійних ситуацій, можна виокремити та знайти подію з якої починається небезпечний процес, ще до виникнення небезпечних наслідків. Методикою оцінки рівня безпеки робочих місць, машин, виробничих процесів та окремих виробництв передбачено пошук об'єктивного критерію рівня безпеки для конкретного об'єкта. Таким показником вибрана ймовірність виникнення аварії, травми залежно від явища що досліджується. Використовуючи метод визначення ймовірності виникнення будь-якого випадкового явища є можливість оцінки рівня безпеки певного об'єкта чи явища. Даний метод широко застосовують в зарубіжній інженерній практиці. Основні його принципи полягають в тому, що на основі обстеження робочого місця чи окремої машини виявляють виробничі безпеки, можливі аварійні або травматичні ситуації. При оцінці ситуацій визначають події, які можуть стати головною подією при побудові логічно-імітаційної моделі травми. Після цього будують модель “дерева відмов і помилок оператора”. Слід зауважити, що важливе значення має правильний вибір головної події, від чого залежить доцільність виконання та ефективність моделі. Головну подію, котра зумовлює виникнення травми, модель якої необхідно побудувати, вибирають виходячи з оцінки відповідного об'єкта, виробництва чи окремої одиниці обладнання і змісту його найбільш небезпечного явища, яке за певних умов виробництва виникає. Після вибору домінуючого випадкового явища (події) розпочинаємо побудову моделі (“дерева”). Використовуючи оператора “і” та “або”, використовуємо набір ситуацій (відомих до цього), які можуть призвести до подій, вибраної як домінуюча чи головна.

Спочатку визначаються травмонебезпечні ситуації та їх кількості, що можуть мати місце в процесі що розглядається, визначаємо ще й інші події, що

входять до кожної такої ж ситуації, логічним аналізом із застосуванням операторів “і”, “або” та інших. Процес побудови моделі триває, поки не будуть знайдені усі базові події, що визначають межу моделі. Слід мати на увазі, що кожна випадкова подія, до якої входять базові події, може формуватися й виникати при входженні у неї двох, трьох і більше базових подій за допомогою відповідних операторів. Повністю побудована і перевірена модель підлягає математичній обробці для визначення ймовірності кожної випадкової події, що увійшла до моделі, починаючи з базових і закінчуючи головною. За даними виробництва визначаємо ймовірність базових подій.

Наприклад, базова подія “стан контролю з охорони праці”. Для визначення ймовірності ми повинні встановити, наскільки (у відсотках) від ідеального рівня здійснюється відповідний контроль на об’єкті. Якщо буде встановлено, що такий рівень контролю становить 50% або 30%, то ймовірність відповідно дорівнює 0,5 і 0,3. При відсутності контролю ймовірність “не здійснення контролю” становитиме 1, якщо контроль ідеальний, то відповідно ймовірність дорівнює 0. Після обчислення ймовірності всіх подій, розміщених у ромбах, і базових подій, починаючи з лівої нижньої гілки “дерева”, позначаємо номерами всі випадкові події, що увійшли до моделі. На цьому можна вважати, що певна модель підготовлена до математичних обчислень ймовірностей випадкових подій логічно-імітаційної моделі. Отже, для побудови логіко-імітаційної моделі процесу, формування і виникнення аварії та травми в процесі вирощування культури складемо перелік базових подій. Вони лежатимуть в основі даної моделі. Кожній події (пункту) присвоїмо певне значення ймовірності його виникнення.

РОЗДІЛ 4 Обґрунтування результатів.

1. Запропонований модернізований підкопуючий пристрій в конструкції картоплекопача КТН-2В, що дозволяє змінювати кут α нахилу леміша до горизонту при підкопуванні картоплі на різних типах ґрунтів в різних ґрунтово-кліматичних умовах. Внаслідок нерівномірного опору ґрунту на леміш діють змінні сили, які примушують леміш змінювати своє положення, тобто кут α нахилу леміша до горизонту.

Пласт ґрунту при цьому випробовує дію леміша, що забезпечує хороше кришіння бульбоносного пласта, зменшення залипання ґрунтом і виключення забиття бульбоносної маси перед прутковим елеватором, а також зниження тягового опору збиральної машини при роботі на різних типах ґрунтів.

2. Досліджена геометрія підпружиненого леміша і отримана залежність між геометричними параметрами кутів установки леміша. Встановлено, що зі збільшенням кута нахилу леміша зростає тяговий опір, причому залежність буде параболічною. Слід зазначити, що найбільший приріст тягового опору спостерігається при кутах нахилу леміша від 25° до 30° . Тому нами було запропоновано з метою зменшення тягового опору кут нахилу леміша зробити змінним, залежно від стану ґрунту. Чим важче ґрунт, тим менше кута нахилу. Для кращого кришіння ґрунту основну дію на підкопаний бульбоносний пласт чинитиме передня частина елеватора.

3. Розглянута силова взаємодія бульбоносного пласта з лемішем для теоретичного обґрунтування параметрів пружини, внаслідок чого був отриманий графік впливу швидкості того, що копає і параметрів прибираного пласта на величину зусилля стискування пружини. Встановлено, що величина зусилля стискування пружини значно залежить від швидкості того, що копає.

4. При роботі ґрунтах зниженої вологості потрібна додаткова дія на бульбоносний пласт для поліпшення сепарації. Величина напруги у бульбоносному пласту залежить від висоти підйому такою, що утворює гіперболічного конуса над лемішем. Теоретичні дослідження показали, що

раціональними параметрами гіперболічного конуса є висота 0,025 м, довжина - 0,16 м.

Загальні висновки

1. Одним з перспективних шляхів вдосконалення картоплезбиральних машин є застосування модернізованих лемешів, що забезпечують підвищення дії робочих органів на початку технологічного процесу на бульбоносний шар.

2. Проведено теоретичне дослідження дії робочих органів на компоненти бульбоносного пласта при переході з леміша на прутковий елеватор. При прийнятих параметрах робочих органів і компонентів картопляної купи ($V=1,2$ м/с, $m=3,5$ кг, $v=25$ Н/ (м/с), $\alpha=0,3$ рад, $\psi=0,5$ рад) висота підскоку складає 0,06 м, дальність польоту часток приблизно 0,1 м.

Визначені: залежність швидкості руху картопляного пласта після взаємодії з прутком елеватора від кута дії першого елеватора на бульбоносний пласт; траєкторія руху картопляного пласта після взаємодії з прутком елеватора.

3. Лабораторно-польові дослідження показали, що найбільша висота підскоку компонентів картопляного ширу в зоні передніх опор основного елеватора дорівнює 0,062 м, і спостерігалася при попередньому натягненні пружини 0,005 м жорсткістю 10,3 Н/м. Слід зазначити, що натягнення пружини сприяє стабільності висоти підскоку. Збільшення дії сприяло поліпшенню сепарації і незначному зростанню ушкоджень.

Використана література

1. Верещагин, Н.И. Уборка картофеля в сложных условиях / Н.И. Верещагин, К.А. Пшеченков - М.: Колос, 1983. - 208 с.
 – Versuchsergebnisse. – Schweiz. Landwirtschaftliche Forschung, 1976, Jg. 15, s. 175-186. – С. 46-49.
- 2 В.Ю.Ільченко. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві / В.Ю.Ільченко, П.І.Карасьов, А.С.Лімонт.;. - К. : Урожай, 1993. - 288 с.
- 3 Верещагин, Н.И. Комплексная механизация возделывания, уборки и хранения картофеля. / Н.И. Верещагин, К.А. Пшеченков - М.: Колос, 1977. -351 с.
- 4 Верещагин, Н.И. Рабочие органы машин для возделывания, уборки и сортировки картофеля. / Н.И. Верещагин, К.А. Пшеченков – М.: Машиностроение, 1965. – 268 с.
- 5 Грушецький С.М. Інноваційна картопляна техніка - комплексне рішення задач / С.М. Грушецький //Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : Загальнодержавний міжвід. наук.-техн. зб. Під заг. ред. І.М. Черновола. - Кіровоград : КНТУ, 2009. - Вип. 39. - С. 68-81.
- 6 Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статической обработки результатов исследования) / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1973. –336 с.
7. Испытание машин по культуре картофеля / [Соч.] В. Т. Дудникова; Г.У.З. иЗ. Деп. зем. - Спб.: Типо-лит. М. П. Фроловой, 1914. - IV, 178 с.
8. Полуночев, И.М. Исследование технологического процесса картофелеуборочного комбайна / И.М. Полуночев // Труды ВИСХОМ. – 1953.
9. Результаты исследований по механизации картофелеводства [Текст] : Сборник статей / Е. А. Глухих (отв. ред.) ; М-во сельского хозяйства РСФСР. Науч.-исслед. ин-т картофельного хозяйства. - Москва : [б. и.], 1960. - 289 с.
10. Родин, К.И. Изыскание и исследование подкапывающих рабочих органов картофелеуборочных машин для работы на торфяных почвах : дис. ... канд. техн. Наук. – Рязань: 1968. – 165 с.

11. Сельскохозяйственные машины: / Абрам Бенцианович Лурье, Федор Григорьевич Гусинцев, Евгений Иосифович Давидсон. – М.: Колос, 1976. – 496 с.
12. 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.-464с.:іл..
13. Сорокин, А.А. К расчету параметров колеблющегося (вибрационного) лемеха картофелеуборочных машин / А.А. Сорокин // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства - 1968. - №11 - С. 5-6.
14. Сорокин, А.А. Расчет параметров колебаний лемеха картофелеуборочных машин / А.А. Сорокин // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства – 1963 - №4 - С.45-46.
15. Фере, Н.Э. Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка / Н.Э. Фере, В.З. Бубнов, А.В. Еленев, Л.М. Пильщиков – М.: Колос, 1978. – 256 с.
16. Фізико-механічні параметри ґрунту при вирощуванні картоплі на грядках [Текст] / О. А. Старовойтова, В. И. Старовойтов, А. А. Манохіна, С. М. Духаніна // Землеробство. – 2018. - № 5. - С. 16-20.
17. Фирсов Н.В. Проектирование и расчет рабочих органов картофелеуборочных машин // Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин. – Т. 5. – М., Л.: Сельхозгиз, 1940. – С. 29- 47.
18. Kartoffeln –sanftll ernten. – Agrartechnikinternational. 1983, Juli. –s. 10-11.
19. Liske P., Fischer L. Baugruppen zur Verminderung der Kartoffellbelastungen in der Annahmesorte bei schwierigen Einsatzbedingungen. Agrartechnik. – 1987. Bd. 37. Jg. 8. – s. 352-353.
20. Potato production and innovation technologies. Edited by Anton J. Haverkort, Boris V. Anisimov. The Netherlands. Wageningen Academic Publishers. 2007. 422 p.
21. Spiess E. Bedeutende Knollenbeschädigungen beim Kartoffelvollernteverfahren