

ISSN 2307-1699

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

**СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ
МАШИНИ**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ СТАТЕЙ

Випуск 43

Луцьк 2019

УДК 631.3.00

Сільськогосподарські машини: Зб.наук.ст. – Вип. 43. – Луцьк, 2019.– 188 с.

Рекомендовано до друку Вченою радою Луцького національного технічного університету, протокол № 5 від 26.12.2019 р.

У даний збірник включено статті, які висвітлюють питання конструювання та використання сільськогосподарської техніки. Наведено дослідження машин і процесів для посіву, збирання, сушіння та транспортування сільськогосподарських культур. Розглянуто і багато інших питань.

Збірник розрахований на наукових працівників.

The journal contains articles of construction and using agricultural machinery. The machines and processes of planting and harvesting of crops, drying and transportation of agricultural materials as well as other tasks are investigated.

The journal is designed for researchers.

Редакційна колегія: д.т.н., проф., Заслужений діяч науки і техніки, акад. ІАУ Г.А. Хайліс (відповід. ред.), Луцький НТУ; д.т.н., проф. В.Ф. Дідух (заст. відповід. ред.), Луцький НТУ; д.т.н., проф. П.П. Савчук, Луцький НТУ; Ph. D. Eng., В. Владут; к.т.н., проф. Р.В. Кірчук; д.т.н., проф. В.П. Ковбаса; д.т.н., проф. Є. Красовський; д.т.н. проф. Р.Д. Кузьмінський; д.т.н., проф. О.О. Налобіна; д.т.н., проф. С.І. Пустюльга, Луцький НТУ; д.т.н. Є.Й. Ріпецький; д.т.н., проф. Р.М. Рогатинський; д.т.н., проф. В.М. Сало; к.т.н., доц. М.М. Толстушко; д.т.н., проф. В.І. Шваб'юк, Луцький НТУ; д.с-г.н., проф. М.Й. Шевчук; к.т.н., доц. І.Є. Цизь; к.т.н., доц. С.Ф. Юхимчук.

© Луцький національний технічний університет,
2018 (Свідоцтво про держреєстрацію КВ №15902–
4374 ПР від 13.11.2009 р.)

УДК 677.11.08

© Д.С. Альбота

Луцький національний технічний університет

DOI: <https://doi.org/10.36910/agromash.vi43.198>

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ДЕКОРТИКАТОРА ПРЕС-ПІДБИРАЧА ВАЛКІВ СТЕБЛОВО-ВОЛОКНИСТОЇ МАСИ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО

У статті вказано на напрямки використання стеблової частини врожаю льону олійного. Запропоновано машину для підбирання валків стебलो-волокнистої маси льону на полі для виготовлення малогабаритних паливних рулонів, або підготовки її для подальшого вилежування маси з метою отримання волокна.

ЛЬОН ОЛІЙНИЙ, СТЕБЛОВО-ВОЛОКНИСТА МАСА, ДЕКОРТИКАТОР, М'ЯЛЬНІ ВАЛЬЦІ, ВОЛОКНО, ПАЛИВНІ РУЛОНИ

Постановка проблеми. Інтерес до вирощування льону олійного обумовлено такими факторами:

- попитом на лляну олію, яка застосовується при виробництві лакофарбового покриття, лінолеуму, харчових продуктів, лікарських препаратів і т. д.
- високою рентабельністю вирощування льону. Один гектар посіву льону олійного забезпечує такі самі економічні показники, як один гектар вирощування озимої пшениці з урожаєм не менше 40 ц/га.

Разом з цим солома льону є цінною сировиною для отримання продукції різного функціонального призначення, в тому числі прядильного волокна. Якість збирання льону визначається збереженням всього врожаю за умови мінімізації витрат на цю технологічну операцію. З соломи льону одержують якісні ізоляційні панелі, вони легкі, мають низьку теплопровідність.

Перспективною є також технологія виготовлення композиційних матеріалів з використанням луб'яних волокон. Використання лубу зумовлене його перевагами: висока міцність на розрив та пружність на згин порівняно з лляним волокном

Проблемою, яку необхідно вирішити під час збирання льону олійного зернозбиральним комбайном є використання стеблової частини врожаю, адже стебла льону містять волокно. При врожайності 15-20ц/га насіння на полі у валках залишається до 40 ц/га стебलो-волокнистої маси. Її важко загорнути в ґрунт, крім

того, вона повільно розкладається. Щоб уникнути таких труднощів, перед оранкою потрібно використовувати важкі дискові борони, а за потреби - повторити дискування у взаємно перпендикулярних напрямках і навіть така підготовка не гарантує позитивного результату.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В Україні стебла соломи льону олійного не переробляються, а лише спалюються на полях господарств, оскільки вважається, що в них знаходиться мала кількість волокон і виділення його є нерентабельним. Але, світовий досвід провідних вчених: В.В. Живетіна, Л.Н. Гінзбурга, Є.Л. Пашина, Н.М. Федосової (Росія), Р. Козловського (Польща), П.Л. Каполетто (Італія), Чурсіної Л.А., Тіхосової Г.А., Дідуха В. Ф., Ягелюк С. В. (Україна), які присвятили даному питанню багато робіт, свідчить, що солома льону олійного є цінною сировиною для одержання інноваційної продукції [1-4].

Аналіз світового досвіду використання продукції з льону олійного свідчить, що важливим і актуальним завданням на сьогоднішній день є використання всього закладеного в рослині потенціалу із найменшими втратами волокна, насіння та відходів у вигляді полови та костриці. У той же час збирання льону олійного за традиційною технологією зернозбиральними комбайнами призводить до втрат волокнистої частини урожаю у стерні, яка залишається на полі висотою 10–20 см, а зібрана солома пошкоджується та засмічується половиною із залишками розгалуженої частини стебел, які важко відділити під час первинної переробки на волокно.

Мета дослідження - запропонувати технологію виробництва малогабаритних рулонів шляхом декортикації стебलो-волокнистої маси льону.

Результати дослідження. Для вирішення проблеми звільнення полів від залишеної стебलो-волокнистої маси запропоновано шляхи подальшої переробки сировини в залежності від стадії стиглості льону олійного.

Якщо в обмолоченій масі матеріалу є більш-менш якісне волокно, то його доцільно після плющення м'яльними вальцями формувати у зручні для транспортування рулони для подальшої переробки.

Таке волокно знаходить широке використання в текстильній промисловості у суміші з іншими натуральними і хімічними волокнами для виробництва текстильних виробів. Це викликає зміни в технологіях збирання та одержання волокна, які

спрямовані перш за все на ресурсозбереження. Так на збиранні льону застосовують адаптовані, високопродуктивні сільськогосподарські машини загального призначення: косарки, зернозбиральні комбайни, перевертачі валків, рулонні преси і інша техніка. Використання цієї техніки дозволяє значно скоротити матеріальні та енергетичні витрати. Слід зазначити ще одну позитивну особливість цієї технології. Якщо при збиранні використовують косарки, то вони забезпечують зрізання стебел на висоті 5-7см від поверхні ґрунту. Таким чином у залишках відсутнє волокно або низької якості, що загалом підвищує загальну якість одержаного волокна з трести.



Рис. 1 – Стеблово-волокниста маса льону олійного після обмолочування

Якщо в силу певних обставин не вдається зібрати стеблово-волокнисту масу і відправити її на виготовлення волокна, можливий інший напрям її використання. Це отримання вискоєфективних паливних матеріалів. Окрім цього паливні матеріали можна виготовляти і з відходів переробки стеблової частини врожаю льону олійного.

При цьому на зернозбиральному комбайні необхідно передбачити подрібнювальний пристрій для отримання дрібної фракції з подальшим накопиченням у відповідний причіп. Потім із подрібненої сировини можна виготовляти паливні брикети чи пелети.

Інший варіант обробки передбачає використання декортикатора із кількома парами вальців різної конструкції, який зменшує пружні властивості стебло-волокнистої маси льону, що дозволяє на виході із декортикатора формувати малогабаритні паливні рулони.

Таким чином вирішується проблема з утилізації стеблової частини врожаю та створюються нові види продукції. Льон має значний енергетичний запас, так як паливо на його основі має хорошу тепловіддачу.

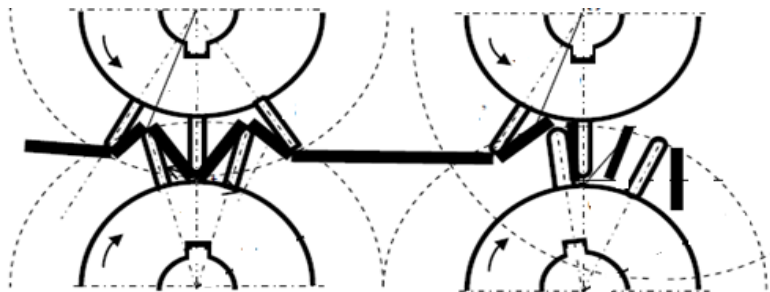


Рис. 2 – Схема взаємодії рифлів м'яльних вальців з стеблом луб'яних культур

Декортикація стебел включає операція зламу, яка характерна для процесу м'яття. Порушення зв'язку волокна з деревиною у м'яльних вальцях відбувається за рахунок згину-зламу стебел. Щоб забезпечити максимальне руйнування деревини і мінімальне пошкодження волокна м'яльними вальцями, важливо знати фізичну суть процесу руйнування конструкції стебла при згині. [4]

Процес згину для соломи і трести проходить по-різному. При згині соломи спочатку спостерігається зминання у верхній частині стебла. Потім стебло сплющується і розтріскується його деревина. На кінцевому етапі зламу деревина руйнується, а луб'яні волокна у нижній частині натягуються, частково зміщуються відносно деревини, але не відшаровуються. Під час зламу трести спостерігається повне розтріскування деревини і відшарування

волокна від деревини. Це свідчить про те, що у трести зв'язок між волокнистим шаром і деревиною слабший, тому треста краще піддається механічній переробці для отримання волокна.

Аналіз вузла очищення сирцю з лляної трести м'яльно-тіпального агрегату, який складається з пари м'яльних гладких вальців, пари рифлених м'яльних вальців які характеризуються малим радіусом закруглення кромки рифлів і відносно великою її висотою порівняно з кроком та розмічених між ними пари плющильних вальців показує, що після його модернізації можна використати для зменшення пружних властивостей стеблово-волокнистої маси льону олійного. [3]

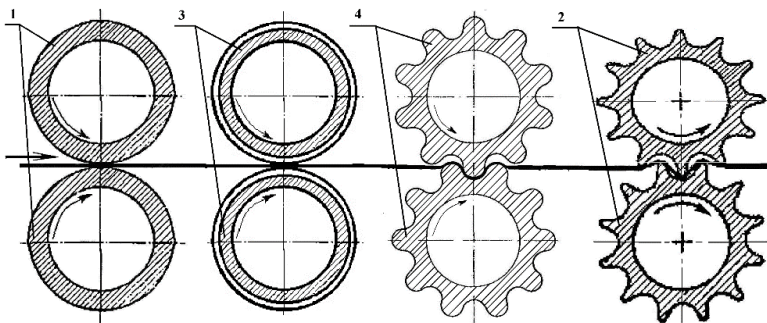


Рис. 3 – Вузол очищення сирцю з лляної трести м'яльно-тіпального агрегату: 1 – м'яльні гладкі вальці; 2 – рифлені м'яльні вальці крутого рифлення; 3 – плющильні вальці; 4 – рифлені м'яльні вальці пологого рифлення.

Для реалізації усього вище сказаного пропонується машина, для підбирання стеблово-волокнистої маси льону олійного з валків зі землі, яка передбачає операцію декортикації. Машина причіпна та дозволяє зменшити пружні властивості матеріалу при його підготовці до вилежування на полі або формуванні малогабаритних рулонів.

Принцип роботи машини: за допомогою транспортерного підбирача відбувається підбирання валка стеблово-волокнистої маси та переміщення до декортикатора, у якому відбувається зменшення пружних властивостей стебел. Після проходження сировини через декортикатор оброблена солома попадає у камеру пресування, в якій відбувається процес формування рулонів. Готовий рулон потрапляє на вивантажувальний транспортер, який переміщує рулон на транспортний засіб.

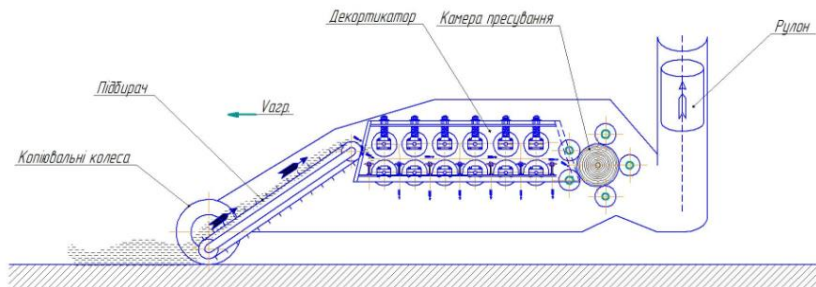


Рис. 4 – Функціональна схема машини з декортикатором для формування малогабаритних рулонів

Дану машину можна використовувати також для зменшення об'єму валка стеблово-волокнистої маси, що є аналогією функції обертача стрічки льону-довгунця. Процес декортикації необхідно застосовувати коли валок льону надто об'ємний, його потрібно пром'яти і залишити на полі для ефективнішої подальшої заготівлі сировини на волокно.

Висновки. Окреслена проблема збирання льону олійного та вказані перспективи використання стеблової частини вражаю на коротке неорієнтоване волокно або паливні матеріали. Проведено аналіз процесу декортикації лубоволокнистих матеріалів і запропоновано функціональну схему машини, яка включає декортикатор для підбирання стеблово-волокнистої маси льону олійного.

Література

1. Живетин В.В. Масличный лен и его комплексное развитие / В.В. Живетин, Л.Н. Гинзбург. – М.: ЦНИИЛ- КА, 2000. – 389 с.
2. Тіхосова Г.А. Наукові основи комплексної переробки стебел та насіння льону олійного: [монографія] / Л.А. Чурсіна, Г.А Тіхосова., О.О. Горач, Т.І. Янюк. – Херсон: Олді-плюс, 2011. – 356 с.
3. Дідух В.Ф., Буснюк В.В., Бойчук Б.В. Ягелюк С.В. Машина для формування паливних рулонів Патент на КМ № 135725 А01D43/04, А01D45/06 (2006.01) А01F15/07. Оpub. 10.07.2019, бюл.№13.

4. Studying the possibilities of producing fuel materials from oily flax wastes in the conditions of Western Polissya. / S. Yaghelyuk, V. Diduh, V. Tkachyuk – Știința agricolă / Universitatea agrară de stat din Moldova, - Chișinău, 2018 - nr. 2 (2018) – 158-163

5. Ягелюк С.В., Дідух В.Ф., Кірчук Р.В. Дослідження процесів збирання льону олійного з використанням стеблової частини врожаю/ товарознавчий вісник. – 2019. - Випуск 12

6. Березовський Ю.В. Використання нових технічних рішень у промисловому виробництві лляної продукції /Наука та інновації.- 2016. – Т.12 №4

7. Клевцов К.М. Визначення оптимальних технологічних параметрів декортикації луб'яної сировини / К.М. Клевцов // Вісник Хмельницького національного університету. – 2015. – № 5 (227). – С. 97–101.

8. Первичная обработка льна и других лубяных культур / В.В. Марков. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. – С. 162-169.

УДК 681.513

© О.О. Броварець, к.т.н.

Київський кооперативний інститут бізнесу і права

DOI: <https://doi.org/10.36910/agromash.vi43.197>

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ПИТОМОЇ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОСТІ АГРОБІОЛОГІЧНОГО ҐРУНТОВОГО СЕРЕДОВИЩА СТАЦІОНАРНИМ КОНТАКТНИМ МЕТОДОМ

Сучасне землеробство передбачає виконання певної технологічної операції, згідно відповідної картограми-завдання, яка розробляється попередньо на основі різнопланової інформації. Знання певної структура варіабельності ґрунтового покриву, отриманих з використанням інформаційно-технічних систем локального оперативного моніторингу агробіологічного стану сільськогосподарських угідь, дозволяє прийняти ефективні оперативні рішення для ефективного управління агробіологічним потенціалом сільськогосподарських угідь.

Очевидно, що за таких умов виникає необхідність у принципово нових підходах до ведення агропромислового виробництва, що полягає у забезпеченні належної якості виконання

технологічних операцій. Якість виконання технологічних операцій є інтегральним показником ефективності виробництва сільськогосподарської продукції в межах агробіологічного поля. Необхідна якість виконання основних технологічних процесів у рослинництві забезпечується за рахунок інтегрованих інформаційно-технічних систем оперативного моніторингу агробіологічного стану сільськогосподарських угідь.

Це відкриває нові перспективи до ведення органічного землеробства з використанням таких «розумних» сільськогосподарських машин.

У зв'язку, з цим ставиться завдання отримання достовірних даних про агробіологічний стан ґрунтового середовища шляхом зменшення похибки при визначенні величини електропровідних властивостей ґрунту, забезпечення індивідуальної стабілізації робочих електродів та механізму піднімання/опускання робочих електродів, копіювання нерівностей ґрунтового середовища, зменшення інтенсивності руйнування структури ґрунту, самоочищення робочого контакту електроду і забезпечення стабільності електричного контакту електрода з ґрунтом, шляхом удосконалення конструкції приладу. Поставлене завдання досягається шляхом використання інформаційно-технічної системи оперативного моніторингу стану ґрунтового середовища конструкції для визначення електропровідних характеристик ґрунтового середовища.

Мета даного дослідження є визначення критичного навантаження при втраті стійкості тонкостінними робочими електродами виконаними у вигляді робочих електродів різної форми (тонкостінних суцільних, трьохспицевих та чотирьохспицевих дисків з різною товщиною ободу) інформаційно-технічної системи локального-оперативного моніторингу агробіологічного стану ґрунтового середовища різної конфігурації при однобічному стисканні.

ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНІЧНА СИСТЕМА, ЛОКАЛЬНИЙ ОПЕРАТИВНИЙ МОНІТОРИНГ, ҐРУНТ, ПРОБИ, ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ, ВЕЛИЧИНА, ДОСЛІДЖЕННЯ

Постановка проблеми. Один з головних підходів при застосуванні технологій точного землеробства - оптимізувати урожайність і забезпечити екологічну якість сільськогосподарської продукції із врахуванням зон управління сільськогосподарським полем. У цьому аспекті важливу роль відіграє визначення ґрунтової електричної провідності для визначення величини прибутку на основі даних просторової мінливості та вмісту поживних речовин у

грунті. Знання певної структура варіабельності ґрунтового покриву дозволяє прийняти ефективні рішення для управління агробіологічним потенціалом сільськогосподарських угідь [1].

Огляд сучасних літературних джерел та наукових розробок [1] показує, що останніми роками відбувається процес інтеграції натурального (органічного, або біологічного), біодинамічного, екстенсивного, інтенсивного (промислового) та no-till землеробства з новітніми технологіями, зокрема з інформаційно-технічними системами локального оперативного моніторингу стану сільськогосподарських угідь. При цьому останній напрям є найбільш актуальним та перспективним для умов України.

Сучасне сільськогосподарське виробництво передбачає широке використання автоматизованих систем для моніторингу стану сільськогосподарських угідь.

Втілення сучасних технологій землеробства дозволяє планувати витрати насіннєвого матеріалу, добрив, пестицидів та інших технологічних матеріалів, у тому числі палива, визначати загальну стратегію управління агробіологічним потенціалом поля тощо. Проте, на сьогодні при реалізації даних технологій бракує ефективних систем збору та реєстрації (моніторингу) місцевизначеної інформації (агробіологічної та фітосанітарної) про стан сільськогосподарських угідь у технологіях точного землеробства. Існуючі способи і засоби реалізації цього процесу недосконалі [2, 3, 4].

У цьому сенсі набуває актуальності розробка та використання принципово нового класу сільськогосподарських машин – інформаційно-технічних систем локального оперативного моніторингу агробіологічного стану сільськогосподарських угідь.

У зв'язку із цим важливим завданням є розробка і обґрунтування сучасної інформаційно-технічної системи локального оперативного моніторингу агробіологічного стану сільськогосподарських угідь.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Структура ґрунту змінюється в значних межах на багатьох сільськогосподарських полях. Фізичні властивості ґрунту, як наприклад ґрунтова структура, мають прямий ефект на водомісткість, ємність катіонного обміну, урожайність тощо. Поживні речовини, що містяться у ґрунтах, використовуються рослиною і їх вміст у ґрунті зменшуються. Загальноприйнятою характеристикою вмісту поживних речовин у ґрунтів є вміст азоту, наявність якого у ґрунті значною мірою визначає урожайність.

Картографія ґрунтової електричної провідності, широко використовується як ефективний засіб відображення ґрунтової структури і інших ґрунтових властивостей [5]. Швидкий опис мінливості сільськогосподарських угідь - важливий компонент для зональних методів управління [6].

Ця варіативність занадто важлива, щоб її ігнорувати, і повинна враховуватися при відборі проб (рис. 1).

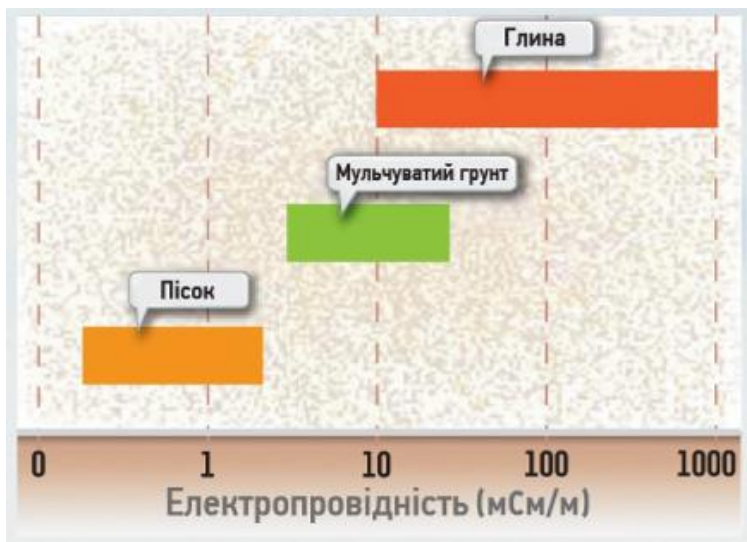


Рис. 1 – Електропровідність ґрунту

Карти ґрунтової електропровідності дають можливість отримати картограми:

- Змінних норм внесення технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив) на основі очікуваної врожайності по кожній окремій ділянці, розраховані виходячи з величини електропровідності.

- Змінні норми внесення насіння на основі даних про глибину верхнього (орного) шару ґрунту.

- Змінні норми внесення в ґрунт гербіцидів на основі даних про органічні речовини, структуру ґрунту і електропровідності.

- Змінні норми внесення вапна на основі даних про агробіологічний стан ґрунтового середовища відповідно до рівнів електропровідності.

Для картографування ґрунту приладом EC Veris 3100 використовується позашляховик, який оснащено бортовим комп'ютером з технологією паралельного водіння, GPS-приймачем, (рис. 2) та причіпним агрегатом з дисками (з розміщеними в дисках електродами). При проведенні вимірювань, агрегат рухається по полю із зануреними в ґрунт дисками на глибину 2-5 см, одна пара ізолюваних електродів вводить електричний струм у ґрунт, інші електроди вимірюють струм, що змінюється в залежності від опору ґрунту[4].

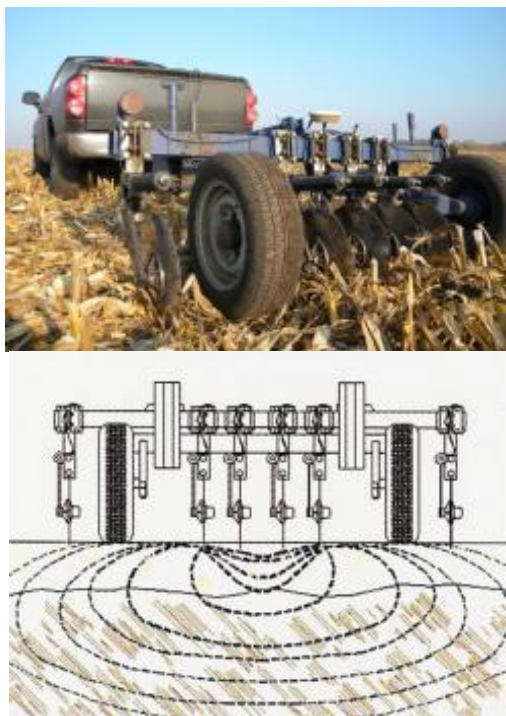


Рис. 2 – Пристрій EC Veris 3100

Причіпний агрегат Veris тягнеться по полю, одна пара ізолюваних електродів вводить електричний струм в ґрунт, а інша пара вимірює падіння напруги, яка буде відрізнитися - так наприклад, глина проводить струм краще, ніж мул або пісок. Заміри електропровідності поєднуються з даними GPS і наочно відображаються у вигляді карти. Veris 3100 використовує два промені електропровідності для картографування двох глибин ґрунтів (0-30,5 см і 0-91,5 см) одночасно.

Veris 3100 формує два набори карт - карту поверхневого шару (30,5 см) і карту захоплюючу кореневу зону (91,5 см). Карта верхнього шару часто використовується для вибору місць забору проб, а більш глибока карта - для визначення норми внесення добрив (особливо азотних) [5].

Дані пристрої надто вартісні та дають значну похибку при вимірюваннях, це створює умови для подальшого дослідження даних систем.

Метою дослідження є розробка ефективної інформаційно-технічної системи оперативного моніторингу стану сільськогосподарських угідь конструкції Олександра Броварця.

Результати дослідження. Електропровідність (soil conductivity) - це властивість матеріалу передавати (проводити) електричний струм, вимірювана в сименсах на метр (См/м) або в миллісименсах на метр (мСм/м).

Інформаційно-технічна система оперативного моніторингу стану ґрунтового середовища конструкції Олександра Броварця - пристрій для визначення електропровідних властивостей ґрунтового середовища конструкції Олександра Броварця може працювати з ручними пристроями, розмішуватися на транспортних засобах високої прохідності, розмішуватися на сільськогосподарських та енергетичних засобах, які виконують технологічну операцію, що дозволяє отримувати оперативні дані про агробіологічний стан ґрунтового середовища та приймати оперативні рішення щодо керування нормою внесення технологічного матеріалу (насіння, мінеральних добрив тощо).

Всі раніше декларовані елементи таких технологій точного (керованого) землеробства (лабораторний аналіз (одна проба на 5-10 га), урожайність) не давали можливості забезпечити такий точний підхід. Ця система дає можливість отримати достовірну інформацію про агробіологічний стан ґрунтового середовища із кожного квадратного метра сільськогосподарського поля.

Такої точності до сих пір не мають жодні представлені на ринку технології починаючи від лабораторного обстеження (одна проба на 5-10 га) і закінчуючи супутниковим моніторингом (точність до 10 м²). Крім того необхідно враховувати вартість даних технологій, оскільки собівартість однієї проби коливається в межах 1-10 \$, супутникового моніторингу – від 20 \$, у той час коли вартість такої проби з використання запропонованої конструкції технічної системи оперативного моніторингу складає менше 0,1 \$ за м² (табл. 1).

Таблиця 1 - Методи моніторингу агробіологічного стану ґрунтового середовища сільськогосподарських угідь

№ п/п	Метод моніторингу стану агробіологічного стану	Щільність відбору проб ґрунту на 100 га	Розмір ділянки з якої проводиться забір, м ²	Вартість однієї проби (знімку), \$, ум. од.	Вартість проби (знімку) на 100 га, \$, ум. од.
1	Лабораторний метод	10-15	10000* 1000	1-10	100- 1000
2	Супутниковий моніторинг	1 знімок роздільною здатністю до 10 м	100*100	10-100	100- 1000
3	Технічна система оперативного моніторингу стану сільськогосподарських угідь	1000	10*10	0,1	100
4	Технічна система оперативного моніторингу стану сільськогосподарських угідь	10000	1*1	0,1	1000

Пристрій для визначення електропровідних властивостей ґрунтового середовища дає можливість оперативно визначити параметри агробіологічного стану ґрунтового середовища, забезпечити «індивідуальний» підхід до кожної елементарної ділянки поля з використанням даних електропровідних властивостей ґрунтового середовища (рис. 3).

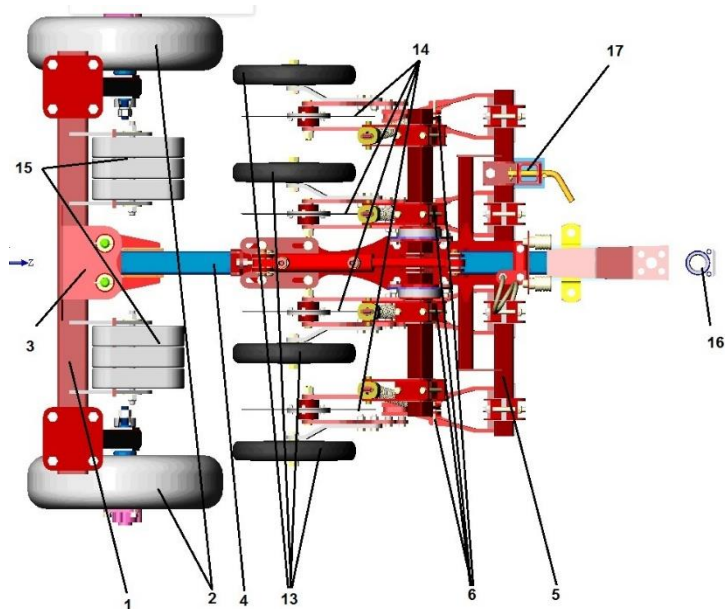


Рис. 3 – Загальний вигляд інформаційно-технічної системи локального оперативного моніторингу стану ґрунтового середовища

Пристрій для визначення електропровідних властивостей ґрунтового середовища використовують: перед виконанням технологічної операції, одночасно з виконанням технологічної операції (сівба, внесення мінеральних добрив тощо); протягом вегетації та після збирання врожаю.

Це відкриває нові перспективи до ведення органічного землеробства з використанням таких «розумних» сільськогосподарських машин.

На рис. 3 – зображено загальний вигляд технічної системи оперативного моніторингу стану ґрунтового середовища конструкції Олександра Броварця (вид зверху), рис. 4 – зображено загальний вигляд технічної системи оперативного моніторингу стану ґрунтового середовища конструкції Олександра Броварця (вид збоку).

Таке технологічне рішення дасть можливість забезпечити оптимальне керування нормою висіву технологічного матеріалу

(насіння, добрива тощо) із врахуванням агробіологічного стану ґрунтового середовища.

Технічна система оперативного моніторингу стану ґрунтового середовища конструкції Олександра Броварця складається (рис. 4) з опорних коліс 1, П-подібної рами 2, кріплення 3, поздовжньої рами 4, поперечної рами 5, шарнірів 6, важелів 7, стояків-пружин 8, кронштейну 9, обертового валу 10, гідроциліндру 11, кронштейну кріплення 12, копіювальних коліс 13, робочих електродів 14, баласту 15, фаркопу 16 та підставка 17.

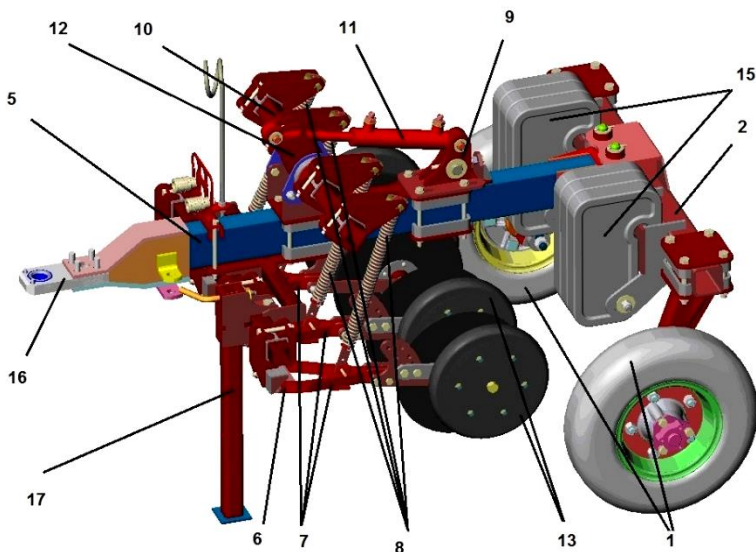


Рис. 4 – Загальний вигляд інформаційно-технічної системи локального оперативного моніторингу агробіологічного стану ґрунтового середовища

При використанні такого пристрою є значна похибка при визначенні, яка обумовлена тим, що під час виконання робочого процесу порушується стабільність контакту диска-електрода з ґрунтом, що викликано поперечними відхиленнями робочих дисків-електродів відносно прямолінійного напрямку руху, обумовленого конструкцією пристрою, відсутністю копіювання нерівностей поверхні поля дисками-електродами. При цьому змінюється площа контакту диска-електрода з ґрунтом, оскільки при поперечних

коливаннях плоскі диски-електроди однією стороною можуть взагалі не контактувати із ґрунтом.

Важливим параметром при вимірюванні електропровідних характеристик ґрунтового середовища є забезпечення стабільної площі контакту робочих електродів з ґрунтом. Наявні конструкції не повністю виконують зазначені умови, що негативно впливає на достовірність отриманої інформації. У зв'язку з цим виникла необхідність у розробці конструкції, яка б забезпечувала стабільність робочих електродів з ґрунтом під час вимірювання електропровідних властивостей ґрунтового середовища.

Для унаочнення недоліків наявної конструкції та переваг розробленої конструкції подано їхні схеми на рис. 5.1, рис. 5.2, рис. 6.

Варто сказати, що наявна і розроблена (рис. 5.1, рис. 5.2, рис. 6) конструкція систем має ряд спільних елементів, зокрема спільними елементами є: 1 опорне колесо, 2 рама, 3 робочий електрод. Далі наявна система містить 4 стоек, який жорстко з'єднаний з рамою, тому при русі сільськогосподарськими угіддями така система може утворювати борозни шириною h , внаслідок виникнення кутів крену, деференту та рискання, зумовлених не прямолінійним рухом агрегатів, внаслідок їхнього відхилення або поворотів. У свою чергу, це сприяє виникненню похибок вимірювання електропровідних параметрів ґрунтового середовища, оскільки одна сторона диску взагалі не контактує з ґрунтом (рис. 5.2, а).

У розробленій конструкції така проблема виключена внаслідок компенсації таких кутів частково за рахунок підвіски, а частково – верхніми та нижніми шарнірами підвіски розробленої конструкції, які дозволяють компенсувати поперечне відхилення α у межах 15-20 градусів, при цьому забезпечити стабільний контакт електродів з ґрунтом. З використанням копіювальних коліс 6 (рис. 4.1, 4.2, рис. 5) у наявній конструкції чітко забезпечується глибина H руху робочих електродів у ґрунті. У наявній конструкції (рис. 4.1, рис. 4.2., рис. 5.) вона змінюється внаслідок кутів деференту, обумовлених коливанням та поперечним переміщенням конструкції системи під час руху нерівностями поверхні поля.

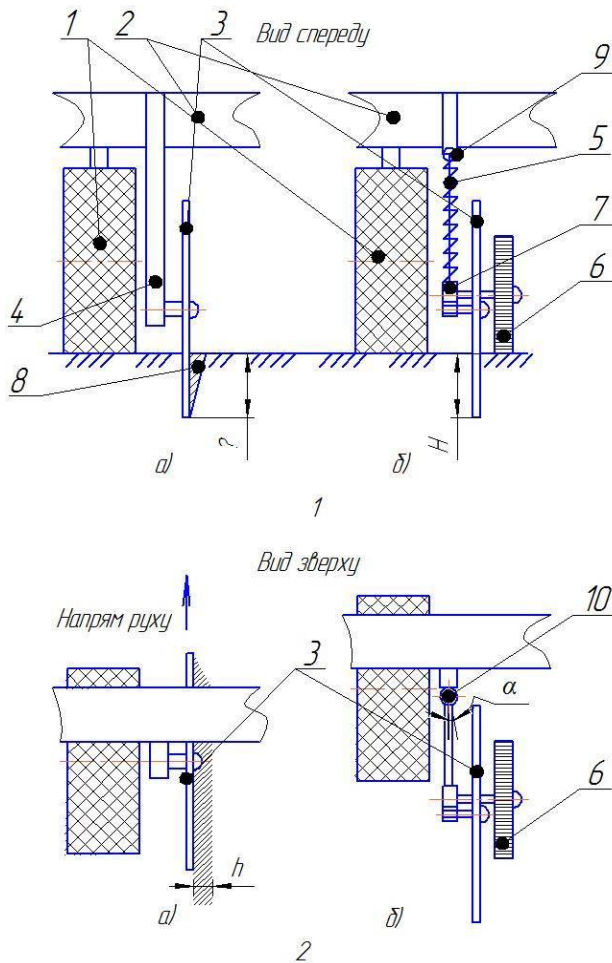


Рис. 5 – Порівняльна схема пристрою для визначення електропровідних характеристик ґрунтового середовища (вид спереду, вид зверху):

- а) наявна конструкція; б) розроблена конструкція;
- 1 – опорне колесо; 2 - рама; 3 – робочий електрод; 4 – стойка;
- 5 – вертикальна стійка підвіски; 6 – копіювальне колесо;
- 7 – регулювальний механізм глибини колеса; 8 – утворена робочим електродом борозна; 9 – верхній шарнір; 10 – нижній шарнір.

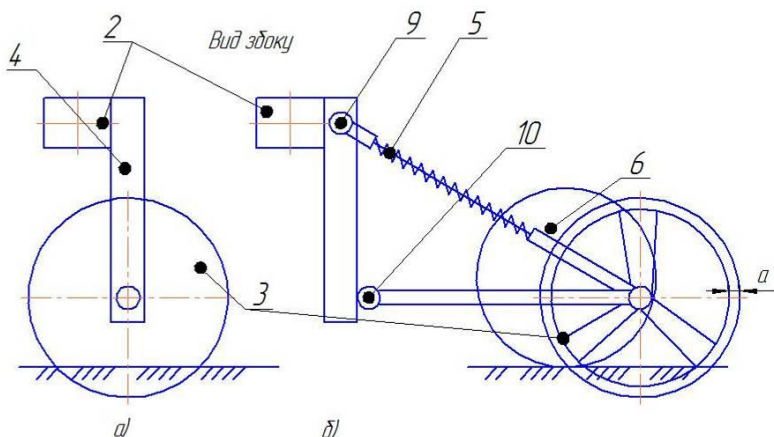


Рис. 6 – Порівняльна схема пристрою для визначення електропровідних характеристик ґрунтового середовища (вид збоку):

- а) наявна конструкція; б) розроблена конструкція;
- 2 - рама; 3 – робочий електрод; 4 – стойка; 6 – опорне колесо; 5 – вертикальна стійка підвіски; 9 – верхній шарнір; 10 – нижній шарнір.

Загальними принциповими відмінностями інформаційно-технічної системи локального оперативного моніторингу агробіологічного стану ґрунтового середовища – пристрою для визначення електропровідних властивостей ґрунтового середовища є:

1. Наявність копіювального колеса, яке визначає глибину ходу робочого електроду в ґрунті H .
2. Підвіска опорного колеса та робочих електродів.
3. Трьохспицевий тонкостінний металевий диск з ободом для забезпечення стабільної площі контакту електродів з ґрунтом.
4. Шарнірне розміщення важільної підвіски робочих електродів з ґрунтом для компенсації кутів крену, деференту та рискання, обумовлених рухом машинно-тракторного агрегату інформаційно-технічною системою оперативного моніторингу агробіологічного стану ґрунтового середовища конструкції Олександра Броварця та забезпечення стабільного контакту робочих електродів з ґрунтом.

Метод розрахунку питомої електропровідності ґрунту (ρ) стаціонарним контактним методом.

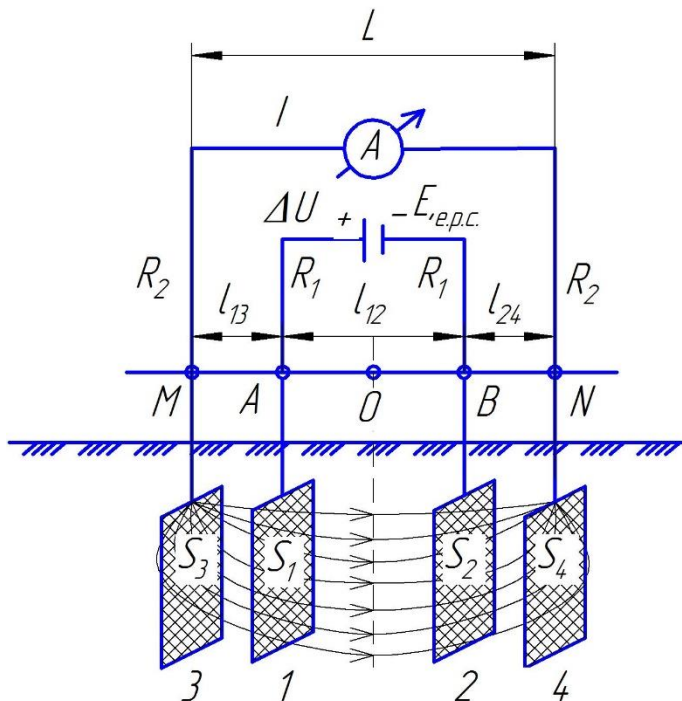


Рис. 5 - Розрахункова схема вимірювання питомої електропровідності ґрунтового середовища сільськогосподарських угідь з використанням інформаційно-технічної системи локального оперативного моніторингу агробіологічного стану сільськогосподарських угідь ґрунтового середовища

Технічний результат, який досягається з використанням інформаційно-технічної системи локального оперативного моніторингу агробіологічного стану ґрунтового ϵ :

1. Забезпечення стабільного контакту електродів з ґрунтом: внаслідок компенсації кутів крену, деференту та рискання, обумовлених рухом технічної системи.

2. Визначення глибини входження робочого електроду в ґрунт з використанням копіювального колеса.

3. Зменшення приросту площі на одиницю глибини/входження в ґрунт робочого електроду, обумовленого

конструкцією трьохспицевого тонкостінного металевого диску з ободом у розробленій конструкції.

4. Відсутність утворення борозни робочими електродами внаслідок компенсації кута riskання верхніми та нижніми шарнірами підвіски кута α .

Пристрій для визначення електропровідних властивостей ґрунтового середовища дає можливість оперативно визначити зони варіабельності агробіологічного стану ґрунтового середовища, забезпечити «індивідуальний» підхід до кожної елементарної ділянки поля з використанням даних електропровідних властивостей ґрунтового середовища та ідентифікувати їх подальшим лабораторним аналізом.

Таке технологічне рішення дасть можливість забезпечити оптимальне керування нормою висіву технологічного матеріалу (насіння, добрива тощо) із врахуванням агробіологічного стану ґрунтового середовища.

Метод розрахунку питомої електропровідності ґрунту (σ) стаціонарним контактним методом. Спроекуємо еквіваленту розрахункову схеми інформаційно-технічної системи локального оперативного моніторинг агробіологічного стану сільськогосподарських угідь ґрунтового середовища (рис. 3).

Запишемо Закон Ома для повного ланцюга (замкненого):

$$I = \frac{E_{e.p.c.}}{R_{повне} + r}, \quad (1)$$

де $E_{e.p.c.}$ – електрорушійна сила батареї живлення, В;

$R_{повне}$ – повний опір кола, Ом;

r – внутрішній опір батареї, Ом.

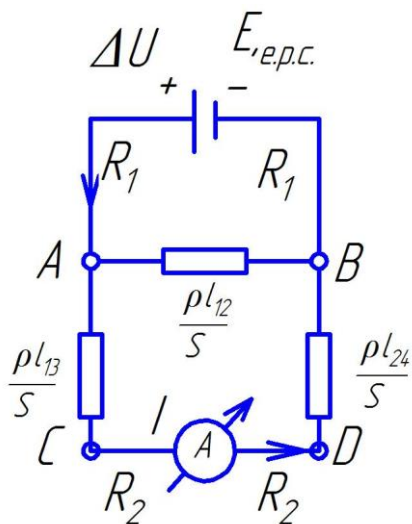


Рис. 6 – Еквівалентна розрахункова схеми інформаційно-технічної системи локального оперативного моніторинг агробіологічного стану сільськогосподарських угідь ґрунтового середовища.

Тоді

$$I = \frac{E_{e.p.c.}}{R_{AB} + 2 \cdot R_1 + r}, \quad (2)$$

Повний опір кола буде визначатися за формулою:

$$R_{AB} = \frac{\frac{\rho \cdot l_{12}}{S_{12}} \cdot \left(\frac{\rho \cdot l_{13}}{S_{13}} + \frac{\rho \cdot l_{24}}{S_{24}} + 2 \cdot R_2 + R_{АМП} \right)}{\left(\frac{\rho \cdot l_{12}}{S_{12}} + \frac{\rho \cdot l_{13}}{S_{13}} + \frac{\rho \cdot l_{24}}{S_{24}} + 2 \cdot R_2 + R_{АМП} \right)}, \quad (3)$$

Середньо арифметичні площі робочих контактів пристрою для визначення агробіологічних параметрів ґрунтового середовища, m^2 :

$$S_{12} = \frac{S_1 + S_2}{2}, S_{13} = \frac{S_1 + S_3}{2}, S_{24} = \frac{S_2 + S_4}{2}. \quad (4)$$

Середньо арифметичні площі робочих контактів пристрою для визначення агробіологічних параметрів ґрунтового середовища, m^2 :

$$S_{13} = \frac{S_1 + S_3}{2}, S_{34} = \frac{S_3 + S_4}{2}, S_{42} = \frac{S_2 + S_4}{2}. \quad (5)$$

Тоді з виразу (1) будемо мати:

$$R_{AB} + 2 \cdot R_1 + r = \frac{E_{e.p.c.}}{I}. \quad (6)$$

Звідси

$$R_{AB} = \frac{E_{e.p.c.}}{I} - 2 \cdot R_1 - r. \quad (7)$$

Як вірно R_{AMN} чи $R_{AMП}$?

Для реальної ситуації $(2 \cdot R_2, R_{AMN}) \rightarrow 0$. У ідеальному амперметра $R_{AMN} \rightarrow 0$, $2 \cdot R_2$ - опір проводів, що підводять струм до пластин S_3 та S_4 .

Тоді:

$$R_{AB} = \frac{\frac{\rho \cdot l_{12}}{S_{12}} \cdot \left(\frac{l_{13}}{S_{13}} + \frac{l_{24}}{S_{24}} \right)}{\left(\frac{l_{12}}{S_{12}} + \frac{l_{13}}{S_{13}} + \frac{l_{24}}{S_{24}} \right)}. \quad (8)$$

Підставляємо (8) у (7) та отримуємо:

$$\frac{\frac{\rho \cdot l_{12}}{S_{12}} \cdot \left(\frac{l_{13}}{S_{13}} + \frac{l_{24}}{S_{24}} \right)}{\left(\frac{l_{12}}{S_{12}} + \frac{l_{13}}{S_{13}} + \frac{l_{24}}{S_{24}} \right)} = \frac{E_{e.p.c.}}{I} - 2 \cdot R_1 - r, \quad (9)$$

$$\delta = \frac{1}{\rho} = \frac{\frac{\rho \cdot l_{12}}{S_{12}} \cdot \left(\frac{l_{13}}{S_{13}} + \frac{l_{24}}{S_{24}} \right)}{\left(\frac{E_{e.p.c.}}{I} - 2 \cdot R_1 - r \right) \cdot \left(\frac{l_{12}}{S_{12}} + \frac{l_{13}}{S_{13}} + \frac{l_{24}}{S_{24}} \right)}. \quad (10)$$

Остаточно:

$$\delta = \frac{\frac{\rho \cdot l_{12}}{S_{12}} \cdot \left(\frac{l_{13}}{S_{13}} + \frac{l_{24}}{S_{24}} \right)}{\left(\frac{E_{e.p.c.}}{I} - 2 \cdot R_1 - r \right) \cdot \left(\frac{l_{12}}{S_{12}} + \frac{l_{13}}{S_{13}} + \frac{l_{24}}{S_{24}} \right)}. \quad (11)$$

Точна формула для даного випадку буде:

$$\frac{\rho \cdot l_{12} \cdot \left(\frac{\rho \cdot l_{13}}{S_{13}} + \frac{\rho \cdot l_{24}}{S_{24}} + 2 \cdot R_2 + R_{AMII} \right)}{S_{12}} = \frac{E_{e.p.c.}}{I} - 2 \cdot R_1 - r \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \rho^2 \cdot \frac{l_{12}}{S_{12}} \cdot \left(\frac{l_{13}}{S_{13}} + \frac{l_{24}}{S_{24}} \right) + \rho \cdot \frac{l_{12}}{S_{12}} \cdot (2 \cdot R_2 + R_{AMII}) &= \left(\frac{E_{e.p.c.}}{I} - 2 \cdot R_1 - r \right) \cdot \\ \cdot (2 \cdot R_2 + R_{AMII}) + \left(\frac{E_{e.p.c.}}{I} - 2 \cdot R_1 - r \right) \cdot \rho \cdot \left(\frac{l_{12}}{S_{12}} + \frac{l_{13}}{S_{13}} + \frac{l_{24}}{S_{24}} \right) & \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \rho^2 \cdot \frac{l_{12}}{S_{12}} \cdot \left(\frac{l_{13}}{S_{13}} + \frac{l_{24}}{S_{24}} \right) + \rho \cdot \frac{l_{12}}{S_{12}} \cdot (2 \cdot R_2 + R_{AMII}) - \left(\frac{E_{e.p.c.}}{I} - 2 \cdot R_1 - r \right) \cdot \\ \cdot (2 \cdot R_2 + R_{AMII}) - \left(\frac{E_{e.p.c.}}{I} - 2 \cdot R_1 - r \right) \cdot \rho \cdot \left(\frac{l_{12}}{S_{12}} + \frac{l_{13}}{S_{13}} + \frac{l_{24}}{S_{24}} \right) = 0 \end{aligned} \quad (14)$$

Введемо позначення:

$$\left\{ \begin{aligned} A_1 &= \frac{l_{12}}{S_{12}} \cdot \left(\frac{l_{13}}{S_{13}} + \frac{l_{24}}{S_{24}} \right); \\ A_2 &= \frac{l_{12}}{S_{12}} \cdot (2 \cdot R_2 + R_{AMII}) - \left(\frac{E_{e.p.c.}}{I} - 2 \cdot R_1 - r \right) \cdot \left(\frac{l_{12}}{S_{12}} + \frac{l_{13}}{S_{13}} + \frac{l_{24}}{S_{24}} \right); \\ A_3 &= \left(\frac{E_{e.p.c.}}{I} - 2 \cdot R_1 - r \right) \cdot (2 \cdot R_2 + R_{AMII}). \end{aligned} \right. \quad (15)$$

Тоді маємо:

$$\rho^2 \cdot A_1 + \rho \cdot A_2 - A_3 = 0; \quad (16)$$

Звідси

$$\rho_{1,2} = \frac{-A_2 \pm \sqrt{A_2^2 + 4 \cdot A_1 \cdot A_3}}{2 \cdot A_1}. \quad (17)$$

Оскільки, $\rho_1 > 0$, $\rho_2 < 0$, тоді корінь з мінусом перед радикалом не відповідає фізичному змісту величини ρ :

$$\rho = \frac{-A_2 \pm \sqrt{A_2^2 + 4 \cdot A_1 \cdot A_3}}{2 \cdot A_1}. \quad (18)$$

Звідси остаточно маємо:

$$\delta = \frac{1}{\rho} = \frac{2 \cdot A_1}{-A_2 \pm \sqrt{A_2^2 + 4 \cdot A_1 \cdot A_3}}. \quad (19)$$

Висновки. Запропонована методика розрахунку питомої електропровідності агробіологічного ґрунтового середовища стаціонарним контактним методом робочих електродів інформаційно-технічної системи локального оперативного моніторингу дозволить отримання достовірних даних про стан ґрунтового середовища шляхом зменшення похибки при визначенні величини електропровідних властивостей ґрунту, забезпечення індивідуальної стабілізації робочих електродів та механізму піднімання/опускання робочих електродів, копіювання нерівностей ґрунтового середовища, зменшення інтенсивності руйнування структури ґрунту, самоочищення робочого контакту електроду і забезпечення стабільності електричного контакту електрода з ґрунтом, шляхом удосконалення конструкції приладу з використанням запропоновано методики.

Результатом використання пристрою для визначення електропровідних властивостей ґрунтового середовища конструкції є отримання підвищення прибутку на 20-30% за рахунок оптимізації норми висіву технологічного матеріалу із врахуванням агробіологічного стану сільськогосподарських угідь.

Література:

1. Адамчук В.В., Мойсеєнко В.К., Кравчук В.І., Войтюк Д.Г. Техніка для землеробства майбутнього. В зб.: Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глевах: ННЦ „ІМЕСГ”. 2002. Вип.86. С. 20-32.
2. Броварець О. Від безплужного до глобального розумного землеробства Броварець О. Техніка і технології АПК. 2016. № 10 (85). С. 28 - 30.
3. Броварець О.О. Інформаційно-технічна система оперативного моніторингу стану ґрунтового середовища конструкції Олександра Броварця. Вісник Львівського національного аграрного університету. Агроінженерні дослідження № 21. с. 9-29.
4. Вадюнина А.Ф. К оценке электропроводности как метода определения влажности почв. Почвоведение. 1937. № 3. С. 391-404.
5. Воробьев Н.И. К вопросу кондуктометрического определения засоленности почв и грунтов. Воробьев Н.И. Почвоведение. 1955. №4. С. 103.
6. ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки. 7с.
7. Гуков Я.С., Линник Н.К., Мироненко В.Г. Автоматизированная система локально-дозированного внесения удобрений, мелиорантов и средств защиты растений.: Труды 2-й МНПК по проблемам дифференциального применения удобрений в системе координатного земледелия. Рязань, 2001. С.48–50.
8. Копикова Л.П. Опыт применения методов электропроводности для составления детальных почвенномелиоративных карт. Копикова Л.П. Бюллетень ВИУА. 1979. №43. с. 21-23.
9. Масло І.П., Мироненко В.Г. Автоматизована система локально-дозованого внесення добрив і хімічних засобів захисту рослин. УААН: Розробки-виробництву. К.: Аграрна наука, 1999. – С.348–349.
10. Медведев. В.В. Неоднородность почв и точное земледелие. Часть I. Введение в проблему. Харьков, 2007. - 296 с.
11. Ормаджи К.С. Контроль качества полевых работ. М.: Росагропромиздат. 1991. - 191с.
12. Сучасні тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки. За ред. В.І. Кравчука, М.І. Грицишина, С.М. Коваля. К.: Аграрна наука, 2004. – 398 с.

13. Oleksandr Brovarets, Yuriy Chovnyuk. Modeling and analysis of efficient electromagnetic parameters of capillary system of electrical conductivity of agricultural soils i: method of analysis of non-stationary electromagnetic fields in dispersive and controlled environments. MOTROL. Vol. 19, 2018. No 4. p. 13- 18.

14. Oleksandr Brovarets, Yuriy Chovnyuk. Technical - economic models of business management in the processes of agricultural production. ECONTECHMOD. An international quarterly journal.2017. Vol. 6. No. 3, 61-70.

15. Oleksandr Brovarets, Yuriy Chovnyuk. Integrated systems of management for the performance of technological processes in agricultural production which depend on the initial and final moments of their operation time. Teka. 2017. Vol. 17, No 2. p. 79 - 90.

16. Oleksandr Brovarets. Organizational and Technological Background of Project Configuration Management for Freighting. Teka. Vol. 17, 2017. No 3. p. 49 - 53.

17. Hertz A. Chad and John D. Hibbard. A Preliminary Assessment of the Economics of Variable Rate Technology for Applying Phosphorus and Potassium in Corn Production. Farm Economics iss. 14, Department of Agricultural Economics, University of Illinois, Champaign-Urbana. 1993. P. 218-231.

18. Wilcox G.G. Determination of electrical conductivity of soil solutions. Soil Science. 1947. v. 63. p. 107.

19. Ewart G.Y., Baver L.D. Salinity Effects on soil moisture electrical resistance relationships. Soil Scien. Soc. Amer. 1950. v. 15. pp. 56-63.

20. Rhoades J.D., Schifgaarde J. Van. Soil Scien. Soc. Amer. J. An electrical conductivity probe for determining soil salinity. 1976. № 5. pp. 647-651.

УДК 631.358

© В.В. Буснюк

Луцький національний технічний університет

DOI: <https://doi.org/10.36910/agromash.vi43.199>

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА ПАРАМЕТРІВ ВАЛЬЦЬОВОГО БРАЛЬНОГО АПАРАТА ДЛЯ ЗБИРАННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО

У статті запропоновано технологію збирання олійного льону з використанням всього потенціалу рослини. Обґрунтовано конструкцію та параметри вальцьового брального апарата.

ОЛІЙНИЙ ЛЬОН, ТЕХНОЛОГІЯ ЗБИРАННЯ, ЛЬОНОКОМБАЙН, ВАЛЬЦЬОВИЙ БРАЛЬНИЙ АПАРАТ, КОНСТРУКЦІЯ, ПАРАМЕТРИ

Постановка проблеми. Традиційні технології збирання олійного льону спрямовані на отримання високоякісного насіння. Вони не передбачають збереження стеблової частини льону у вигляді придатному для подальшої переробки з метою виділення волокна. Як показали результати досліджень [1], під час вирощування олійного льону в кліматичних умовах Західного Полісся України можна отримати крім насіння до 40 ц/га соломи з вмістом волокна до 21,0...23,3%. Таку солому олійного льону доцільно переробляти на однотипне волокно, яке має широкий спектр використання. Таким чином, постала проблема пов'язана з обґрунтуванням технології збирання олійного льону у стадіях ранньої та ранньо – жовтої стиглості, коли насіння та волокно вже зріле.

Відомі методи прискорення умов, за яких можливе збирання такого насіння, шляхом проведення десикації посівів. При цьому стебла з волокном також сформовані, але виділити волокно з нього можна лише у вигляді лубу. Світова практика первинної переробки стебел луб'яних культур [2] показує, що для цього застосовують технологічну операцію з їх декортикації. Впровадження нової технології збирання олійного льону сприятиме підвищенню рентабельності його вирощування, оскільки отримана сировина (насіння, волокно, костра, полова) зі складових врожаю цієї культури є придатною для комплексного безвідходного використання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Спроба зберегти галузь льонарства при виробництві натуральних волокон з льону – довгунця призвело спочатку до скорочення його посівів а потім до

майже повного зупинення підприємств з виготовлення довгого волокна. Таким чином, на сьогодні, Україна стала імпортно - залежною державою, тканин з натуральних волокон фактично не виробляються. Тому вітчизняними та зарубіжними вченими усе більше уваги звертається на можливість використання отримання короткого неорієнтованого волокна, в тому числі з стеблової частини олійного льону [3 – 5]. Варто звернути увагу також і на те, що її стебла льону олійного містять у луб'яній частині не звичайне, а целюлозне волокно. Найбільш придатні природно-кліматичні умови отримання волокна у стеблах льону олійного знаходяться на територіях Західного Полісся. Останні дослідження вказують, що окремі сорти здатні продукувати до 45 ц/га льняної соломи, у якій знаходиться у межах 25% волокна. Відомі технології збирання спричиняють значні втрати стеблової частини льону на полі у вигляді стерні, утруднюють перетворення її у тресту через відсутність спеціальних технічних засобів. Тому подальші дослідження у напрямку обладнання для збирання льону олійного методом брання, руйнування стебел для створення умов дозрівання волокна, є актуальними.

Мета дослідження – запропонувати технологію збирання олійного льону та обґрунтувати конструкцію та параметри вальцювого брального апарата льонозбирального агрегата.

Результати дослідження. За основу нової технології збирання олійного льону можна взяти комбайнову технологію збирання льону-довгунця. Разом з тим, олійний льон має анатомічні й морфологічні відмінності від льону-довгунця, які необхідно враховувати під час розробки технології збирання та технічних засобів для її реалізації.

Технологія збирання олійного льону, що пропонується[6], передбачає наступну послідовність технологічних операцій (рис. 1). Зернозбиральним комбайном здійснюється зрізування або брання стебел з одночасним їх обмолочуванням для відділення насінневої частини.

Після обмолочування льоносоломка частково руйнується молотильним апаратом комбайна, тому вона перетворюється у стебло – волокнисту масу (СВМ) і залишається на полі у вигляді валків розмірами поперечного січення у межах 0,5x1,0 м. Якщо СВМ відразу не обробляти, то терміни її перетворення у тресту зростають і процеси формування валків відносяться на листопад-грудень місяці. Зрозуміло, що якість волокна при цьому різко падає.

Тому, запропонована технологія, передбачає обов'язкову механічну обробку СВМ. Для фаз ранньої та ранньо – жовтої

стиглості це декортикація, а для повної стиглості - зниження пружних властивостей СВМ, що зменшує розміри валка і, відповідно, сприятиме прискоренню перетворенню СВМ у тресту.

Можливі варіанти подальшого використання СВМ залежать від якісних параметрів волокна та часу знаходження її в умовах відкритого середовища. Тому на схемі(рис. 1) вказані технологічні операції вилежування валків і формування СВМ з врахуванням стану волокна на паливо(у вигляді малогабаритних рулонів) або у великогабаритні рулони для відправлення на подальшу переробку.

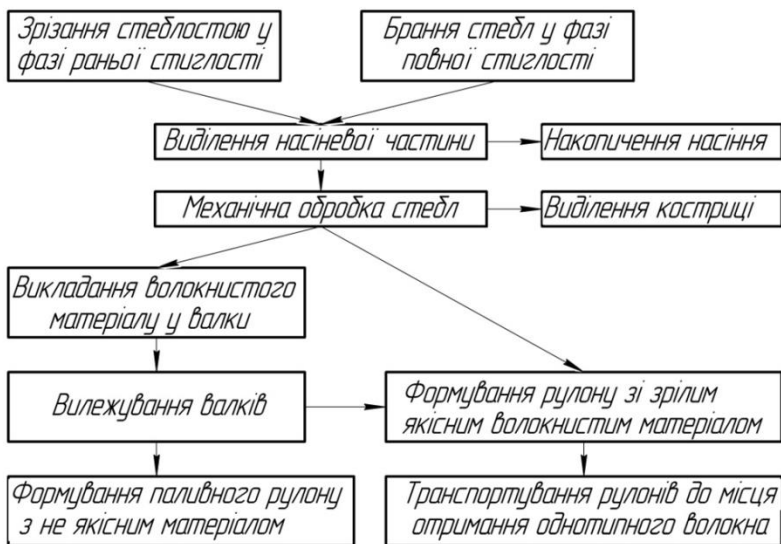


Рис. 1 – Технологія збирання олійного льону

Для реалізації технології збирання олійного льону пропонується зернозбиральний комбайн, який містить жатну частину із сегментно-пальцевим різальним апаратом, на яку при потребі можна встановити бральний апарат пальцевого типу (рис. 2) [7]. В залежності від стану стеблостою на момент збирання олійного льону використовуємо той чи інший механізм для зрізування або брання стебел.

У випадку брання стебел механізм включає пари вальців з урахуванням ширини захвату жатної частини. При цьому у кожній парі вальців один з них привідний, а інший виконує функцію

опорної поверхні. Відстань між осями обертань вальців дорівнює 76,2 мм, аналогічно робочим елементам сегментно-пальцевим різальним апаратам нормального різання.

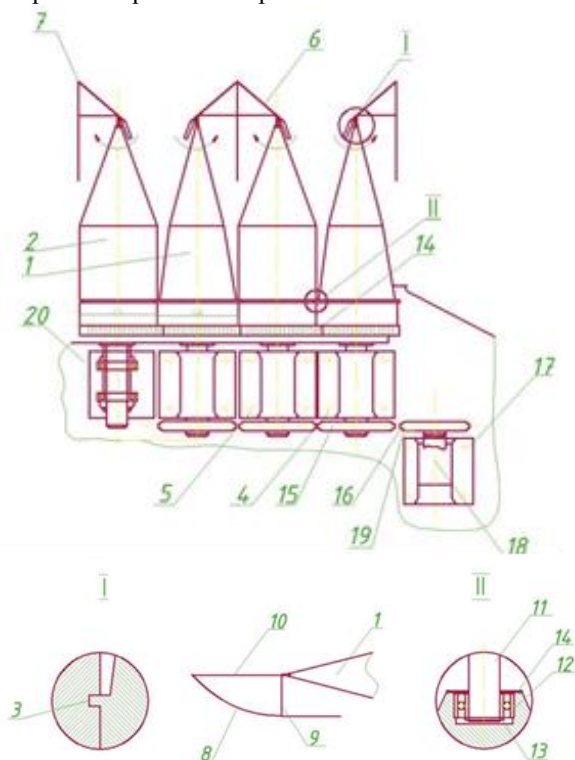


Рис. 2 – Схема сусідніх пар вальців брального апарату:
 I – конструктивне з'єднання вальців; II – з'єднання подільників з вальцями та особливості їх конструкцій.
 1, 2 – ведучий і ведений вальці; 3 – обмежувач стебел;
 4, 5 — приводи вальців; 6; 7, – подільники; 14 – вінцеве зачеплення;
 15 – ланцюгова передача; 18 – гідромотор приводу брального апарату; 20 – корпус жатки.

Як видно з рис.2, пари вальців утворюють у горизонтальній площині міжвальцевий простір, який забезпечує захоплення стеблостою а, сили які виникають при їх обертанні у протилежних напрямках, витягування з ґрунту у вертикальній площині.

Для комбайна при збиранні льону олійного характерна продуктивність Q (т/га) з врахуванням поступальної швидкості та ширини захвату брального апарату, який забезпечує секундну подачу стеблової маси на платформу жатки Q (кг/с):

$$Q = \frac{10^4 q}{BV}, \quad (1)$$

де: B - ширина смуги брання стебел, м;
 V - робоча швидкість комбайна льону олійного м/с.

В свою чергу, значення секундної подачі вибраних стебел на платформу залежить від швидкості брання стебел вальцями $v_{бр}$ (м/с):

$$q = v_{бр} BL\gamma, \quad (2)$$

де: L - одночасне захоплення стебел льону у напрямку руху машини, м;
 γ - об'ємна маса льону олійного у зоні одночасного захоплення всіма парами вальців брального апарату, кг/м³.

З врахуванням 1 та 2 і відповідних сталих величинах L , B і γ , а також при середній врожайності стеблової частини льону олійного 40 ц/га, необхідна швидкість брання стебел визначатиметься за формулою:

$$v_{бр} = 10^{-4} Qv / L\gamma, \quad (3)$$

Для задовільної роботи брального апарату необхідно, щоб його годинна продуктивність $P_б$ ула рівною або меншою за продуктивність збірного шнека, $P_{зб}$:

$$3,6LBv_{бр}\gamma k_{бр} \geq k_n k_p \rho \omega D^3 / 8, \quad (4)$$

де: L - відстань, на якій захоплюється маса бральним апаратом у напрямку руху комбайна, м;

B – ширина захвату жатки льону олійного;

$K_{бр}$ – коефіцієнт ефективності роботи брального апарата.

$v_{бр}$ - колова швидкість вальця, м/с, яку визначають за формулою:

$$v_{бр} = \frac{\pi nr}{30}, \text{ де- } n\text{- частота обертання вальця, } c^{-1}; r\text{- зовнішній радіус}$$

вальця, м.

k_n, k_p – відповідно коефіцієнт продуктивності шнека та коефіцієнт, який враховує відношення кроку до діаметра D (в метрах) даного шнека;

ρ – густина транспортованого матеріалу, т/м³;

ω – кутова швидкість обертання збірного шнека, рад/с.

З врахуванням формули 4, та зробивши відповідні перетворення, отримаємо:

$$n \geq \frac{30k_n k_p \rho \omega D^3}{8 \cdot 3,6 \cdot LB \pi r \gamma k_{\text{оп}}}, \quad (5)$$

Підставивши числові значення, при рівності $\gamma = \rho$, визначимо частоту обертання бральних вальців:

$$n \geq \frac{30 \cdot 0,5 \cdot 0,7 \cdot 145 \cdot 0,35^3}{8 \cdot 3,6 \cdot 0,04 \cdot 5,6 \cdot 3,14 \cdot 0,08 \cdot 0,4} = 268,5 \cdot \text{хв}^{-1}$$

Якісне брання стебел льону вальцьовим бральним апаратом запропонованої конструкції без утворення заторів у робочій зоні вальців, залежить від довжини робочої зони бральних вальців з врахуванням як їх кутової швидкості обертання та швидкості переміщення збирального агрегату полем.

Процес переміщення стебел льону робочою зоною вальцьового брального апарата при витягуванні їх з ґрунту схематично зображено на рис.3.

Кутові швидкості обертання вальців будуть рівними за наявності вінцевого зачеплення 14 (рис.2). Зробимо допущення, що витягування стебел відбувається без проковзування по поверхні вальця. При цьому стебла переміщатимуться як у вертикальному, так і у напрямку протилежному руху комбайна. Число обертів вальців у такому випадку, яке необхідне для звільнення від стебел вздовж вальців на відстань l_p визначатиметься за формулою:

$$n = l_p / (L_c + L_k), \quad (6)$$

де L_c – відстань від точки початкового контакту (створення сили брання) стебел з вальцями до поверхні поля, м;

L_k – довжина кореня у стеблі, м.

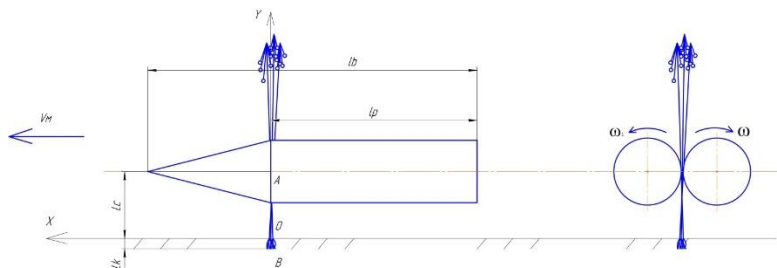


Рис. 3 – Схема до визначення довжини робочої зони вальців льонобрального апарата

Значення кутової швидкості обертання вальців ω_1 , яка необхідна для переміщення стебла вздовж вальців на відстань l_p за час t :

$$\dot{\omega}_1 = 2\pi n / t, \quad (7)$$

Відповідно за такий же час t комбайн для збирання льону олійного переміститься з початкового положення, яке визначається початком контакту стебла з вальцями (на рис. 3 цьому моменту відповідає точка А), уздовж осі x на відстань S . Таким чином, можна записати:

$$S = V_k \cdot t, \quad (8)$$

де V_k – робоча швидкість комбайна для збирання льону олійного, м/с;

Для роботи льонобрального апарата без утворення заторів на вході у зазор між вальцями (на вході у робочу зону) необхідно, щоб виконувалася умови:

$$S \leq l_p, \quad (9)$$

Або, з врахуванням швидкості льонозбирального комбайна та висоти розміщення брального апарату над поверхнею поля:

$$\dot{\omega}_1 \geq 2\pi V_k / (L_c + L_k), \quad (10)$$

Ефективна робота брального апарата забезпечуватиметься з врахуванням моменту, коли кінці кореня стебел звільняються з ґрунту. При цьому їх шлях становить відстані від т. В до т. А у напрямку вісі y . Переміщення у вертикальному напрямку має відбуватися швидше, ніж переміщення комбайна. Після цього стебла граблинами мотовила спрямовуються на платформу жатки.

Очевидно, що таке явище можливе у випадку коли у (10) поставити знак рівності. Тоді стебло буде рухатись у напрямку вісі

у, а вальці мають повернутись на певний кут для витягування кореня з ґрунту. Даний кут визначається за формулою:

$$\varphi = (L_c + L_k) / r_g, \quad (11)$$

де r_g – радіус циліндричного вальця, м.

Час брання стеблостою до передачі його на платформу жатки становить:

$$t = \varphi / \omega_1, \quad (12)$$

З врахуванням швидкості руху комбайна для збирання льону олійного та часу витягування кореня з ґрунту можна встановити мінімальну та максимальну довжини робочої зони (зони створення зусилля витягування стебел льону олійного).

$$l_p^{min} = V_k \cdot t = L_k \cdot \varphi / 2\pi = L_k \cdot L_c + L_k^2 / 2\pi r_g, \quad (13)$$

$$l_p^{max} = V_k \cdot t = (L_c + L_k) \cdot \varphi / 2\pi = (L_c + L_k)^2 / 2\pi r_g, \quad (14)$$

Підставивши відповідні значення $L_c = 50$ мм та $L_k = 100$ мм отримаємо:

$$l_p = 31,5 \dots 47,0 \text{ м}$$

З конструктивних міркувань довжину робочої зони збільшуємо у два рази. У випадку витягування одиночного стебла обидва вальці мають бути циліндричними з відповідною шорсткістю для забезпечення переміщення стебла як в осьовому, так і в радіальному напрямку. Для випадку брання групи стебел важливим є конструктивне виконання одного з вальців згідно рис. 2.. Тоді важливим параметром, який необхідно врахувати є сила брання групи стебел з врахуванням їх фізико механічних властивостей.

Тому, основний напрямок збереження вирощеного врожаю є використання методу брання стебел. Низька продуктивність льонозбиральних машин, до 2 га/год вимагає до розробки нових бральних апаратів (рис.2). Але, у такому випадку необхідно знати зусилля на привод брального апарату.

Серед відомостей про матеріал, який обробляється, важливим параметром є зусилля виривання стебла з ґрунту рівним 3Н.

Відомо також, що при рядковому способі посіву льону олійного з міжряддям 15 см витрачається 5 – 7 млн. насінин на гектар. За ідеальних умов захоплення рослин запропонованим бральним апаратом подільниками у міжвальцевий простір буде спрямовано один рядок. Якщо у період збирання на 1 м^2 дозріває у межах 1393 рослини, то густина їх на один погонний метр дорівнює 200 рослин. З врахуванням геометрії конуса (рис. 3) площу трикутника ABC визначимо за формулою:

$$S_{\Delta ABC} = 1/2 AB \cdot BC = 98,05 \text{ мм}^2, \quad (14)$$

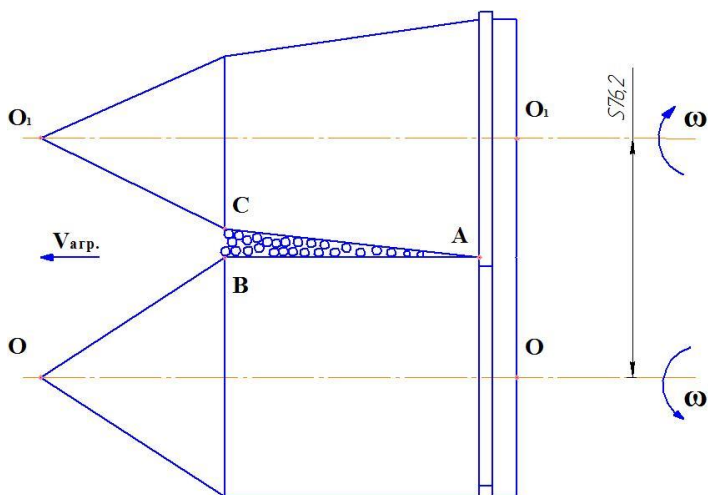


Рис. 4 – Схема до визначення зусилля брання стебел з врахуванням міжвальцевого простору

Якщо врахувати, що у зону подільників і конусних частин ВСДЕ може попасти одночасно два суміжних рядки, то у зоні ABC одночасно необхідно вибрати у межах 40 – 50 стебел. За умови, що максимальна площа перерізу одного стебла дорівнює $S_{ст} = 4,91 \text{ мм}^2$, запас площі розміщення стебел становить 3,74 при величині CF кінцевого вальця 66мм.

Зусилля необхідне для одночасного витягування групи стебел запропонованим бральним апаратом визначимо за формулою:

$$P_{ба} = N_{cm} n_{ба} P_{cm}, \quad (15)$$

де N_{cm} – максимальне число стебел, які одночасно витягуються парою вальців брального апарату;

$n_{ба}$ – кількість пар вальців брального апарату;

P_{cm} – максимальне зусилля витягування одного стебла з ґрунту, Н.

Підставивши відповідні значення, отримаємо:

$$P_{ба} = 50 \cdot 70 \cdot 3 = 10500 \text{ Н}$$

Дане значення необхідне враховувати при проектуванні приводу запропонованого брального апарата. Конструкція брального апарата комбайна для збирання льону олійного передбачається гідравлічний привід ведених вальців. Як відомо, на сучасних машинах широко застосовують механічні приводи. Але у

даному випадку компоновальна схема жатки не дозволяє його застосувати. Тому, у даному випадку пропонується застосувати гідравлічний привід, що складається з двох гідромоторів та двох ланцюгових передач, які приводить у рух 35 привідних вальців правої та 35 привідних вальців лівої секції брального апарата. Таким чином для приводу брального апарата необхідно встановити два гідромотори. Інтенсивність вибирання кожною парою вальців є значною. Тобто затиснуті стебла висмикуються миттєво і рухаються вертикально вгору, де захоплюються граблями мотовила.

Якщо припустити, що робота, яка затрачається на виконання технологічного процесу, спрямовується лише на вибирання стебел льону з ґрунту протягом миттєвого часу (частота обертання вальців складає $4,475 \text{ c}^{-1}$), то необхідна потужність для роботи секції брального апарату буде становити у межах 5,25 кВт.

Висновки. Запропонована технологія збирання олійного льону, яка забезпечить можливість одержання насіння і використання стеблостою, з врахуванням якості волокна.

Запропонована конструкція вальцьового льонобрального апарата, який усуває недоліки існуючих конструкцій бральних апаратів, а також отримані залежності для обґрунтування його конструктивних і кінематичних параметрів.

Література

1. Дідух В.Ф., Онох Ю.М., Ягелюк С.В. Підвищення ефективності збирання льону олійного на території Північного Полісся. Вісник Львівського НАУ «Агроінженерні дослідження» №21 -2017, с. 155...161.
2. Кутасов А.В. Удосконалення технології декортикації стебел соломи технічних конопель : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.02 / Кутасов Андрій Володимирович. – Херсон, 2019. – 197 с.
3. Наукові основи комплексної переробки стебел та насіння льону олійного : Монографія / Л. А. Чурсіна, Г. А. Тіхосова, О.О. Горач, Т. І. Янюк. – Херсон: Олді-плюс, 2011. – 356 с.
4. Didukh V. Modeling of utilization means of oilseed flax stem part/ V. Didukh, S. Yageleuk, R. Kirchuk, V. Busnuyuk. // TEKA. COMMISSION OF MOTORIZATION AND ENERGETICS IN AGRICULTURE – Lublin 2018, vol. 18, No.4, 63-705.
5. Дідух В.Ф. Технологія переробки стеблової маси льону олійного, отриманої в умовах Західного Полісся: / Дуць І.З., Ягелюк С.В., Онох Ю.М., Бойчук Б.М. – 36. наук. статей «Сільськогосподарські машини» вип. 38 Луцьк 2017, – с. 30...38.

6. Пат. Пат.133888 України на КМ, МПК А01D91/04, А01D45/06 (2006.01) D01C1/00. Комбайн для збирання олійного льону / Бойчук Б.В., Буснюк В. В., Дідух В.Ф.; заявник та патентовласник Луцький НТУ; заявл. 21.11.2018; опубл. 25.04.2019, бюл. №8.

7. Пат. 118379 України, МПК А01D45/06, А01D41/14, А01D63/02, А01D69/03(2006.01). Жатка для збирання льону олійного/ Дідух В. Ф., Тараймович І. В., Онюх Ю. М., Буснюк В. В.; заявник та патентовласник Луцький НТУ; заявл. 18.11.2016; опубл. 10.01.2019, бюл.№1.

УДК 631.3

© Голота Б.М., Р.В. Кірчук, к.т.н., Тарасюк В.В., к.т.н.
Луцький національний технічний університет
DOI: <https://doi.org/10.36910/agromash.vi43.200>

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ КОТКА ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ РОСЛИННИХ РЕШТОК ТА ОБГРУНТУВАННЯ ЙОГО ПАРАМЕТРІВ

У статті наведено огляд конструкцій та виконано аналіз процесу подрібнення рослинних решток в полі задля збільшення вмісту органіки у ґрунті. Представлено модель роботи котка та запропоновано методіку встановлення його параметрів.

ГРУНТ, КОТОК, РОСЛИННІ ЗАЛИШКИ, СТЕБЛО, НІЖ, МОДЕЛЬ

Постановка проблеми. Створення екологічно вирощування рослин завжди актуальна, але техногенне забруднення родючих ґрунтів мінеральними добривами негативно позначається на якості сільськогосподарської продукції. Широке застосування пестицидів створило і специфічні проблеми. Це набуття бур'янами, шкідниками та збудниками хвороб стійкості до них [1,2].

Новітні технології у галузі рослинництва потребують суттєвих змін і до систем машин. Так, запровадження мінімальних і нульових технологій обробітку ґрунту, прямого висіву, передбачають виконання нових технологічних операцій. До таких відноситься підготовка поверхні поля до традиційного, мінімального обробітку чи прямого висіву, тобто мульчування або подрібнення рослинних решток велико-стеблових культур - соняшнику, кукурудзи та інших[1,2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В нашій країні мало уваги приділяється створенню сільськогосподарських машин такого типу, аби їх робота була спрямована на поліпшення стану родючого шару ґрунту природним шляхом, як варіант - створення на поверхні поля шару із подрібнених рослинних решток із частковим їхнім загортанням. Науковці ствержують, що такий підхід допоможе захистити мікрофлору ґрунту і дасть змогу не тільки стабілізувати, а й через певний час підвищити вміст гумусу [1-4].

Для подрібнення рослинних решток здебільшого використовують імпортні і вітчизняні машини, оснащені активними робочими органами із приводом від ВВП, горизонтальним та вертикальним розташуванням осей обертання. Аналогічні машини на ринку України представлено компаніями-виробниками: «Умань-ферммаш», «Білоцерків-МАЗ», «Агрореммаш», «Бердянськсільмаш». Однак, вони мають досить суттєвий недолік – не подрібнюють рослинні рештки, які лежать на поверхні поля, особливо в міжряддях, та потребують значних витрат енергії на привод робочих органів [1-5].

Мета дослідження – дослідити особливості використання механізмів подрібнення рослинних решток в полі, створити модель їх роботи для числового експерименту та обґрунтувати кінематичні і геометричні параметри робочих органів.

Результати дослідження. Подрібнювані рослинних решток на поверхні поля після збирання врожаю є машинами, використання яких широко запроваджується в цивілізованих країнах, як невід’ємна операція в загальній ґрунтозахисній, енергозберігаючій технології виробництва продукції рослинництва. В Україні аналогічною до подрібнення є операція дискування, в більшості, важкими дисковими боронами, забороненими до використання в США, Канаді взагалі, як знаряддя, що знищують структуру ґрунтів. Корисливе ж ставлення до ґрунтів людьми, які їх експлуатують і не дбають про їх майбутнє, гальмує запровадження сучасних технологій в галузі рослинництва. Тому подрібнювані рослинних решток залишаються для нашого сільськогосподарського виробника незрозумілими і рідкісними представниками даного сімейства машин на українських полях. А користь від даних машин беззаперечна, саме за їх допомогою можна підготувати стан поля для подальшого обробітку за будь якою технологією без шкідливого для ґрунтів переуцільнення, а головне - перерозпушування і руйнування структури, відновлення якої потребує багатьох десятиліть [2].

Робочим органом котків є циліндрична поверхня, якою він діє на ґрунт. При перекочуванні котка по поверхні поля часточки ґрунту переміщуються в горизонтальному і вертикальному напрямках, описуючи певну траєкторію. Характер і форма траєкторії залежать переважно від параметрів котка, радіального навантаження на коток, ґрунтових умов і місця знаходження часточки в шарі ґрунту піднімаються вгору, а потім опускаються до певного рівня.

Коткування полягає у вертикальному переміщенні часточок ґрунту. Поздовжня деформація ґрунту значною мірою залежить від діаметра котка. За однакової глибини колієутворення поздовжня деформація ґрунту збільшується зі зменшенням діаметра котка. Застосування котків із малим діаметром призводить до небажаних результатів.

Основними параметрами котка є діаметр і ширина (довжина). Вибираючи діаметр котка, слід урахувувати поздовжню деформацію ґрунту. Цього досягають за умови, що кут α (рис. 1) обхвату котка ґрунтом не перевищуватиме 20° . При цьому ґрунтовий валик перед котком має незначний розмір [6].

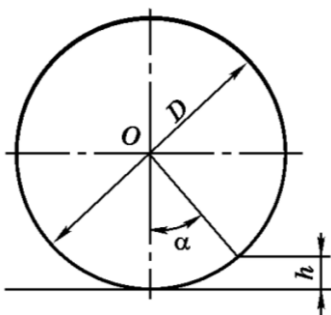


Рис. 1 – Схема до визначення діаметра котка

З рис. 1 видно, що

$$\cos \alpha = \frac{D - 2h}{D} = 1 - \frac{2h}{D}, \quad (1)$$

де D — діаметр котка;
 h — глибина колії котка.

Із залежності (1) визначається діаметр котка:

$$D \geq \frac{2}{1 - \cos \alpha}. \quad (2)$$

Задаючи глибину колії котка і кут обхвату, можна визначити допустимий мінімальний діаметр котка. Ширину захвату котка вибирають залежно від умов пристосування його до рельєфу поля. Для рівнинних умов ширина котка становить близько 2 м, а для гірського рельєфу та пересічених полів - не більше ніж 1 м.

Процес роботи кільчасто-шпорових, кільчасто-зубчастих, кільчастих і борончастих котків дещо відмінний. Верхній шар ґрунту вони залишають розпушеним, а нижній - ущільнюють так само, як це робить гладенький коток.

Таким чином, з (2) можна отримати:

$$D = \frac{1 - \cos \alpha}{2h} = \frac{1 - \cos 20^\circ}{2(0,07 \dots 0,10)} = 0,43 \text{ м}$$

Зважаючи на існуючі конструкції котків-подрібнювачів діаметр кладе $D=470\text{мм}$, а його ширина рівна 2м. Висота зуба, як правило, 7-10 см.

Значні зміни фізико-механічних властивостей ґрунту під час коткування ускладнюють точний розрахунок зусилля на перекочування котка. Дослідники [2,6,7], виходячи з тих чи інших передумов, виводять різні формули для визначення зусилля на перекочування котка. Зусилля на перекочування колеса чи котка перше визначив Грандвуале, а пізніше підтвердив В.П. Горячкін. Згідно з цими розробками зусилля P на перекочування гладенького котка визначають за формулою:

$$P = 0,86^3 \sqrt{\frac{G^4}{q_0 BD^2}}, \quad (3)$$

де G - сила ваги котка, Н;

B - ширина захвату котка, см;

D - діаметр котка, см;

q_0 - коефіцієнт об'ємної деформації ґрунту, Н/см³ ($0,3 < q_0 < 0,5$).

Зусилля перекочування негладенького котка дещо більше:

$$P = 0,86 \cdot k \cdot \sqrt[3]{\frac{G^4}{q_0 BD^2}}, \quad (4)$$

де $k = 1,0 \dots 1,3$ - коефіцієнт, що враховує додатковий опір від деформації ґрунту, яку здійснюють негладенькі елементи котка.

Для суцільних кільчастих котків $k = 1,1 \dots 1,2$, для комбінованих - $k = 1,1 \dots 1,3$, для котків, у яких кільця розміщені з деякою відстанню між ними, $k = 1,0$. Глибина колії визначає ступінь руйнування структури ґрунту.

На рис.2. показана конструкції машини, а на рис.3. - типи котків, що набули широкого використання у господарствах.

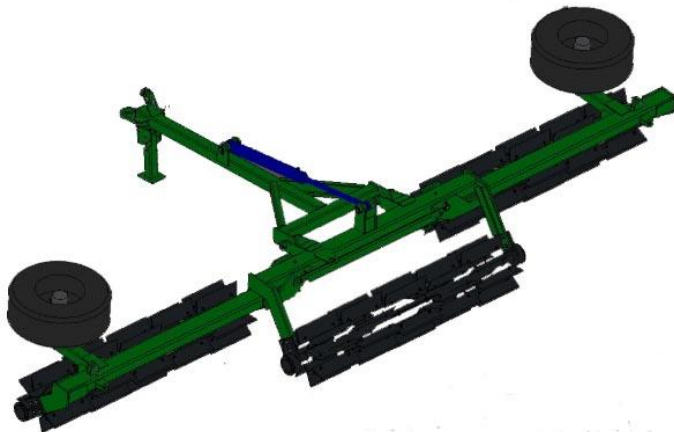


Рис.2. - Загальний вигляд подрібнювача рослинних решток у робочому положенні

Відповідно загальне зусилля для трьох котків складе:

$$P_s = 3P = 3 \cdot 7,5 \cdot 10^3 = 22,5 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

Так як робоча швидкість агрегату становить до 12 км/год то споживана потужність складатиме $N = P_s v$.

Виходячи з розрахунків та рекомендацій слід застосовувати для агрегування подрібнювача рослинних решток трактор потужністю не менше 80к.с. (клас тяги 2).

Робочі органи котка-подрібнювача рослинних решток здійснюють складний рух: поступальний з агрегатом і обертальний біля осі барабана. Розглянемо траєкторію руху робочого органу, коли агрегат переміщається прямолінійно і рівномірно зі швидкістю v (рис. 4).

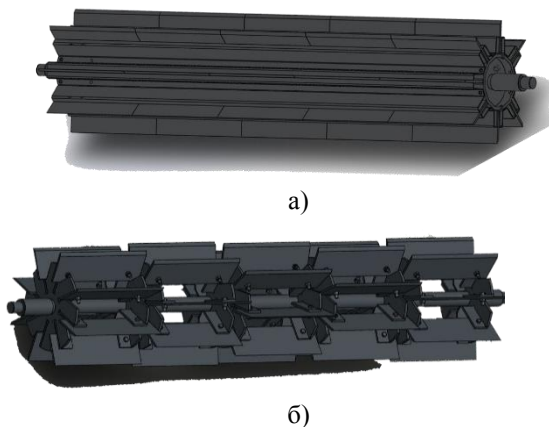


Рис.3 – Варіанти котків для подрібнювача рослинних решток:
а – водоналівний, б – каркасний

На рисунку показано, що r - радіус котка. Відстань від центра обертання котка до т. М є сумою радіуса r та висоти зуба h . Обертання котка характеризується кутом повороту котка φ .

Траєкторія руху вершини зуба, що показана на рис.4, носить назву «трохоїда». Вона описується параметричними рівняннями типу:

$$\left. \begin{aligned} x &= r\varphi - (r+h)\sin\varphi \\ y &= r - (r+h)\cos\varphi \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

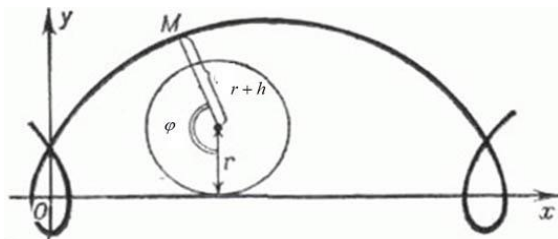


Рис.4 – Схема руху робочих органів котка-подрібнювача

У свою чергу кут φ може бути виражений через відомі кінематичні параметри агрегату, а саме:

$$\varphi = \omega\tau = \frac{v}{r}\tau, \quad (6)$$

де τ - системний час, с.

Для розрахунку рівнянь та побудови моделі руху т. М було використано систему динамічного моделювання Model Vision. На рис. 5 та рис.6 показано вигляд системи та отриманий графічний результат.

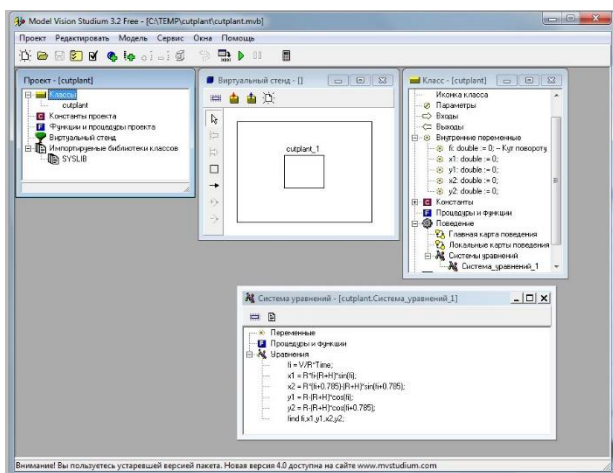


Рис.5 – Загальний вигляд системи моделювання Model Vision

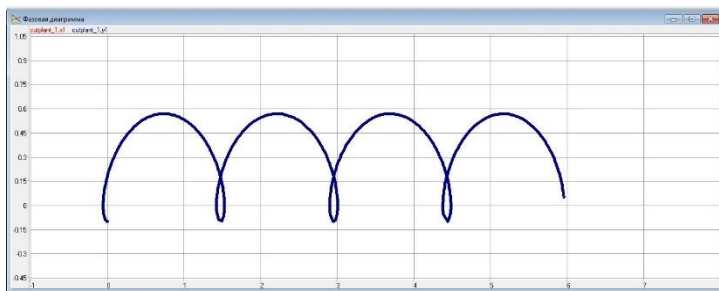


Рис.6 – Траектория руху т. М подрібнювача рослинних решток

Як видно з рис. 6 відстань між двома сусідніми точками контакту вершини ножа і ґрунту складає 1,5 м. Для дотримання агротехнічних умов величини подрібнення рослинних решток слід встановити кілька рядів таких ножів на котку.

Згідно агротехнічних вимог величина стебел всіх культур бур'янів та іншої рослинності повинні бути подрібнені на величину не більше 25 см [2,6]. Тому кількість рядів зубів на котку становить

$$n = \frac{1,5}{0,25} = 6 \text{ шт. Приймаємо із запасом } n = 8. \text{ Тоді, максимальні}$$

розміри рослинних решток складуть не більше $\ell = 1,5 \frac{1}{8} = 0,19 \text{ м.}$

Висновки. Останнім часом, кількість органічних добрив, що вносяться у ґрунт в нашій країні, зменшилась приблизно у 7 разів. Тому рослини забирають із ґрунту значно більше поживних речовин, ніж вносяться. В результаті щорічні втрати гумусу з ґрунтів за розрахунками вчених-ґрунтознавців становлять близько 20млн. тонн. Якщо негайно не запровадити заходи зі збереження гумусу, то українські чорноземи перетворяться на малородючі землі.

Досвід провідних аграрних країн показує: реальним шляхом зменшення втрат гумусу в ґрунтах і покращення їх родючості, який не потребує великих фінансових витрат, є підвищення ефективності використання поживних решток, що залишаються на полях після збирання урожаю. Поживні залишки (стерня, стебла бур'янів, валки соломи) подрібнюються спеціальними машинами - подрібнювачами. Вони не тільки скошують поживні рештки, а й подрібнюють на частинки довжиною до 15 см і рівномірно розподіляють по полю.

Після такого подрібнення рослинні рештки надійно покриваються шаром ґрунту, навіть при його обробітці дисковими знаряддями, які зараз широко використовуються аграріями. Як результат, забезпечується розкладання рослинних залишків в анаеробних умовах і ефективне збагачення ґрунту органікою.

На рис.7 показано вигляд поля до і після обробітку подрібнювачам рослинних решток.



Рис.7 – Вигляд поля до і після обробітку подрібнювачем рослинних решток

Запропонована методика дає можливість розрахувати параметри котка подрібнювача рослинних решток. Така машина добре себе зарекомендувала при: подрібненні рослинних залишків кукурудзи, соняшнику, ріпаку та інших культур; часткової обробки верхнього шару ґрунту, розрізання стебел; вирівнювання і рівномірний розподіл залишків по поверхні поля; сприяє накопиченню ґрунтової вологи; закладення органічних і мінеральних добрив, прискорення процесу розкладання рослинних залишків.

Література

1. Обладнання для подрібнення рослинних решток [Електронний ресурс]/ В. Сало, Д. Богатирьов//Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу- Режим доступу до журн.: <https://propozitsiya.com/ua/obladnannya-dlya-podribnennya-roslynyh-reshtok>.
2. Машини для обробітку ґрунту та внесення добрив. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей./ Сало В.М., Лещенко С.М., Лузан П.Г., Мачок Ю.В., Богатирьов Д.В.-Х.: Мачулін, 2016.-244 с.:іл.
3. Способи обробітку рослинних решток [Електронний ресурс]/М.Д.Іванчук//Агроном - Режим доступу до журн.: <https://agronom.com.ua/sposoby-obrobitku-roslynyh-reshtok/>
4. Мульчувач Мютінг. Подрібнення рослинних решток [Електронний ресурс]//MilkUA.info - Режим доступу до журн.:

<http://milkuia.info/uk/post/mulcuvac-muting-podribnenna-roslinnih-restok>

5. Myths and Facts about Residue Breakdown [Електронний ресурс]/ Mahdi Al-Kaisi//Integrated Crop Management News - April 4, 2014- Режим доступу до журн.: <https://crops.extension.iastate.edu/cropnews/2014/04/myths-and-facts-about-residue-breakdown>

6. 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.

7. Конструкція, розрахунок і виробництво сільськогосподарських машин. Кон-спект лекцій для студентів спеціальності „Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва” машинобудівного факультету денної та заочної форм навчання – Цизь І.Є.-Луцьк : ЛНТУ, 2008.-140с.

UDK 631.358:633.521

© I. Dudarev, Sc.D., Yu. Hunko, PhD, S. Panasyuk, PhD
Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine
DOI: <https://doi.org/10.36910/agromash.vi43.201>

DETERMINATION OF DESIGN PARAMETERS OF THE CONICAL-DISK FLAX PULLING MECHANISM

The article deals with the study of the possibility of using the conical-disk flax pulling mechanism for the harvesting of linseed and fibre flax, which are intended for processing into short fibre. The design of conical-disk flax pulling mechanism has been proposed and can be installed on a flax puller of a new design or on cereals combine harvesters. The condition of pulling out the flax stems from the soil with conical-disk flax pulling mechanism was obtained. Theoretical study was allowed to determine the rational design parameters of conical-disk flax pulling mechanism. Technical length and total length of the stems of linseed and the force required for pulling out the stems from the soil were determined as a result of experimental study. According to the results of the study it was determined that the proposed conical-disk flax pulling mechanism can be used for harvesting linseed and fibre flax.

FIBRE FLAX, FLAX HARVESTING, FLAX PULLER, LINSEED, PROCESS OF FLAX PULLING OUT

Introduction. The development of the flax industry in the world is due to the fact that flax is one of the few crops that have complex use [1–3]. There are two types of flax: linseed (*intermediate flax*) and fibre flax. Fibre flax is grown to produce fiber and linseed is grown to get seeds [4–6]. Seeds of both types of flax are used in the food, perfumery, oil and paint and varnish industries as well as in fodder production for animals [7]. The flax stem of both types of flax is used for the production of fabrics, paper, cardboard, fuel briquettes, fertilizers, compositional, non-woven and building materials [8]. The technologies of harvesting two types of flax are different [9,10]. This is due to the morphological differences of plants and technology for their further processing. Different technologies of harvesting involve the use of different harvesting machinery for two types of flax [11,12]. Fibre flax is mainly grown to produce a long flax fibre. Therefore, during harvesting, it is important to ensure the parallelism of flax stems in the band, as it is necessary for subsequent technological operations. That's why the specialized machinery (flax puller, flax combine) is used for harvesting of fibre flax [13]. The specialized machinery is equipped with flax pulling mechanisms of different types: belt, screw, roller, vibrating and chain. The most common are belt flax pulling mechanisms. A large number of scientific studies of leading scientists in the field of flax harvesting are devoted to the theoretical determination of the design and parameters of these flax-pulling mechanisms [14]. These flax pulling mechanisms provide high quality flax and parallelism of the stems in the flax band. But these flax pulling mechanisms are bulky, have a complicated design and drive. Cereals combine harvesters are used to harvest linseed. The presence of fiber in stems of linseed flax complicates the operation of the cutting mechanism of grain harvesters and causes frequent break downs. In addition, while cutting the stems a significant part of the fiber is lost on the field with stubble.

Modern processing technologies of linen raw materials provide the use of short fiber with linseed and fibre flax [15,16]. This allows us to use the universal technology for harvesting two types of flax. This technology provides preservation of all components of flax crop without cost and damage. During the processing of flax into a short flax fibre according to new technologies, there is no need for the stems in the band to be parallel, even damage to the stems and their rupture is allowed. Thus, for flax harvesting, which is processed into a short flax fibre, it is possible to use flax pulling mechanisms of a simpler design, which should provide only the pulling out of all flax plants from the soil. Therefore, studies toward the development of simple design of flax pulling mechanism and its parameters are relevant. Thus, the scientific

hypothesis has been put forward, which suggests the possibility of using the conical-disk flax pulling mechanism for the harvesting of linseed and fibre flax, grown in the conditions of the Western Polissya of Ukraine and intended for processing into short fibre.

The goal of the study is to determine the design parameters of the conical-disk flax pulling mechanism, which will allow the linseed and fibre flax pulling out from the soil. To achieve the goal of the study, it is necessary to solve a number of problems. First, it is necessary to determine experimentally the technical and total length of flax stem grown in natural and climatic conditions of the Western Polissya of Ukraine. In addition, it is important to know the force F_1 (N) of the resistance to pulling stems out of the soil and breaking load Q (N) the stems of flax. If the condition $F_1 < Q$ is not fulfilled, the stems will be broken off while pulling out. Failure to fulfill condition will lead to loss of the stem part of flax plant. During the process of pulling out the stems of fibre flax are not broken, but there is no research of the process of pulling out the stems of linseed, grown in the conditions of the Western Polissya of Ukraine. Scientists have determined only the breaking load $Q = 45-145$ N [17] of the stems of linseed. It is also necessary to determine the condition for pulling out the stems from the soil with flax pulling mechanism and design parameters of this mechanism.

Material and methods. The technical length l_1 (m) and total length l_2 (m) of the stems of linseed was measured according to the scheme, shown in Fig. 1. The technical length l_1 was determined as the distance from the root to the beginning of the branching of the lowest inflorescence for multi-stem flax. Average value of length and interval of variation were calculated by the results of experiments.

Determination of force F_1 (N) of resistance of pulling out the stems of linseed from the soil was carried out on three varieties of linseed: Blue-orange, Liryна and Southern Night. Number of stems of each variety of linseed pulled out from the soil was 300 plants. Force F_1 was measured by using a dynamometer with a special clamp, which was fixed on the stem (Fig. 1). Clamp was fixed on the stem at a height $l_0 = 0.05$ m from the root. If the plant of linseed had several stems, then the clamp was fixed to the middle stem. This is due to the fact that during pulling out the force F_1 can be applied to only one stem of the plant.

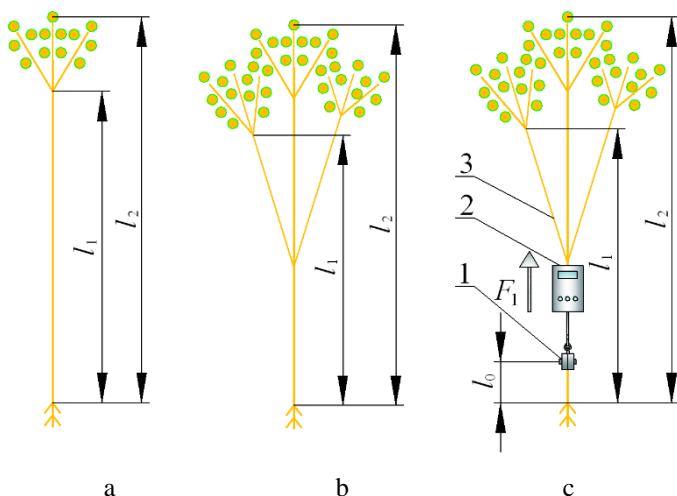


Figure 1 – Schemes of measurement the technical length l_1 and total length l_2 of single (a) and multi-stem (b) plants of linseed and the force F_1 (c): 1 – clamp; 2 – dynamometer; 3 – stem of flax

Diameter of the stems was measured at the place of clamping the stem. The influence of the angle of deviation of the stems from the vertical position on the value of the resistance force to pulling the stems from the soil was also studied. During the study, the angle β of deviation of the stems from the vertical position was 0.392 and 0.785 rad. In addition, the number of broken stems during pulling out of the ground was recorded. The humidity of linseed stems and soil moisture were determined by standard methods. The humidity of the linseed stems during the study was in the range of 32-36%. The moisture content of sod-podzolic soil was 13.5%.

Theoretical study was carried out taking into account the fundamental principles of theoretical mechanics and mechanics of plant materials. Processing of experimental data was carried out using methods of mathematical statistics using the software MathCAD14.

Results and discussion. Design of conical-disk flax pulling mechanism is proposed for pulling out the stems of linseed and fibre flax (Fig. 2). Conical-disk flax pulling mechanism can be installed on the flax puller of a new design or on cereals combine harvesters with different width instead of cutting mechanism, for example, combines of firms John Deere, New Holland. The same conical-discs are fixed on the shaft

of the flax pulling mechanism. Two adjacent disks form the pulling section. The surface of the discs is covered with friction material. The flax pulling mechanism is equipped with a cleaning bar with teeth, the ends of which fall into the gap between the conical discs. The flax pulling mechanism has a compact design and a simple drive.

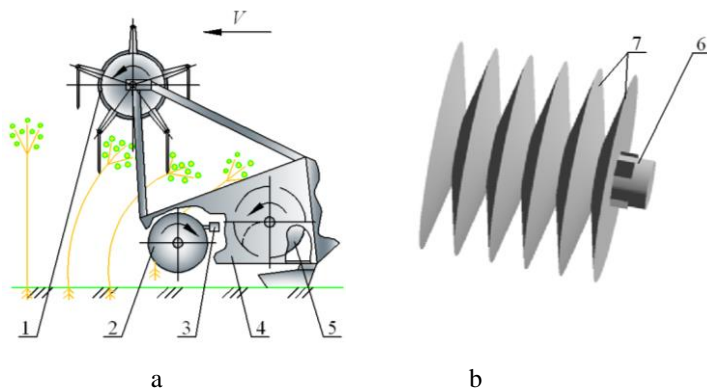


Figure 2 – Scheme of grain platform body with conical-disk flax pulling mechanism (a) and its fragment (b): 1 – reel; 2 – flax pulling mechanism; 3 – cleaning bar; 4 – grain platform body; 5 – auger; 6 – shaft; 7 – conical disks

During the process of pulling out the stems of flax with conical-disk flax pulling mechanism can distinguish two stages:

- tightening the stem between the conical discs and its jamming occurs at the first stage;
- pulling out the stem jammed between the conical discs from soil takes place at the second stage.

Examine the process of pulling out the stem of flax with conical-disk flax pulling mechanism installed at a height h (m) above the surface of the field on the flax puller. The flax puller moves along lines of flax with speed V (m/s) (Fig. 3). Stem of flax contacts with surfaces of two conical disks during the process of pulling out the flax. Conical disks are rotating with the same angular velocity ω (rad/s). Set the coordinate system xy as shown in Figure 3. The axis x will be directed in the plane S_1 perpendicular to the stem in the direction opposite to the direction of tightening the stem between discs. The axis y will be directed parallel to the stem upwards.

Consider the process of tightening the stem between the conical discs from the moment of its contact with two conical discs simultaneously. Two cases are possible at this stage of pulling out. In the first case, the stem is tightened between the conical discs in an upright position (Fig. 3a). In the second case, the stem deviates between the conical discs from the vertical position to the angle β (Fig. 3b), until the next stems start to support it. Since the first case is unlikely, consider the second case. In addition, the first case is described by the same equations as the second one. Suppose that during deviation the stem remains straightforward. Force of normal pressure N (N), directed in the plane S_1 perpendicular to the surface of the disk, acts on the stem from each conical disk (Fig. 4). Due to the contact of flax stem with conical discs having the same surfaces, there are two identical frictional forces $F_f = f \cdot N$ (N) (where f is a coefficient of friction of flax stem on the surface of the conical disk).

The forces of friction F_f try to tighten the stem simultaneously to the discs space and pull it out from the soil. Each of the forces of friction F_f will be divided into two components: the component F_{f1} (N) directed along the surface of a conical disk in the plane S_1 causes tightening of the stem between discs; the component F_{f2} (N) directed parallel to the axis y along the stem upwards, tries to pull the stem out from the soil. In addition, the force F_1 (N) of the resistance of pulling out the stem from soil, the force F_2 (N) of the resistance of the stem deviation from the vertical position, the force F_3 (N) of the resistance of the flax stem deviation from the vertical position from the side of the unselected stems act on the stem.

The tightening of the flax stem will take place if it moves along the negative direction of axis x . This is possible if the condition is fulfilled (Fig. 4b):

$$2F_{f1} \cdot \cos\alpha + (F_2 + F_3) \cdot \cos\beta > 2N \cdot \sin\alpha, \quad (1)$$

where α – the angle of the conical disk, rad.

Force F_2 resistance of the stem to deviation from the vertical position:

$$F_2 = \frac{3\Delta EJ}{h^3}, \quad (2)$$

where Δ – the deviation of stem from vertical position, m; EJ – the stiffness of the flax stem, $\text{N} \cdot \text{m}^2$.

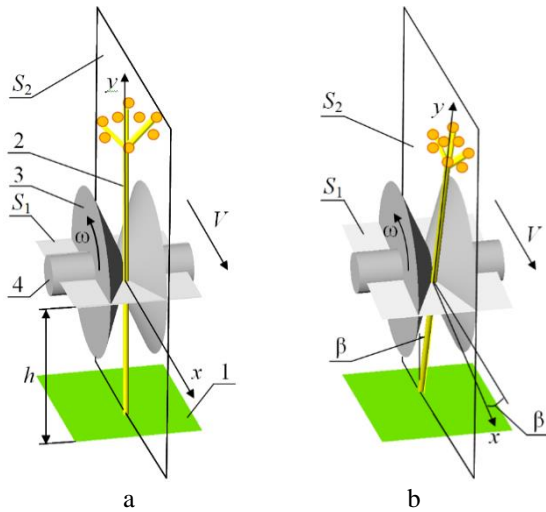


Figure 3 – Schemes of interaction stem of flax with conical-disk flax pulling mechanism at the angles of deviation of the stem $\beta=0$ rad (a) and $\beta>0$ rad (b): 1 – surface of the field; 2 – stem of flax; 3 – conical-disk flax pulling mechanism; 4 – shaft

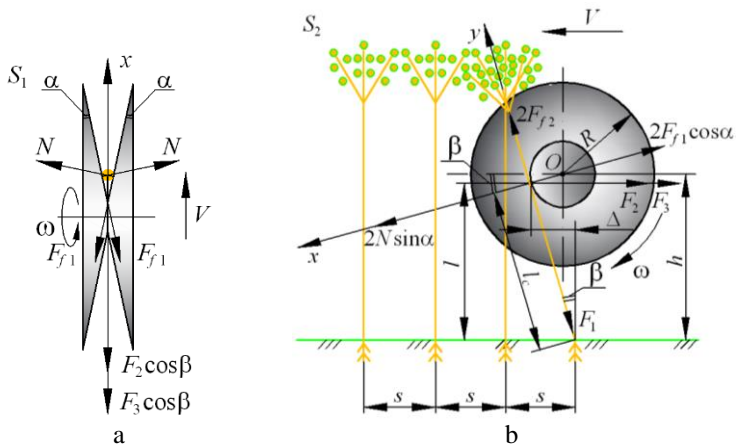


Figure 4 – Schemes of action forces on the stem in planes S_1 (a) and S_2 (b) during its tightening between the conical disks

Let's assume that the largest deviation of the stem from the vertical position is equal to the distance s (m) between the plants of the

flax in the row. In this case ($\Delta = s$), the angle of maximum deviation of the stem from the vertical position:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{\Delta}{l} = \frac{\Delta}{\sqrt{l_c^2 - \Delta^2}} = \frac{s}{\sqrt{h^2 - s^2}}, \quad \beta = \operatorname{arctg} \left[\frac{s}{\sqrt{h^2 - s^2}} \right], \quad (3)$$

where l – the height at which the stem is tightened between the conical discs, m; l_c – the length of the straight-line stem from the root to the tightening point between the disks, m.

For further theoretical study, the force F_2 is determined by the Eq.(2), having accepted $\Delta=s$. The forces F_1 and F_3 are determined experimentally, because they depend on a number of factors: varietal features of flax, condition of plant stand of flax, crop density and other factors.

Consider the second stage of pulling out the stem. Determine the condition of pulling out the stem from the soil with the conical disks of the pulling mechanism (Fig. 5). Let's assume that the stem of flax is pressed to the surfaces of conical disks of one pulling section by forces F_2 and F_3 . Moreover, the stem contacts the conical disks at two points. Condition of pressing the stem to the surfaces of conical disks:

$$(F_2 + F_3) \cdot \cos\beta \geq 2N \cdot \sin\alpha. \quad (4)$$

At the moment of tightening of the stem between the discs, the Eq.(4) takes the form:

$$(F_2 + F_3) \cdot \cos\beta = 2N \cdot \sin\alpha. \quad (5)$$

The force F_f acts on the stem from the side of each disc and is directed parallel to the axis y and tries to pull out the stem from the soil. Condition for pulling out the stem from the soil:

$$2F_f > F_1 + (F_2 + F_3) \cdot \sin\beta. \quad (6)$$

At the initial moment of pulling out the stem force F_f reaches the maximum value:

$$F_f = fN = \frac{f(F_2 + F_3) \cos\beta}{2 \sin\alpha}. \quad (7)$$

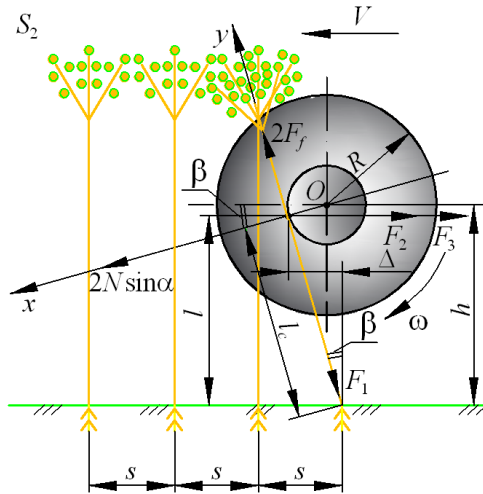


Figure 5 – Scheme of action forces on the stem in plane S_2 during its pulling out from the soil

So, condition for pulling out the flax stem from the soil:

$$\frac{f(F_2 + F_3) \cos \beta}{\sin \alpha} > F_1 + (F_2 + F_3) \sin \beta. \quad (8)$$

From the condition (8) we will determine what should be the angle α for pulling out the flax stem from the soil with the conical discs:

$$\alpha < \arcsin \left[\frac{f(F_2 + F_3) \cos \beta}{F_1 + (F_2 + F_3) \sin \beta} \right]. \quad (9)$$

Diagrams $\alpha(\beta, F_1)$ (Fig. 6) showing the most permissible values of the angle α are got with known values of angle β and force F_1 . Analyzing the diagrams, we can conclude that with an increase in the angle β and force F_1 the most permissible value of the angle α decreases. At the height of installation of flax pulling mechanism $h=0.35$ m and the distance between the plants of flax $s=0.04$ m the maximum value of the angle of deviation of the stem from the vertical position is equal $\beta=0.115$ rad. In the sense of forces $F_1=100$ N, $F_2=0.028$ N, $F_3=55$ N and $f=0.45$ for pulling out the stem from the soil angle α value must not exceed $\alpha < 0.233$ rad.

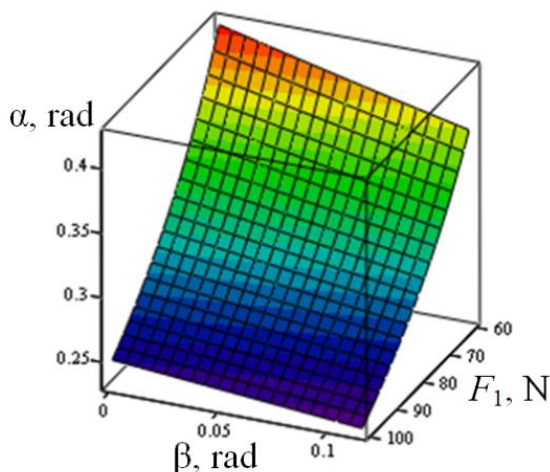


Figure 6 – Diagrams showing the impact of the angle β and force F_1 on the angle α ($F_2 = 0.028$ N, $F_3 = 55$ N, $f = 0.45$)

According to the results of the study (Fig. 7a), the technical length l_1 of the stems of linseed is: for the Blue-orange variety – $l_1 = 0.37 \pm 0.03$ m; for the Liryna variety – $l_1 = 0.40 \pm 0.02$ m; for the Southern Night variety – $l_1 = 0.47 \pm 0.04$ m. The technical length l_1 of the stems must be greater than the radius $R = 0.24$ m of the conical disks of flax pulling mechanism. If $l_1 < R$, then tightening of the stems with discs will occur at the level of the inflorescences. This will result in loss and damage to the seed portion of the crop. The total length l_2 of the stems of linseed is: for the Blue-orange variety – $l_2 = 0.64 \pm 0.04$ m; for the Liryna variety – $l_2 = 0.66 \pm 0.03$ m; for the Southern Night variety – $l_2 = 0.73 \pm 0.04$ m. So, the technical length and total length of the stems of linseed, grown in the conditions of the Western Polissya of Ukraine, allows their pulling out from the soil with conical-disk flax pulling mechanism.

The analysis of the research results (Fig. 7b) shows that the force of resistance of pulling out the stems of linseed from the soil for different varieties is changing from $F_{1\min} = 13$ N to $F_{1\max} = 92$ N. Comparison of force F_1 with force Q [17] for linseed varieties Blue-orange, Liryna and Southern Night shows that only linseed varieties Liryna and Southern night can be harvested by way of pulling out from the soil because: for the variety Liryna $F_{1\max} = 61$ N $< Q = 125$ N; for the variety Southern Night $F_{1\max} = 58$ N $< Q = 145$ N. It is necessary to use the cutting of stems for the Blue-orange variety because for this variety $F_{1\max} = 92$ N $> Q = 80$ N. Thus, not all varieties of linseed can be harvested

by way of pulling out because it will lead to damage and breakage of stems. Processing of experimental data showed that the average force F_1 and the standard deviation S_c are: for the variety of Blue-orange – $F_1=53.2$ N, $S_c=\pm 22.7$ N; for the variety of Liryňa – $F_1=41.7$ N, $S_c=\pm 11.3$ N; for the variety Southern Night – $F_1=37.6$ N, $S_c=\pm 11.7$ N. Number of broken linseed stems during the study of their pulling out from the soil was within 3.2-7.8%. The most percentage of broken stems is 7.8% among linseed stems of Blue-orange variety.

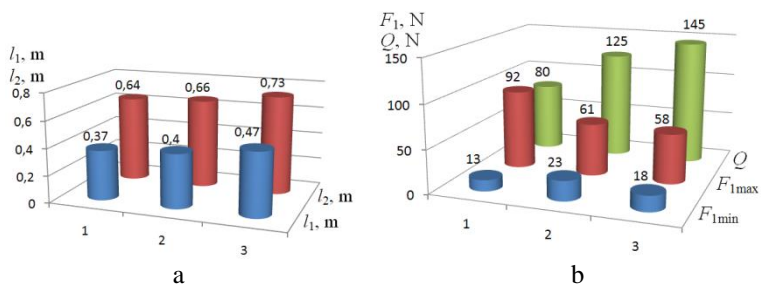


Figure 7 – The measurement results (1 – variety of flax Blue-orange; 2 – variety of flax Liryňa; 3 – variety of flax Southern Night): a – technical length l_1 and total length l_2 of the linseed stems; b – force F_1 and force Q

Diameters of the linseed stems in place of the clamp were as follows: for variety Blue-orange – 3.3 ± 0.3 mm; for variety Liryňa – 2.9 ± 0.4 mm; for variety Southern Night – 2.7 ± 0.3 mm. As a result of studies of the effect of the diameter of the stems and the angle β to the value of the resistance force to the pulling out the stems from the soil it was found that the relationship between these values is missing, because the value of correlation coefficient is $r_c=0$. In our opinion, the strength of resistance to pulling out the stems from the soil is influenced with other factors, such as the branching of the root system and its condition, as well as the type and micro relief of the soil, density and soil moisture.

Conclusions. The conducted theoretical and experimental studies indicate the possibility of using the conical-disk flax pulling mechanism with determined design parameters for the harvesting of linseed and fibre flax, which are intended for processing into short fibre. The theory of the process of flax pulling out with the flax pulling mechanism has been expanded in the article. As a result of the study, the condition of pulling out the flax stems from the soil with conical-disk flax pulling mechanism was obtained. This allows us to determine the

rational design parameters of conical disks: the radius of the smaller base of the conical disk is $r=0.03$ m; the radius of the larger base of the conical disk is $R=0.243$ m; the angle is $\alpha=0.174$ rad; the height of the installation of the disks above the ground is $h=0.3$ m; the width of the capture of one section is 0.075 m. At the speed of movement of the flax harvesting machinery $V=0.833$ m/s the angular velocity of the disks of the conical-disc flax pulling mechanism should be $\omega=45$ rad/s.

It was determined that the technical length of the stems of linseed varieties Liryna and Southern Night is within the limits of $l_1=0.40-0.47$ m and force of resistance of pulling out the stems of flax is within the limits of $F_1=18-61$ N. These values indicate that for harvesting varieties Liryna and South Night of linseed and all varieties of fibre flax can be used the conical-disc flax pulling mechanism, which was proposed.

References

1. Feng-zhi, G. (2007). The problem and suggestions of flax industry development. *Plant Fiber Sciences in China*, 2. Available at http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-ZGMZ2007S2007.htm
2. Uschapovsky, I. (2009). The Russian flax sector: bottlenecks and solutions. *Journal of Natural Fibers*, 6(1), 108–113.
3. Yang, R.B., Li, X.J., Tan, S.L. (2009). Development survey and prospect of flax industry. *Modern Agricultural Sciences*, 4. Available at http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-NCSY200904121.htm
4. Foulk, J.A., Akin, D.E., Dodd, R.B. (2003). Fiber flax farming practices in the Southeastern United States. *Crop Management*, 2(1). Available at <https://doi.org/10.1094/CM-2003-0124-01-MG>
5. Hall, L.M., Booker, H., Siloto, R.M.P., Jhala, A.J., Weselake, R.J. (2016). Flax (*Linum usitatissimum* L.). *Industrial Oil Crops*, 157–194. Available at <https://doi.org/10.1016/B978-1-893997-98-1.00006-3>
6. Heller, K., Sheng, Q.C., Guan, F., Alexopoulou, E., Hua, L.S., Wu, G.W., Jankauskiene, Z., Fu, W.Y. (2015). A comparative study between Europe and China in crop management of two types of flax: linseed and fibre flax. *Industrial Crops and Products*, 68, 24–31.
7. Verghese, M., Boateng, J., Walker, L.T. (2011). Flax seed (*Linum usitatissimum*) fatty acids. *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention*, 487–498. Available at <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375688-6.10058-1>
8. Liu, Z., Erhan, S.Z., Akin, D.E., Barton, F.E. (2006). “Green” composites from renewable resources: preparation of epoxidized soybean oil and flax fiber composites. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(6), 2134–2137.

9. Mańkowski, J., Maksymiuk, W., Sychalski, G., Kołodziej, J., Kubacki, A., Kupka, D., Pudelko, K. (2017). Research on new technology of fiber flax harvesting. *Journal of Natural Fibers*, 15(1), 53–61.
10. Souček, J., Šturc, T., Mareček, J. (2017). Analysis of linseed production with use of flax puller and combine harvester for its harvest. *Acta Univ. Agric. Silvic. Mendelianae Brun*, 65, 511–517.
11. Tribunalov, M.N., Garost, M.M. (2012). Comparative evaluation of technologies of flax harvesting. *Mechanization and Electrification of Agriculture: interdepartmental subject collection*. Available at <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BY2013>
12. Pari, L., Baraniecki, P., Kaniewski, R., Scarfone, A. (2015). Harvesting strategies of bast fiber crops in Europe and in China. *Industrial Crops and Products*, 68, 90–96.
13. Lihui, G., Haifeng, C., Liming, Z., Yong, G., Bangxing, G., Zhengping, L. (2009). Development of 4FZ-140 type self-propelled flax harvester [J]. *Journal of Agricultural Mechanization Research*, 6. Available at http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-NJYJ200906021.htm
14. Хайлис, Г.А. Быков, Н.Н., Бухарин, В.Н. (1985). *Льноуборочные машины*. М.: Машиностроение, 232 с.
15. Nilsson, D. (2003). Harvesting and handling of flax for the production of short fibres under Swedish conditions. A literature review. Available at https://pub.epsilon.slu.se/3966/1/nilsson_d_090930.pdf
16. Nilsson, D. (2006). Dynamic simulation of the harvest operations of flax straw for short fibre production – Part 1. *Journal of Natural Fibers*, 3(1), 23–34.
17. Сай, В.А. (2012). Технологія вирощування, збирання та первинної переробки льону олійного: монографія. Луцьк: ЛНТУ, 168 с.

УДК 621.928:167

© І.М. Дударев, д.т.н., О.С. Хільчук, І.А. Кіпень
Луцький національний технічний університет
DOI: <https://doi.org/10.36910/agromash.vi43.202>

ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ЧАСТИНКИ СИПКОГО МАТЕРІАЛУ РЕШЕТОМ СЕПАРАТОРА НОЖИЧНОГО ТИПУ

У статті запропонована конструкція гравітаційного сепаратора сипких матеріалів ножичного типу і представлені результати теоретичних досліджень руху частинки сипкого матеріалу решетою сепаратора. У результаті дослідження одержані залежності та умови для обґрунтування раціональних параметрів сепаратора з урахуванням фізико-механічних властивостей сипкого матеріалу.

СЕПАРАТОР, СЕПАРУВАННЯ, РЕШЕТО, СИПКІЙ МАТЕРІАЛ, РУХ ЧАСТИНКИ МАТЕРІАЛУ

Постановка проблеми. Розроблення обладнання для сепарування сипких матеріалів чи їх сумішей для різних галузей промисловості має здійснюватися у напрямі зниження енерговитрат на проведення технологічного процесу. Один із напрямів зниження енерговитрат на сепарування та підвищення його ефективності – це врахування під час вибору способу сепарування фізико-механічних властивостей сипкого матеріалу або суміші матеріалів. Найбільш перспективними у цьому напрямі конструкціями сепараторів є гравітаційні сепаратори, принцип роботи яких заснований на урахуванні фізико-механічних властивостей сипких матеріалів і в яких, в переважній більшості, не витрачається електроенергія на привод робочих органів чи поверхонь. Запропоновані нові конструкції гравітаційних сепараторів потребують здійснення подальших теоретичних та експериментальних досліджень з метою обґрунтування їх раціональних параметрів. Тому дослідження, спрямовані на обґрунтування раціональних параметрів конструкції запропонованого гравітаційного сепаратора ножичного типу, є актуальними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Обґрунтуванню конструкцій гравітаційних сепараторів, їх параметрів та дослідженню роботи присвячені наукові праці вітчизняних та закордонних науковців [1 – 6]. Для ефективної роботи гравітаційних сепараторів необхідно обґрунтовувати такі раціональні параметри конструкцій, за яких буде забезпечено рух сипкого матеріалу чи суміші матеріалів робочими поверхнями

сепаратора без утворення заторів. Тому в більшості проведених досліджень визначалися умови руху сипкого матеріалу чи суміші матеріалів робочими поверхнями сепараторів. Разом з тим, запропоноване технічне рішення гравітаційного сепаратора ножичного типу має відмінності в конструкції від відомих конструкцій, і, відповідно, потребує додаткових досліджень, зокрема теоретичних, для обґрунтування раціональних параметрів.

Мета дослідження – дослідити рух частинки сипкого матеріалу решето гравітаційного сепаратора ножичного типу та одержати залежності і умови для обґрунтування раціональних параметрів сепаратора.

Результати дослідження. Для сепарування сипких матеріалів (зерно, насіння сільськогосподарських культур або сипкі матеріали, що підлягають сепаруванню за розмірами чи формою) пропонується конструкція гравітаційного сепаратора ножичного типу (рис. 1), що містить сепарувально-важільний механізм та бункер. Сепарувально-важільний механізм містить систему сепарувальних секцій-важелів, які з'єднано хрестоподібно (по типу “ножиці”) за допомогою шарнірів. Кожна сепарувальна секція-важіль має раму, між боковинами якої розташовані пересипні полиці, кожна з яких, у свою чергу, містить плоске решето, під яким розташований піддон. У кінці кожного решета та піддону встановлені спрямовуючі пластини, які спрямовують певну фракцію сипкого матеріалу в необхідний рукав, який, в свою чергу, спрямовує цю фракцію на початок наступного решета чи піддону, що розташовані нижче. Рама однієї нижньої сепарувальної секції-важеля кінцями закріплена на платформі за допомогою шарнірів, а в отворах кінців рами другої нижньої сепарувальної секції-важеля встановлена вісь, на якій розташовані ролики, що виконані із можливістю руху платформою. Крім того, до нижньої сепарувальної секції-важеля приєднано передачу гвинт-гайка, чим забезпечено можливість зміни кута α нахилу плоских решіт до горизонту в межах від найменшого до найбільшого значення.

Перед початком роботи сепаратора здійснюють встановлення сепарувально-важільного механізму у положення, в якому буде забезпечено необхідний кут α нахилу плоских решіт до горизонту, за якого буде забезпечено рух сипкого матеріалу решетами самопливом. На усіх пересипних полицях встановлюють плоскі решета з отворами необхідного розміру та форми. Під нижніми сепарувальними секціями-важелями розташовують накопичувачі для крупної та дрібної фракції сипкого матеріалу (складових суміші сипких матеріалів). Далі завантажують у бункер

сипкий матеріал та відкривають заслінки. Сипкий матеріал самопливом надходить на плоскі решета пересипних полиць верхніх сепарувальних секцій-важелів. Оскільки процес сепарування проходить аналогічно на пересипних полицях усіх сепарувальних секцій-важелів, то розглянемо перебіг цього процесу на одній пересипній полиці.

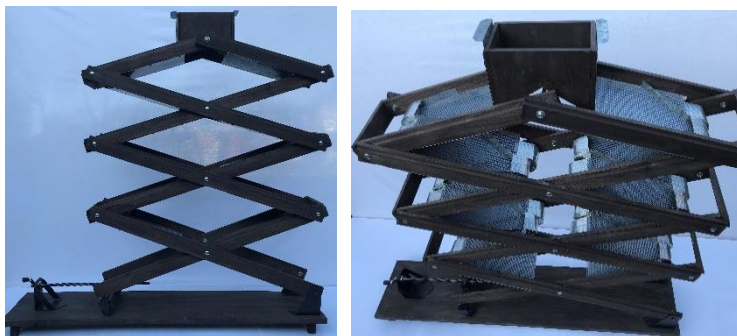


Рис. 1 – Сепаратор сипких матеріалів ножичного типу

Під час руху сипкого матеріалу похилим плоским решетом вниз його дрібна фракція проходить через отвори у решеті та опиняється на піддоні. Крупна фракція сипкого матеріалу з невідокремленою частиною дрібної фракції рухається самопливом решетом вниз до спрямовуючої пластини, яка спрямовує фракції у рукав, що, у свою чергу, спрямовує крупну фракцію з невідокремленою частиною дрібної фракції на верхню частину решета пересипної полиці сепарувальної секції-важеля, що розташована нижче. Пересипання крупної фракції сипкого матеріалу з невідокремленою частиною дрібної фракції із решета однієї пересипної полиці на решето другої пересипної полиці, що розташована нижче, а також зміна напрямку потоку сипкого матеріалу, сприяють інтенсифікації процесу сепарування. У цей же час відокремлена дрібна фракція самопливом рухається вниз поверхнею піддона сепарувальної секції-важеля та спрямовуючою пластинною спрямовується на піддон пересипної полиці сепарувальної секції-важеля, що розташована нижче. Далі фракції сипкого матеріалу самопливом рухаються з однієї пересипної полиці на другу зверху вниз. Необхідно зауважити, що сипкий матеріал рухається з бункера двома окремими потоками (лівим і правим) та процес сепарування кожного з яких відбувається окремо,

але аналогічно. Фракції сипкого матеріалу з решіт та піддонів нижніх сепарувальних секцій-важелів спрямовуються у відповідні накопичувачі.

Дослідимо рух частинки сипкого матеріалу M , яку приймаємо за матеріальну точку, поверхнею решета сепаратора ножичного типу. Нехай плоске решето встановлено під кутом α до горизонтальної площини, а спрямовуюча пластина під кутом β до рами секції сепаратора (рис. 2, а). Під час руху частинки матеріалу M поверхнею решета вниз на неї діють: сила ваги mg (Н), сила тертя $F_{\text{тер.}}$ (Н) та нормальна реакція N (Н) поверхні решета. Складемо рівняння руху частинки матеріалу M в системі координат xAy :

$$\left. \begin{aligned} m\ddot{x} &= mg \sin \alpha - F_{\text{тер.}} \\ m\ddot{y} &= N - mg \cos \alpha, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

де m – маса частинки матеріалу, кг; \ddot{x} , \ddot{y} – відповідно проекції вектора прискорення частинки матеріалу на осі x та y , м/с^2 .

Оскільки на частинку матеріалу не діє жодна інша сила, окрім зазначених, то частинка рухатиметься без відриву від поверхні решета, і, відповідно, $\ddot{y} = 0$. Ураховуючи зазначене вище, із другого рівняння системи (1) визначимо нормальну реакцію поверхні решета, а також силу тертя:

$$N = mg \cos \alpha ; \quad (2)$$

$$F_{\text{тер.}} = fN = fmg \cos \alpha , \quad (3)$$

де f – коефіцієнт тертя частинки матеріалу по поверхні решета.

Для забезпечення руху частинки матеріалу M решетом вниз (на рис. 2, а – це ділянка AB траєкторії руху частинки матеріалу M), має виконуватися умова:

$$mg \sin \alpha > F_{\text{тер.}} , \text{ звідки} \quad (4)$$

$$\text{tg} \alpha > f , \text{ де } f = \text{tg} \varphi \text{ та } \cos \alpha > 0, \quad (5)$$

$$\alpha > \varphi , \quad (6)$$

де φ – кут тертя матеріалу, що сепарується, по поверхні решета, град.

Із першого рівняння системи (1) визначимо швидкість частинки матеріалу M вздовж решета та її переміщення вздовж осі x (рис. 2, а) за початкових умов $t_0 = 0$, $\dot{x}_0 = 0$ та $x_0 = 0$:

$$\dot{x} = gt(\sin \alpha - f \cos \alpha) , \quad (7)$$

$$x = \frac{gt^2}{2} (\sin \alpha - f \cos \alpha) , \quad (8)$$

де t – час, с.

Із рівняння (8) визначимо час, за який частинка матеріалу M пройде вздовж решета шлях $x = l$ (рис. 2, а):

$$t_B = \sqrt{\frac{2l}{g(\sin \alpha - f \cos \alpha)}} \quad (9)$$

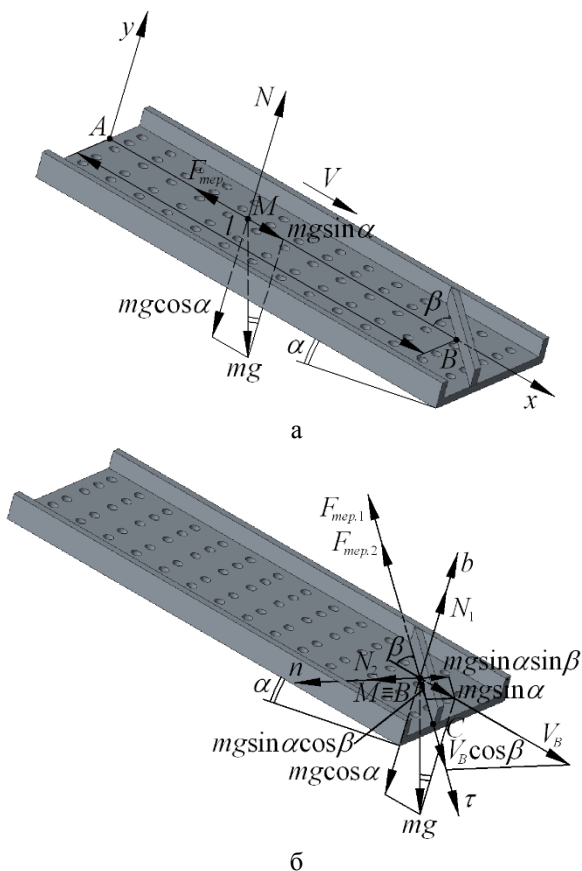


Рис. 2 – Схеми до пояснення руху частинки матеріалу M решетом: а – на ділянці AB траєкторії; б – на ділянці BC траєкторії

У момент, коли частинка матеріалу M досягає спрямовуючої пластини, тобто точки B (рис. 2, а), її швидкість становитиме:

$$V_B = \sqrt{2gl(\sin \alpha - f \cos \alpha)} \quad (10)$$

Після досягнення спрямовуючої пластини частинка матеріалу M починає рухатися вздовж неї. Визначимо, за якого значення кута β встановлення спрямовуючої пластини частинка матеріалу M буде здійснювати рух вздовж неї вниз. Розглянемо випадок післяударного руху частинки матеріалу M без її відскоку від спрямовуючої пластини (рис. 2, б). У цьому випадку нормальна складова швидкості (до поверхні спрямовуючої пластини) частинки матеріалу рівна нулю, тобто $V_n = 0$. Нехай удар частинки матеріалу по поверхні спрямовуючої пластини відбувається без тертя, тоді тангенціальні проекції швидкості частинки матеріалу на вісь τ до $V_B \cos \beta$ та після V_τ удару рівні [7]:

$$V_\tau = V_B \cos \beta . \quad (11)$$

Для випадку, що розглядається, складемо систему рівнянь, яка описує в системі координат ntb рух частинки матеріалу M на ділянці BC траєкторії її руху решетом (вздовж спрямовуючої пластини):

$$\left. \begin{aligned} m\ddot{n} &= N_2 - mg \sin \alpha \sin \beta; \\ m\ddot{\tau} &= mg \sin \alpha \cos \beta - F_{\text{тер.1}} - F_{\text{тер.2}}; \\ m\ddot{b} &= N_1 - mg \cos \alpha, \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

де \ddot{n} , $\ddot{\tau}$, \ddot{b} – відповідно проекції вектора прискорення частинки матеріалу на осі n , τ та b , м/с^2 ; N_1 , N_2 – відповідно нормальні реакції поверхонь решета та спрямовуючої пластини, Н ; $F_{\text{тер.1}}$, $F_{\text{тер.2}}$ – відповідно сили тертя, що виникають внаслідок руху частинки матеріалу решетом та вздовж спрямовуючої пластини, Н .

Нехай рух частинки матеріалу M відбувається лише вздовж спрямовуючої пластини, тобто осі τ , тоді $\ddot{n} = 0$ та $\ddot{b} = 0$. Ураховуючи зазначене, із першого та третього рівнянь системи (12) визначимо нормальні реакції N_1 та N_2 , а також сили тертя $F_{\text{тер.1}}$ та $F_{\text{тер.2}}$:

$$N_1 = mg \cos \alpha \quad \text{та} \quad N_2 = mg \sin \alpha \sin \beta , \quad (13)$$

$$F_{\text{тер.1}} = fN_1 = fmg \cos \alpha \quad \text{та} \quad F_{\text{тер.2}} = fN_2 = fmg \sin \alpha \sin \beta . \quad (14)$$

Рівняння (14) отримані за умови, що для матеріалів решета та спрямовуючої пластини однакове значення коефіцієнта тертя f .

Розв'яжемо друге рівняння системи (12) з урахуванням рівнянь (14) та початкових умов $t_0 = 0$, $\dot{\tau}_0 = V_\tau = V_B \cos \beta$ та $\tau_0 = 0$:

$$\dot{z} = gt(\sin \alpha \cos \beta - f[\cos \alpha + \sin \alpha \sin \beta]) + V_B \cos \beta, \quad (15)$$

$$\tau = \frac{gt^2}{2} (\sin \alpha \cos \beta - f[\cos \alpha + \sin \alpha \sin \beta]) + V_B t \cos \beta, \quad (16)$$

де \dot{z} – швидкість частинки матеріалу під час її переміщення вздовж осі z , м/с; τ – переміщення частинки матеріалу вздовж осі z , м.

Визначимо умову руху частинки матеріалу M вздовж спрямовуючої пластини, тобто осі z :

$$mg \sin \alpha \cos \beta > F_{\text{мер},1} + F_{\text{мер},2}, \text{ звідки} \quad (17)$$

$$\alpha > \arctg\left(\frac{f}{\cos \beta - f \sin \beta}\right), \text{ якщо } \cos \alpha > 0 \text{ та } (\cos \beta - f \sin \beta) > 0 \quad (18)$$

де α – кут нахилу решета, рад.

У випадку невиконання умови (18), вздовж направляючої пластини будуть утворюватися затори із частинок матеріалу, який сепарується, що є недопустимим. Таким чином, значення кута β необхідно приймати, враховуючи умову (18). У цьому випадку будуть створені сприятливі умови для переміщення сипкого матеріалу робочими поверхнями сепаратора.

Висновки. Запропонована конструкція гравітаційного сепаратора ножичного типу, що дозволяє здійснювати сепарування сипких матеріалів із різними фізико-механічними властивостями за рахунок зміни кута нахилу решіт. Крім того, запропонований сепаратор є компактним та зручним в експлуатації, а також не потребує енерговитрат на процес сепарування.

Одержані в результаті теоретичних досліджень залежності та умови дозволяють обґрунтувати раціональні параметри запропонованого сепаратора із урахуванням фізико-механічних властивостей сипкого матеріалу чи суміші матеріалів, що сепаруються.

Література

1. Заика П.М. Сепарация семян по комплексу физико-механических свойств / П.М. Заика, Г.Е. Мазнев. – М.: Колос, 1978. – 287 с.
2. Карташевич С.М. Механико-технологические основы повышения эффективности механизированных комплексов для послеуборочной обработки зерна и семян: монография / С.М. Карташевич. – Минск : РУП “БелНИИагроэнерго”, 2001. – 288 с.

3. Богомолов О.В. Наукове обґрунтування енергозберігаючих процесів та обладнання для сепарації харчової сипкої сировини: автореф. дис. ...д-ра техн. наук: 05.18.12 / Богомолов Олександр Васильович; Харківський державний університет харчування та торгівлі. – Харків, 2006. – 34 с.

4. Єрмак В.П. Класифікація засобів сепарації та конструкцій машин для відбору насіння з високими посівними властивостями / В.П. Єрмак, С.В. Богданов, А.А. Ільченко // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. – № 35. – Серія (Технічні науки). – Луганськ: ЛНАУ. – 2012. – С. 127 – 132.

5. Фалько О.Л. Наукове обґрунтування процесу фракціонування рослинної сировини: автореф. дис. ...д-ра техн. наук: 05.18.12 / Фалько Олександр Леонідович; Національний університет харчових технологій. – Київ, 2014. – 46 с.

6. Дударев І.М. Розрахунок машин зі спіральними робочими поверхнями: монографія / І.М. Дударев. – Луцьк: Інформ.-вид. відділ Луцького НТУ, 2017. – 228 с.

7. Лейбович М.В. Теория удара в задачах и примерах: учеб. пособие / М.В. Лейбович. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2016. – 236 с.

УДК 631.36

© Л.Ю. Забродоцька, к.т.н., В.Л. Петров, Р.В. Кірчук, к.т.н.

Луцький національний технічний університет

А.В. Хомич

Любешівський технічний коледж Луцького національного технічного університету

DOI: <https://doi.org/10.36910/agromash.vi43.203>

ВДОСКОНАЛЕННЯ СУШАРКИ НАСІННЯ РІПАКУ

У статті наведено огляд методів та засобів сушіння ріпакового насіння. Обґрунтовано доцільність модернізації існуючих сушарок механічними системами перемішування шару зерна. Запропоновано схему сушарки, що дозволяє суттєво зменшити енерговитрати на процес сушіння дрібнодисперсних сільськогосподарських рослинних матеріалів.

РІПАК, СУШАРКА, ПРОЦЕС СУШІННЯ, ШНЕК, ШАР МАТЕРІАЛУ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Постановка проблеми. Завершальним і важливим етапом у вирощуванні ріпаку є ретельне проведення збиральних робіт, організація проміжного складування та доочищення зібраного врожаю, а за потреби - сушіння товарного зерна. Як і інші культури, ріпак має свої специфічні особливості, які обов'язково враховують під час організації вищеназваних технологічних процесів. Запізнення або неправильне проведення комбайнування, доочищення і зберігання може призвести до значних матеріальних збитків.

Ріпак після збирання часто має підвищену забрудненість та вологість. Тому рекомендується його швидке доочищення і досушування. Використовують очисні машини різних типів, але з набором потрібних решет. Добре працюють стаціонарні зерноочищувальні агрегати типу ЗАВ-20, ЗАВ-40 та пересувні повітряно-решетні машини ОВС-25, ОВП-20А тощо. Гранично допустимі строки проміжного зберігання недоочищеного і очищеного насіння значно різняться, тому і слід враховувати це на практиці [1].

Сушіння товарного ріпаку проводять сушарками різних конструкцій та типів. Базисною для ріпаку є вологість 8-10%. Післязбиральний обробіток, зокрема сушіння, - дуже енерговитратний процес, що потребує вивчення та вдосконалення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Якщо вологість насіння ріпаку перевищує 8%, його краще спрямовувати на досушування. Сушіння виконують за певної температури залежно від стану, вологості і призначення зерна та конструкції сушарки. Товарний ріпак (продовольче, кормове і технічне насіння) за вологості до 13% рекомендовано висушувати в шахтних прямоточних сушарках за температури теплоносія 80...90°C та нагрівання насінневої маси до 50°C. За вологості понад 13% температуру теплоносія знижують на 10...20°C, а нагрівання зерна - на 5...10°C. У сушарках без перемішування насіння температуру теплоносія витримують на рівні 60°C. Насінневий ріпак висушують, враховуючи поточну вологість зерна і знижуючи температуру мірою підвищення збиральної вологості [2].

Порівняно невеликі об'єми ріпаку можна висушити в сушарках камерного типу чи подовими, обладнаними підігрівачами повітря, теплогенераторами. В цих сушарках сушіння виконується в нерухомому шарі, тому температура теплоносія має становити

40...50, а нагрівання зерна — не вище 30...35°C залежно від його вологості, висота насінневого шару — до 30 см [2].

У господарствах, які не мають власних сушарок, насіння досушують за сонячної погоди на відкритих майданчиках (шар насіння завтовшки 5–10 см) за регулярного перемішування. Однак цей спосіб надто ризикований і тривалий, тому слід надавати перевагу застосуванню сушарок

Аналізуючи відомі дослідження процесу сушіння ріпакового насіння можна узагальнити такі вимоги [2-8]:

- слід максимально герметизувати сушарку в місцях руху та можливого просипання насіння;
- вологість насіння після сушіння не має бути нижчою ніж 6%, оскільки за нижчого її рівня різко зростає насіннєве травмування;
- максимальне зняття вологості за один прохід насіння через сушарку становить 5–6%;
- насіння після сушіння охолоджують до температури, яка не перевищує зовнішню більш ніж на 5°C.

Для сушіння бажано використовувати зерносушарки, в яких теплоносієм є чисте атмосферне повітря, підігріте до потрібної температури.

Однак у літературі мало уваги приділено дослідженням, що стосуються інтенсифікації процесу сушіння внаслідок перемішування шару сипкого матеріалу та аналізу впливу структури шару ріпакового насіння на перебіг процесу його зневоднення.

Мета дослідження – дослідити особливості кінетики сушіння ріпакового насіння та виробити рекомендації щодо вдосконалення існуючих сушарок, шляхом встановлення у сушильних камерах шнекових перемішувачів шару зерна.

Результати дослідження. Для проектування нових або ж вдосконалення існуючих сушарок дрібнодисперсних сільськогосподарських рослинних матеріалів необхідно встановити характер перебігу кінетики процесу сушіння конкретного насінневого матеріалу. Тому були проведені дослідження процесу сушіння ріпакового насіння в лабораторних умовах. Вологість проб встановлювалась методом зважування проб та їх повним висушуванням.

Для дослідження процесу сушіння насіння ріпаку використовувалась розроблена лабораторна установка (рис.1). Установка складається з вентилятора, калорифера, гнучкого з'єднання, сушильної камери з касетами для матеріалу. Атмосферне повітря подається вентилятором до калорифера, нагрівається до

температури, встановленої регулятором і гнучким з'єднанням подається до сушильної камери, в якій встановлені пронумеровані касети з пробами одна над одною. Сушильний агент рухається крізь встановлені в зазначеній послідовності касети з пробами насіння ріпаку знизу вгору.

Для сушіння у касети засипалися проби матеріалу з відомою початковою вологістю і масою.



Рис. 1 – Установа для дослідження процесу сушіння насіння ріпаку

Сушіння проводилось для початкової відносної вологості матеріалу 11% і 15,5% при температурі нагрітого повітря 60-65°C і 45-50°C відповідно. Через однакові проміжки часу фіксувались значення маси в кожній касеті, за якими було визначено вологість і побудовано графіки зміни вологості з часом (рис.2.).

Загалом, у господарства для зневоднення не надто значних об'ємів насіннєвого матеріалу часто застосовуються фермерські сушарки (рис.3) типу AGRIMEC серії AS (Італія).

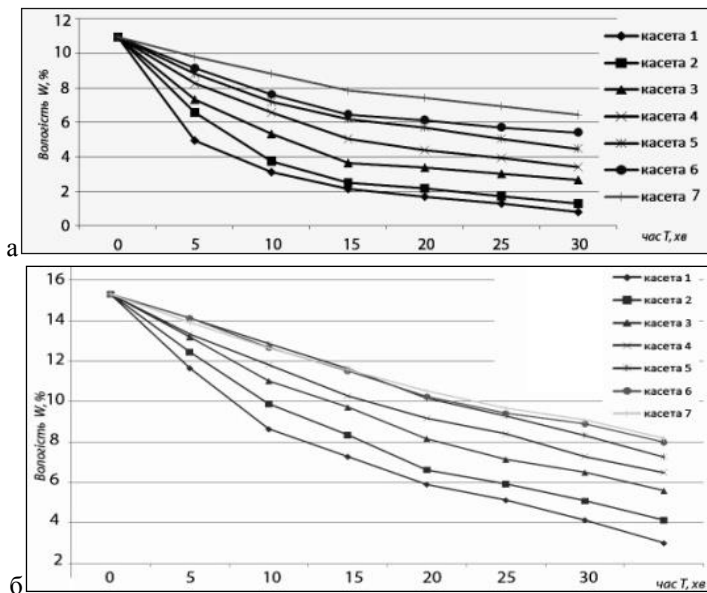


Рис. 2 – Зміна вологості насіння ріпаку (а) з початковою вологістю 11% і температурою сушильного агенту 60-65°C та (б) з початковою вологістю 15,5% і температурою сушильного агенту 45-50°C

Такі сушарки, а їх ще називають циркуляційними, мають місткість 12...1,7м³. Вони зручно транспортуються, у їхню комплектацію входять також ситовий очисник зерна та приймальний бункер. Поверхневі сита корпусу сушарки і камери згоряння виконані в оцинкованому варіанті і покриті шаром термореактивного полієфіру. Газові пальники оснащені випарниками газу. Це дозволяє застосовувати зріджений пропан-бутан і експлуатувати сушарки при низьких значеннях температури, що особливо важливо при сушінні насінневого зерна. Сушарки можуть бути оснащені теплогенераторами, які працюють на грубному чи дизельному паливі з тепловою потужністю від 75 до 760 кВт, та подають чисте підігріте повітря (без домішок продуктів спалювання палива).

Вказані вище зерносушарки відносяться до так званих мобільних (пересувних) сушарок, які широко використовуються за кордоном для сушіння матеріалу у невеликих фермерських господарствах. З'явився до них інтерес і в Україні з боку агрофірм і пересувних механізованих загонів, які прагнуть збільшити період

використання комбайнів, переміщаючи їх з півдня на північ. Адже на первинну обробку і зберігання зібраного зерна приходить більше 25 % від загальних витрат на його виробництво. Тому використання порівняно недорогих пересувних зерносушарок, здатних працювати в будь-якому місці за будь-яких погодних умов - це реальний шлях підвищення ефективності виробництва зернових, бобових і олійних культур [9,10].



Рис.3 – Сушарка AGRIMEC серії AS (Італія)

Одним з напрямків підвищення енергоефективності та інтенсифікації процесу сушіння ріпакового зерна є його перемішування у сушильній камері. Основною перевагою такого методу сушіння є руйнування повітряних каналів з малим аеродинамічним опором, через які проходить більша частина сушильного агенту і, відповідно, зменшується час теплової обробки. Основними технологічними перевагами розрихленого шару є висока інтенсивність процесів переносу теплоти та пов'язані з цим низькі перепади температур всередині самого шару. Рух сушильного агенту в такому шарі зерна прискорює перенесення вологи із самих зернівок до поверхні. Це сприяє прискоренню сушіння.

Добре себе зарекомендували у якості робочих органів шнекові перемішувачі. Такі, наприклад, застосовуються у мобільній сушарці TURBODAN TD-15 MODILDRIER (Німеччина). Ці робочі органи перемішують і розпушують шар зерна, що знаходиться у причепі-сушарці (рис.4).



Рис.4 – Шнекові перемішувачі шару зерна у сушарці TURBODAN TD-15

Зважаючи на отримані експериментальні результати та аналізуючи досвід лідерів ринку сушарок можна запропонувати встановлювати систему механічних перемішувачів і розпушувачів шару зернового матеріалу у сушильну камеру сушарки. Така система являє собою вертикально розміщені шнекові робочі органи, які перемішують шар зерна почергово піднімаючи його та опускаючи (рис.5).

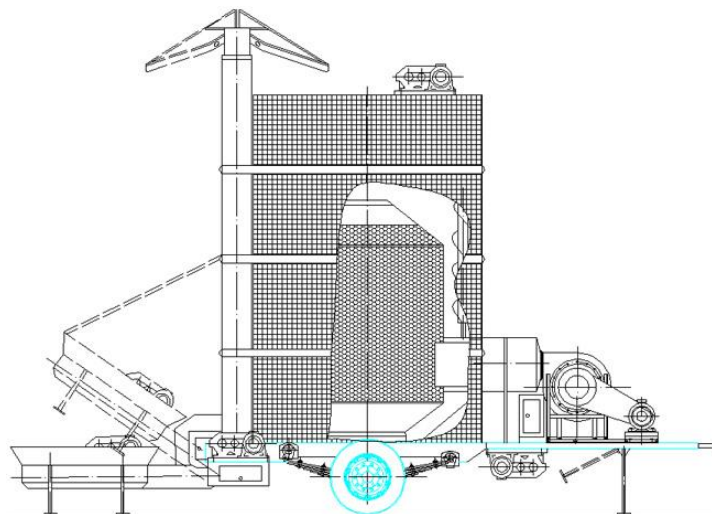


Рис.5 – Сушарка із механічною системою перемішування зерна у сушильній камері

Дослідження процесу сушіння сільськогосподарських матеріалів з їх одночасним перемішування і розпушування

представлено у роботі [11]. Заслугує на увагу методика визначення енерговитрат на привод спіралеподібних робочих органів, що розпушують шар насіння. Такий же підхід може бути використаний і для аналізу сушарки з шнековими перемішувачими робочими органами. Зокрема, для забезпечення технологічного процесу роботи сушарки затрачається енергія:

- на формування сушильного агента, шляхом нагрівання атмосферного повітря електрокалорифером або в результаті згоряння пального;
- на створення тиску у повітропроводах і сушильній камері за допомогою вентилятора;
- на перемішування і розпушування матеріалу, що піддається сушінню;
- на роботу завантажувальних і вивантажувальних пристроїв.

Розрахунок і порівняння витрат на додаткові операції дозволяє зробити висновок щодо доцільності використання механічної системи перемішування шару зерна в процесі сушіння.

Виходячи з тривалості перебування матеріалу в сушильній камері τ , хв. і маси матеріалу m , що заповнює сушильну камеру, продуктивність P сушарки визначається за залежністю:

$$P = \frac{m \cdot 60}{T \cdot 1000}, \text{ т/год.} \quad (1)$$

Маса висушеного за 1 годину матеріалу визначиться за формулою [11]:

$$P' = P \cdot \frac{100 - w_1}{100 - w_2}, \quad (2)$$

де P – маса вологого матеріалу, т;

P' – маса сухого матеріалу, т;

w_1 – початкова відносна вологість, %;

w_2 – кінцева відносна вологість, %.

У випадку застосування електрокалорифера для нагрівання повітря годинна витрата електроенергії для насіння для заданих параметрів сушіння визначається за формулою:

$$N_k = \frac{\Delta I \cdot L}{\eta_e \cdot 859,845}, \text{ кВт} \quad (3)$$

де η_k – ККД калорифера;

L – годинна витрата повітря, кг с.п./кг в.в.;

ΔI – різниця тепловмісту, ккал/г с.п.

В процесі перемішування і розпушування матеріалу робочими органами затрачається потужність на подолання опору матеріалу.

Потужність, яка затрачається на приведення в дію одного робочого органу, наближено визначимо за формулою [11]:

$$N_{..} = 47 \cdot g \cdot \psi \cdot D_s^2 \cdot k_s \cdot v_s \cdot \rho \cdot k' \cdot c \cdot L_c \cdot \omega \cdot k_3 \cdot 10^{-3} \quad (4)$$

де ψ – коефіцієнт ($\psi=0,3..0,4$);

D_s – діаметр спіралі, м;

k_s – крок спіралі, м;

v_s – частота обертання, хв.⁻¹;

ρ – об'ємна маса матеріалу, кг/м³;

k' – коефіцієнт, що залежить від властивостей матеріалу (для легко сипких матеріалів $k'=0,75..1,0$);

c – коефіцієнт, що враховує нахил робочого органа;

L_c – довжина робочого органа, м;

ω – коефіцієнт опору руху ($\omega=4..5$);

k_3 – коефіцієнт запасу потужності ($k_3=1,2..1,25$).

Тоді загальна потужність для всіх робочих органів

$$N_{p.o.zag.} = N_{p.o.} \cdot m \quad (5)$$

де, m – кількість робочих органів.

Необхідна потужність електродвигуна з врахуванням ККД привода визначиться за формулою:

$$N_{дв.} = N_{p.o.zag.} / \eta_{пр.} \quad (6)$$

де $\eta_{пр}$ – ККД привода.

Потужність N (кВт·год) електродвигуна вентилятора:

$$N_g = \frac{Q_g \cdot P_g}{3600 \cdot 1000 \cdot \eta_g \cdot \eta_n \cdot \eta_k}, \quad (7)$$

де Q_B – кількість агента сушіння, що подається вентилятором, м³/год;

P_B – повний тиск, який розвивається вентилятором під час роботи сушарки, Па;

η_g – ККД вентилятора ($\eta_g = 0,7$);

$\eta_n = 0,97$ – ККД пасової передачі;

$\eta_k = 0,9$ – ККД, яким враховують втрату в підшипниках.

Вказані додаткові енерговитрати компенсуються зменшенням часу сушіння насінневого матеріалу, за рахунок чого і передбачається ефект енергозбереження.

Висновки. У роботі представлено теоретичне узагальнення існуючих технологій сушіння ріпакового насіння і запропоновано нове рішення, що полягає у вдосконаленні технологічного процесу сушіння насіння ріпаку за рахунок інтенсифікації сушіння шляхом розпушування і перемішування шару матеріалу у сушильній камері сушарки. Необхідність розпушування і перемішування дисперсного сільськогосподарського матеріалу, зокрема насіння ріпаку, в процесі сушіння підтверджена в результаті аналізу.

Застосування запропонованої конструкції камери сушіння, а також методів розрахунку її параметрів, дозволить суттєво зменшити енергозатрати загалом.

Література

1. Ріпак: особливості збирання, сушіння та зберігання врожаю [Електронний ресурс] / А. Шіхерт // Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу - Режим доступу до журн.:

<https://propozitsiya.com/ua/ripak-osoblivosti-zbirannya-sushinnya-ta-zberigannya-vrozhayu>.

2. Збирання та збереження ріпаку[Електронний ресурс] / М. Кирпа// Спецвипуск ж. Пропозиція. Осимий ріпак від А до Я/ — 201. — С.- 16-48 - Режим доступу до журн.:

<https://propozitsiya.com/ua/zbirannya-ta-zberezhennya-ripaku>

3. Птицын С.Д. Зерносушилки.– М.: Машиностроение, 1966, 180 с.

4. Герой А.П., Самочетов В.Ф. Зерносушение и зерносушилки. – М.: Колос, 1967.

5. Рагулин М.С. Очистка, сушка и хранение – М.: Россельхозиздат, 1980. – 160 с., ил.

6. Зеленко В.И. Конвективная сушка сельскохозяйственных материалов в плотном слое. Основы теории.-Тверское областное книжно-журнальное издательство, 1998. –96с.

7. Жидко В. И. Лабораторный практикум по зерносушению. – М., 1983.

8. Остапчук Н.В. и др. Повышение эффективности сушки зерна/ Н.В. Остапчук, А.Б. Шашкин, В.Д. Каминский – К. Урожай. 1988.- 136с., ил.

9. Лебедев П.Д. Расчёт и проектирование сушильных установок. 1962.– 320 с. ил.

10. Станкевич Г.М. Техніка та технологія сушіння зерна у фермерських господарствах/ Станкевич Г.М.// Зернові продукти і комбікорми № 3 (43), 2011- 9-13с.

11. Станкевич Г.М. Сушіння зерна: Підручник / Г.М. Станкевич, Т.В. Страхова, В.І. Атаназевич. – К.: Либідь, 1997. – 320 с

12. Ящук А.А. Обґрунтування параметрів сушарки насіння льону олійного : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.05.11/ А.А. Ящук; - Кіровоград, 2014. - 20 с

УДК 504:613.96:364.122.5

© Н.П.Ковальчук, к.с.-г.н.

Луцький національний технічний університет

DOI: <https://doi.org/10.36910/agromash.vi43.204>

СКВЕРИ МІСТА ЛУЦЬКА ТА ЇХ ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ЗНАЧЕННЯ

У статті детально проаналізовано та розкрито функціональне значення скверів у міських екосистемах на прикладі м. Луцька. Визначено їх площу та розглянуто негативний вплив процесів урбанізації на міські екосистеми та місце в них людини. Виділено основні проблеми розвитку міста і формування міських скверів в умовах урбанізації.

СКВЕР, МІСТО, ЕКОСИСТЕМА, ЗЕЛЕНІ НАСАДЖЕННЯ, ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ, УРБАНІЗАЦІЯ

Постановка проблеми. Забезпечення нормальної екологічної ситуації у міських екосистемах сучасного урбанізованого середовища зводиться до екологічного балансу міста та навколишнього середовища, що стає можливим лише у випадку, коли загальний обсяг міського антропогенного навантаження на оточуюче середовище буде меншим або рівним обсягу хімічного, фізичного і біологічного впливів, котрі нейтралізуватимуться міськими біогеоценозами без власної шкоди.

У міських екосистемах формується своєрідне урбанізоване середовище, котре поєднує природну, соціальну та технічну системи, які комплексно формують простір людської діяльності.

Природна система урбанізованого середовища включає зелені зони на площах або вулицях, переважно в середині житлових забудов, які відіграють архітектурно-декоративну роль та використовуються для короткотривалого відпочинку – сквери.

Створюючи сквери у містах, розміщуючи більш рівномірно зелені насадження, можна отримати швидкий санітарно-гігієнічний та декоративний ефект.

В умовах сучасності, стосунки живих організмів з навколишнім урбанізованим середовищем, виступають уже як соціальна проблема.

У зв'язку з цим ставиться завдання оптимізації міського середовища, котре постійно погіршується. Сьогодні, забруднення навколишнього середовища досягло особливо великих масштабів у містах, зокрема – у великих індустріальних центрах, поширюється та поглиблюється шкідливий вплив урбанізованого довкілля на людей. Дослідження впливу урбанізації на здоров'я людини є досить складною і важливою проблемою. Чистота повітря, тобто його якість, відіграє вирішальну роль, оскільки здійснює безперервний вплив на людей. Гострота екологічної ситуації більшості міст світу спонукає містобудівничих шукати нові шляхи у плануванні та інфраструктурі міст.

На нашу думку, найбільш цінною і необхідною в складній ситуації урбанізації на глобальному рівні є фітомеліорація – один з напрямків прикладної екології, в межах якого досліджуються, прогнозуються, моделюються і створюються рослинні системи, діяльність яких спрямована на покращення геофізичних, геохімічних, санітарно-гігієнічних, біотичних, інтродукційних, просторових та естетичних характеристик екосистем.

У загальному виділяють такі фітомеліоративні аспекти покращення за допомогою зелених насаджень екологічної ситуації у великих і малих містах: зелені рослини вловлюють пил та деякі забруднюючі речовини, очищуючи навколишнє середовище; в результаті процесу фотосинтезу зелені насадження міста є джерелом поповнення запасів кисню; фітонцидна функція рослин зменшує бактеріологічне забруднення середовища; зелені рослини іонізують повітря та виконують значну мікрокліматичну роль, тобто регулюють температуру повітря у спеку; рослини визначають основні закономірності радіаційного, теплового, водного, вітрового, геохімічного режиму території міста; озеленення знижує рівень шуму та вібрації в місті; наявність рослин підвищує зносостійкість будівель та споруд міста; рослини частково протидіють процесам ущільнення ґрунтів на міських територіях, значно “розвантажують” перший від поверхні землі водоносний горизонт, сприяючи зниженню його рівня і протидіють підтопленню міської території.

В умовах сьогодення, вельми актуальною є проблема охорони навколишнього середовища і ландшафтів, зменшення негативного впливу процесів урбанізації, у якій особлива роль відводиться міським зеленим зонам, серед яких важливе місце займають сквери. На відміну від заміських рекреаційних пунктів,

міських парків, сквери міст підлягають під категорію малодосліджених, хоча, в значній мірі, їм властиво зменшувати шкідливий урбогенний вплив та підвищувати комфортність життя людини в міській екосистемі.

Актуальність наших досліджень на сучасному етапі зумовлюється, як свідчать літературні дані, необхідністю подальшого вивчення особливостей розвитку та формування зелених насаджень у міських скверах в умовах зростаючої урбанізації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На даний час проведено багато досліджень, щодо стану та розвитку міських зелених зон. Вказані проблеми розглянуто у працях як вітчизняних авторів Кучерявого В.П. “Зелена зона міста” [4], “Урбоекологія” [2], “Фітомеліорація” [4], “Природне середовище міста” [5], Курницька М.П. “Особливості життєдіяльності деревних порід в урбогенних умовах великих міст” [1]; Ковальчук Н.П. “Еколого-біологічні проблеми зелених насаджень м. Луцька”, так і зарубіжних: Вергунов А.П. “Архітектурно-ландшафтна організація великого міста”; Sukopp H., Wittig R. “Stadtökologie”, однак ціла низка питань залишається невирішеними.

Мета дослідження полягає у вивченні особливостей розвитку та формування зелених насаджень скверів м. Луцька.

Сьогодні проведено багато досліджень щодо впливу процесів урбанізації на міські екосистеми та ролі зелених зон у містобудуванні. Вивчення та узагальнення набутого досвіду на сучасному етапі є актуальним завданням з точки зору як екології, урбоекології, фітомеліорації, так і містобудування.

Результати дослідження. З кожним роком невпинно зростає вплив процесів урбанізації, розбудовуються міста та приміські зони, зростає антропогенний вплив на існуючі зелені зони, руйнуються природні ландшафти, котрі лише в межах природно-заповідного фонду зазнають найменших змін.

Місто Луцьк є адміністративним центром Волинської області та згідно класифікації Є.М. Перцика належить до великих.

Для того, щоб зелені насадження ефективно виконували свої функції по насиченню повітря киснем, екзометаболітами, очищенню середовища від пилових і хімічних забрудників, по зниженню шуму, регулюванню клімату, рекреаційну функцію, потрібно дотримуватись певних містобудівничих правил та принципів ведення зеленого господарства.

Сучасне містобудівне формування зеленої зони – системи озеленених територій міста в поєднанні із заміськими (лісами,

лісопарками, лугопарками, гідропарком) регламентується державними будівельними нормами (ДБН 360-92**, ДБН Б.1-397) Постановою Кабінету Міністрів України № 733 від 16.05.07 р. “Про затвердження порядку поділу лісів на категорії...”, природоохоронним законодавством, і в існуючій та передбаченій генпланом системі озеленення міста (зеленій зоні) повинні бути присутні усі три групи озелених територій, що визначаються за функціональною ознакою, зокрема сквери, які належать до групи озелених територій загального користування.

У сучасному Луцьку налічується 30 скверів (табл. 1), які займають 19,32 гектара, що становить 8,2 % від площі загального користування, котра складає 235, 6223га та всього лише 0,46 % від загальної площі міста (42000000 м²). Якщо прийняти кількісний склад населення Луцька на рівні 2014 року, що становив 217225 чоловік, то звідси слідує, що на одну людину припадає 10,85м² зелених насаджень загального користування м. Луцька. За міжнародними нормами на одного міського жителя даний показник має бути не менше, ніж 20м² на одну людину.

На нашу думку, такий показник є дуже низьким та неприпустимим, оскільки, в середньому з розрахунку на одного жителя від пересувних джерел забруднення у м. Луцьку припадає по 47кг. Негативні тенденції, які спостерігаються останнім часом у зеленому будівництві Луцька, зокрема, скорочення площ насаджень, обсягів посадок, збіднення асортименту посадкового матеріалу, високий рівень уражень різними захворюваннями, ущільнення ґрунтів, різноманітні механічні пошкодження рослин, високий рівень техногенного впливу, низький рівень агротехнічних методів і прийомів призводять до того, що існуючі насадження не в змозі виконувати покладені на них фітомеліоративні функції. Від периферії до центру міста прослідковується тенденція зменшення видової кількості рослин та спрощується структура культурфітоценозів. В такому ж порядку умови місцезростань ксерофілізуються і в насадженнях зростає частка ксеромезофітів, оскільки рослини в центрі міста зростають фактично в екстремальних екологічних умовах.

Таблиця 1- Сквери міста Луцька

№п/п	Назва та місце розташування	Площа (га)
1	Проспект Перемоги 10	0,2652
2	Вулиця Лесі Українки (навколо пам'ятника Бойку С.І.)	0,1151
3	Перетин вулиці Лесі Українки та вулиці Олени Левчанівської	0,0941
4	Вулиця Ковельська (Братський міст)	0,1404
5	Сквер Героїв Майдану	3,52
6	Вулиця Львівська	0,0627
7	Проспект Відродження	0,4917
8	Вулиця Даргомижського	0,0682
9	Проспект Волі	2,10
10	Київський майдан (біля ОДА)	0,53
11	Вулиця Шопена (поруч бібліотеки імені Олени Пчілки)	0,3256
12	Проспект Молоді (біля клубу „3000”)	0,55
13	Проспект Волі 49 а (поруч „Сіті парк”)	3,00
14	Проспект Волі (біля гімназії №4)	0,6
15	Проспект Волі 31-33	0,22
16	Проспект Соборності (поруч храм Всіх Святих землі Волинської)	1,1
17	Проспект Волі 12	0,50
18	Вулиця Кравчука (біля ТЦ „Слон”)	0,36
19	Вулиця Лесі Українки – вулиця Кривий Вал	0,02
20	Вулиця Винниченка 4	0,065
21	Вулиця Рівненська	2,5
22	Пам'ятник Св. Миколаю	0,1773
23	Вулиця Д. Галицького	0,0930
24	Готель „Україна” – вулиця Винниченка	0,1082
25	Вулиця Ранкова – вулиця Цукрова	0,8191
26	Проспект Молоді 11-13	0,4911
27	Вулиця Корольова (поруч пам'ятник Т.Г. Шевченку)	0,2503
28	Проспект Волі 52-54	0,2666
29	Проспект Волі 39 а	0,0410
30	Проспект Відродження 32	0,4517
31	Загальна площа скверів	19,3253

Висновки. У місті Луцьку налічується 30 скверів, які займають 19,32 гектара, що становить 8,2 % від площі загального користування та всього лише 0,46 % від загальної площі міста, що є, на нашу думку, досить низьким показником.

Негативні тенденції спостерігаються у зеленому будівництві Луцька, зокрема, скорочення площ насаджень, обсягів посадок, збіднення асортименту посадкового матеріалу, високий рівень уражень різними захворюваннями, ущільнення ґрунтів, різноманітні механічні пошкодження рослин, високий рівень техногенного впливу, низький рівень агротехнічних методів і прийомів призводять до того, що існуючі насадження не в змозі виконувати покладені на них фітомеліоративні функції.

Отже, головним завданням, на сьогодні, є збереження існуючих зелених зон загального користування, зокрема скверів м. Луцька, поповнення їх асортименту новими витривалими до міського середовища видами з подальшим розширенням їх меж та необхідністю термінового створення нових скверів, як важливих буферних елементів комфортності життя міського населення.

Література

1. Курницька М.П. Особливості життєдіяльності деревних порід в урбогенних умовах великих міст (на прикладі м. Львів): Автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.03.01 / Укр.ДЛТУ. – Львів, 2001. – 19 с.
2. Кучерявий В.П. Урбоекологія. – Львів: Світ, 2001. – 439 с.
3. Кучерявий В.П. Фітомеліорація. – Львів: Світ, 2003. – 539 с.
4. Кучерявий В.А. Зеленая зона города. – К.: Наукова думка, 1981. – 247 с.
5. Кучерявий В.А. Природная среда города. – Львов: Вища школа, 1984. – 144 с.

УДК 633.521:631.373:629.3.013

© А.С. Лімонт, к.т.н.

Житомирський агротехнічний коледж

З.А. Лімонт

Технічний ліцей при Дніпропетровському національному
університеті залізничного транспорту

DOI: <https://doi.org/10.36910/agromash.vi43.205>

ПИТОМА ВАНТАЖОПІДЙОМНІСТЬ І МАСА ТРАКТОРНИХ ПРИЧЕПІВ ЯК ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУВАННЯ ЛЬОНОТРЕСТИ

Досліджені розподіли номінальної і питомої вантажопідйомності тракторних причепів. Вивчена і проаналізована маса цих транспортних засобів. Висвітлено статистичний зв'язок питомої вантажопідйомності і маси тракторних причепів.

ЛЬОНОТРЕСТА, ТРАНСПОРТУВАННЯ, ТРАКТОРНІ ПРИЧЕПИ, ВАНТАЖОПІДЙОМНІСТЬ, МАСА, КОРЕЛЯЦІЯ, РЕГРЕСІЯ

Постановка проблеми. За рулонної технології збирання льонотрести [1] на перевезенні рулонів з поля до місць зберігання льоносировини чи пунктів її первинної переробки крім інших транспортних засобів використовують і тракторно-транспортні агрегати (ТТА) у складі тракторів різного класу та тракторних причепів відповідної вантажопідйомності чи тракторні поїзди. Проте в проблемі транспортного забезпечення збирання рошенцевої льонотрести поки що залишилася ще нез'ясованою низка питань. Про деякі з них і йтиметься в цьому повідомленні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним із найважливіших параметрів тракторних причепів, що визначає їх споживчі властивості, є вантажопідйомність. З'ясуванню вантажопідйомності транспортних засобів на перевезенні сільськогосподарських вантажів присвячені праці акад. М.Е. Мацепуро [2] та проф. Ф.С. Завалішина [3], Н.К. Діденка [4] і А.Д. Семковича [5]. Орієнтуючись на існуючі конструкції тракторних причепів в праці [6] відшукані кореляційно-регресійні моделі парних взаємозв'язків між їхньою масою $m_{пр}$, довжиною $l_{п}$ і шириною $b_{п}$ платформи та її висотою $h_{п}$ по основних бортах з одного боку і номінальною вантажопідйомністю $q_{н}$ причепів з другого, а також зворотні зв'язки між вказаними параметрами. Доведено, що зміна $m_{пр}$ і $l_{п}$ залежно від $q_{н}$ та $q_{н}$ від $m_{пр}$ і $l_{п}$

описується рівняннями прямих з додатними кутовими коефіцієнтами, зміна h_n від q_n – рівнянням зростаючої степеневі функції, q_n від b_n – рівнянням зростаючої експоненціальної функції, а b_n від q_n і q_n від h_n – рівняннями сповільнено зростаючих гіпербол. В праці [7] показано, що зміна l_n залежно від m_{np} і навпаки m_{np} від l_n описується рівняннями прямих з додатними кутовими коефіцієнтами, b_n від m_{np} і m_{np} від b_n – рівняннями відповідно сповільнено зростаючої гіперболи і зростаючої експоненти, а зміна h_n від m_{np} і m_{np} від h_n описуються відповідно рівняннями сповільнено і прискорено зростаючих степеневих функцій. Одержані модельні рівняння регресії можуть бути використані при розрахунках з комплектування ТТА та проектуванні організації вантажоперевезень взагалі і зокрема транспортування льонотрести.

Дослідження енергомосткості ТТА на перевезенні льонотрести залежно від вантажопідйомності причепів показало [8], що найбільш інтенсивно зменшується енергомосткість ТТА з підвищенням вантажопідйомності від 2 до 4 т, а з подальшим підвищенням вантажопідйомності до 10 т і більше енергомосткість ТТА зменшується менш сповільнено. Використання на перевезенні трести великотоннажних причепів, що перевищують $q_n = 10$ т, має бути обмеженим.

Крім з'ясованих кількісних залежностей між наведеними масовими і розмірними параметрами тракторних причепів варто мати відомості щодо оцінювання їх вантажопідйомності з урахуванням маси транспортних засобів. Для цього визначено питому вантажопідйомність як відношення її номінального значення до маси прицепа.

Мета дослідження полягала у з'ясуванні питомої вантажопідйомності тракторних причепів як передумови щодо їх проектування і розрахунку основних параметрів. Завдання дослідження: 1) сформувати статистичні вибірки вантажопідйомності і маси тракторних причепів виробництва підприємствами в межах колишнього СРСР і підприємствами поза межами колишнього СРСР та розрахувати їх питому вантажопідйомність; 2) проаналізувати питому вантажопідйомність тракторних причепів; 3) оцінити зв'язок питомої вантажопідйомності і маси тракторних причепів та виявити кількісну зміну питомої вантажопідйомності тракторних причепів залежно від їх маси.

Об'єкт дослідження – технологічний процес транспортування льонотрести з оцінюванням масових параметрів тракторних причепів. В якості масових параметрів причепів

прийнятті їх номінальна і питома вантажопідйомність та маса досліджуваних транспортних засобів. Методика пошуку вихідних даних щодо визначення масових параметрів тракторних причепів та методика опрацювання зібраних статистичних даних наведені в попередніх публікаціях одного з авторів цього повідомлення.

Результати дослідження. Досліджувані причепа були розділені на дві групи (статистичні вибірки), в першу з яких входили причепа виробництва підприємствами колишнього СРСР, а в другу – підприємствами поза його межами. Перша вибірка включала 15 марок причепів, а друга – 21. Розподіли номінальної вантажопідйомності причепів першої і другої груп характеризувалися розмахом варіювання відповідно 2–13 і 5–24 т, а їхні середні арифметичні значення і середні квадратичні відхилення дорівнювали в тій же послідовності 6,0 і 3,3 та 13,2 і 6,0 т. Розмах варіювання маси причепів першої і другої груп становив відповідно 0,7 – 6,34 і 1,2 – 7,1 т за середніх арифметичних значень і середніх квадратичних відхилень 2,8 і 3,6 та 2,1 і 1,6 т.

Питома вантажопідйомність причепів першої групи коливалася в межах 1,85 – 2,83, а другої від 3,38 до 5,50. Середнє арифметичне значення та середнє квадратичне відхилення розподілу питомої вантажопідйомності причепів першої групи дорівнювали відповідно 2,27 та 0,30, а причепів другої – 4,29 та 0,58. Порівняння середніх арифметичних значень питомої вантажопідйомності двох груп вибірок причепів здійснили з використанням t -критерію Стьюдента [9]. Виявилось, що розрахований t -критерій з урахуванням помилок середніх арифметичних значень питомої вантажопідйомності відповідних вибірок дорівнював $t_p = 13,48$. Табличний t -критерій за числа степенів вільності $\nu = 30$ на рівні значущості $\alpha = 0,05$ становив $t_T = 2,08$. Оскільки $t_p = 13,48 > t_T = 2,08$ при $\nu = 30$ і $\alpha = 0,05$, то середні арифметичні значення питомої вантажопідйомності 2,27 і 4,29 значущо відмінні на рівні ймовірності 0,95.

Проаналізуємо досліджувані сукупності за їх мінливістю з використанням визначених середніх квадратичних відхилень відповідних розподілів за F -критерієм Фішера [9], що являє відношення більшої дисперсії до меншої. За розрахунками спостережуваний (розрахунковий) F -критерій становив $F_p = 3,7$, а табличне значення F -критерію при числі степенів вільності чисельника $\nu_1 = 20$ і знаменника $\nu_2 = 14$ на рівні ймовірності $P = 0,95$ дорівнює $F_T = 2,4$ [9]. Оскільки $F_p = 3,7 > F_T = 2,4$ при $\nu_1 = 20$ і $\nu_2 = 14$ на $P = 0,95$, то дисперсії досліджуваних сукупностей питомої вантажопідйомності причепів відрізняються значущо і

відмінні з ймовірністю, що перевищує $P = 0,95$. Отже, порівнювані дві сукупності питомої вантажопідйомності тракторних причепів виробництва підприємствами колишнього СРСР і що знаходяться за його межами відрізняються одна від іншої не тільки середніми арифметичними значеннями, але і середніми квадратичними відхиленнями.

Між питомою вантажопідйомністю тракторних причепів першої та другої груп і їхньою масою виявлений від'ємний кореляційний зв'язок з коефіцієнтами кореляції r відповідно мінус 0,701 і мінус 0,434 за кореляційних відношень η результативної ознаки по факторіальній в попередній послідовності 0,725 і 0,434. За розрахованими показниками кореляційного зв'язку із збільшенням маси тракторних причепів їхня питома вантажопідйомність зменшується. Для з'ясування характеру цього зменшення здійснили перевірку прямолінійності за t -критерієм Стьюдента [10]. Перевірка показала, що при визначених коефіцієнтах кореляції і розмірах статистичних вибірок спостережувані (розрахункові) значення t -критеріїв стосовно причепів першої і другої груп становили відповідно 3,54 і 2,10 тоді як табличні t -критерії для вказаних груп причепів за таблицями квантилів t -розподілу [10] становили в тій же послідовності 2,16 і 2,09. Оскільки для досліджуваних розподілів витримується умова $t_p > t_\alpha$, то лінійні моделі регресії питомої вантажопідйомності обох груп причепів на їхню масу узгоджуються з експериментальними даними. З використанням стандартних комп'ютерних програм здійснено вирівнювання експериментальних значень питомої вантажопідйомності причепів залежно від їх маси рівняннями прямих з від'ємними кутовими коефіцієнтами, рівняннями спадних степеневих, логарифмічних і експоненціальних функцій та гіперболічних залежностей. За R^2 -коефіцієнтами найкраще наближення експериментальних значень питомої вантажопідйомності до вирівняних забезпечила їх апроксимація рівняннями прямих з від'ємними кутовими коефіцієнтами. На рисунку наведені кореляційні поля «питома вантажопідйомність λ_q тракторних причепів – маса $m_{пр}$ тракторних причепів» виробництва різними підприємствами та модельні лінії прямолінійної регресії λ_q на $m_{пр}$.

Модельні лінії прямолінійної регресії, що наведені на рисунку, побудовані за такими рівняннями, які кількісно списують зміну λ_q від $m_{пр}$ для причепів виробництва підприємствами:

– колишнього СРСР:

$$\lambda_q = 2,63 - 0,133 m_{\text{пр}} \quad (1)$$

при $r = -0,701$; $\eta = 0,725$; $R^2 = 0,492$; $\lambda_{\text{пв}} = 0,10$; $S_y = 0,22$ і $k_d = 0,492$;

– за межами колишнього СРСР:

$$\lambda_q = 4,78 - 0,153 m_{\text{пр}} \quad (2)$$

при $r = -0,434$; $\eta = 0,434$; $R^2 = 0,188$; $\lambda_{\text{пв}} = 0,12$; $S_y = 0,53$ і $k_d = 0,188$,

де $\lambda_{\text{пв}}$ – показник оцінювання вирівнювання експериментальних значень результативної ознаки, що являє відношення основної помилки вирівнювання до середнього значення результативної ознаки;

S_y – помилка рівнянь (1) і (2) прямої лінійної залежності, яку визначали за значеннями коефіцієнтів кореляції між λ_q і $m_{\text{пр}}$ та середніми квадратичними відхиленнями відповідних розподілів λ_q ; k_d – коефіцієнт детермінації, що визначає силу впливу маси причепів $m_{\text{пр}}$ на їхню питому вантажопідйомність λ_q .

Показник оцінювання вирівнювання $\lambda_{\text{пв}}$ експериментальних значень λ_q першого розподілу причепів залежно від $m_{\text{пр}}$ рівнянням прямої за розрахунками не перевищував 0,10, що характеризує задовільне вирівнювання. Дещо більшим було значення показника $\lambda_{\text{пв}}$, який дорівнював 0,12 і характеризував вирівнювання експериментальних значень λ_q стосовно другого розподілу причепів.

Середні арифметичні значення питомої вантажопідйомності причепів першої і другої груп перевищують помилки відповідних рівнянь регресії відповідно у 10,3 і 8,1 раза. За значеннями коефіцієнтів детермінації маса причепів першої і другої груп відповідно майже на 50 і близько на 20% причинно зумовлює варіацію вантажопідйомності досліджуваних транспортних засобів.

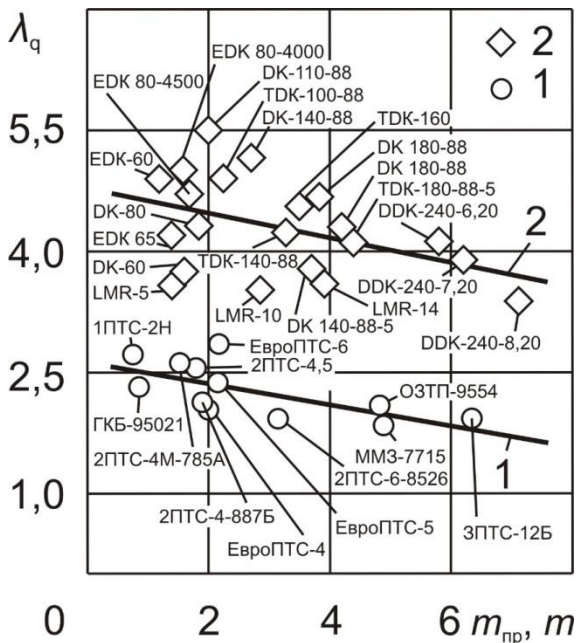


Рис. – Зміна питомої вантажопідйомності λ_q тракторних причепів залежно від їх маси $m_{пр}$: 1 – причепи виробництва підприємствами колишнього СРСР; 2 – причепи виробництва підприємствами поза межами колишнього СРСР.

Висновки. За вільними членами опрацьованих рівнянь регресії опосередковано можна вважати, що усереднено причепи зарубіжного виробництва у порівнянні з «вітчизняними» мають в 1,82 раза більшу питому вантажопідйомність. За значеннями кутових коефіцієнтів рівнянь і за їх графічним поданням можна зробити і такий висновок, що інтенсивність зменшення питомої вантажопідйомності залежно від маси причепів майже однакова для транспортних засобів, що їх виготовляють різні виробники. Це слід враховувати при проектуванні та виробництві тракторних причепів з метою зменшення їхньої матеріало- і металомісткості, що сприятиме екологоспрямованому їх використанню на перевезенні вантажів і в тому числі льонотрести.

Література

1. Дідух В.Ф. Збирання та первинна переробка льону-

довгунця: монографія / Дідух В.Ф., Дударев І.М., Кірчук Р.В. – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2008. – 215 с.

2. Мацепуро М.Е. К вопросу разработки подвижного состава сельскохозяйственного транспорта / М.Е. Мацепуро // Вопросы земледельческой механики. – Минск: Гос. изд-во БССР (Редакция с.-х. литературы), 1959. – Т.1. – С. 230 – 283.

3. Завалишин Ф.С. Основы расчета механизированных процессов в растениеводстве / Завалишин Ф.С. – М.: Колос, 1973. – 319 с.

4. Диденко Н.К. Обоснование грузоподъемности транспортных средств / Н.К. Диденко // Математические методы прогнозирования сельскохозяйственного производства: прогнозирование развития материально-технической базы. – К.: УкрНИИТИ, 1970. – Вып. 3. – С. 31 – 33.

5. Семкович А.Д. Об определении оптимальной грузоподъемности транспортных средств для снабжения удобрителей жидкими удобрениями / А.Д. Семкович // Оптимальное проектирование сельскохозяйственных производственных процессов: науч. труды; под ред. В.А. Желиговского. – М.: Колос, 1971. – С. 162 – 178.

6. Лімонт А.С. Вантажопідйомність і розміри кузовів тракторних причепів / А.С. Лімонт // Вісн. Харків. нац. техн. ун-ту с. г. ім. Петра Василенка: механізація с.-г. виробництва. – Х., 2012. – Вип. 124, Т.1. – С. 110 – 120.

7. Лимонт А.С. Прогнозирование массово-размерных параметров тракторных процесов // А.С. Лимонт // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сб. науч. ст. Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 21–23 ноября 2018 г.) / Мин-во сельского хозяйства и продовольствия республики Беларусь, Белорусский гос. аграр. техн. ун-т / ред. кол.: В.П. Чеботарев [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2018. – С. 396 – 399.

8. Лімонт А.С. Енергомісткість технічних засобів готування і збирання рошенцевої льонотрести / А.С. Лімонт // Вісн. Дніпропетр. держ. аграр.-економ. ун-ту. – Дніпропетровськ, 2016. – № 2 (40). – С. 44 – 46.

9. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении: учеб. пособ. / Дмитриев Е.А. – М.: Изд-во Москов. ун-та, 1972. – 292 с.

10. Герасимович А.И. Математическая статистика: [учеб. пособ. для инж.-техн. и эконом. спец. вузов] / Герасимович А.И. – Минск: Вышэйш. шк., 1983. – 279 с.

УДК 631.331

© М. І. Магац, к.т.н., З. О. Гошко, к.т.н.

Львівський національний аграрний університет

С. В. Синій, к.т.н.

Луцький національний технічний університет

DOI: <https://doi.org/10.36910/agromash.vi43.206>

МІНІ-АГРЕГАТ ДЛЯ ВИКОПУВАННЯ КАРТОПЛІ

У статті описано процес роботи модернізованого міні-агрегату «мотоблок + лапа-викопувач» для збирання коренебульбоплодів. Наведено результати проведених порівняльних експериментальних (польових) досліджень, на основі яких доведено його здатність здійснювати викопування картоплі на забур'яненних ґрунтах з показниками роботи, кращими за показники базового міні-агрегату.

МІНІ-АГРЕГАТ ДЛЯ ЗБИРАННЯ КОРЕНЕБУЛЬБОПЛОДІВ, ЛАПА-ВИКОПУВАЧ З ВІДКРИЛКАМИ, МОТОБЛОК «ЗУБР», ВИТРАТА ПАЛИВА, ЧАС РОБОТИ

Постановка проблеми. Широкого застосування в групі мобільних енергетичних засобів для невеликих фермерських та присадибних господарств набули міні-агрегати (енергетичні засоби з колісною формулою 2К2) та міні-трактори, загальна кількість яких у вітчизняних дрібних господарствах стрімко зростає і на сьогодні досягла понад 150 тис. штук [1-4 та ін.].

Така міні-техніка не завжди забезпечує якісний результат у сенсі вимог до її використання (через конструктивні, експлуатаційні та технологічні причини), що можна пояснити недоліками конструкцій, відсутності необхідного спектру технологічних модулів для агрегування та відсутності навиків у налагодженні агрегатів [3].

Зважаючи на близькість та/або подібність фізико-механічних та розмірно-масових показників більшості з поширених в Україні сортів корене- та бульбоплодів, робочі органи для їх викопування мають подібну форму і розміри. А тому, у дрібних господарствах для викопування коренебульбоплодів часто використовують універсальні копачі, Така практика особливо поширена серед знарядь для міні-агрегатів.

Недостатнє пристосування відомих конструкцій копачів коренебульбоплодів до значного варіювання реальних агротехнічних умов збирання не забезпечує надійне виконання

копачем операцій викопування та початкової сепарації, а це призводить до збільшення втрат коренебульбоплодів [4-9 та ін.].

Зокрема, при екстремальних умовах збирання картоплі лапами-викопувачами на забур'янених ділянках збільшуються втрати незібраної картоплі, яка була залишена у ґрунті.

Зважаючи на викладене вище, до актуальних питань ефективної роботи міні-агрегатів потужністю до 6,3 кВт слід віднести розробку їх удосконалених конструкцій, які б забезпечували задані виробничі умови агрегування копачів коренебульбоплодів, зокрема для вирішення проблем їх маневреності в обмежених умовах невеликих ділянок, незадовільного викопування коренебульбоплодів на забур'янених ділянках.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У зв'язку з великим попитом на вітчизняному ринку техніки на міні-агрегати для обробітку ґрунту та збору коренебульбоплодів (на невеликих ділянках), на сьогодні спостерігається широке використання міні-агрегатів вітчизняного і закордонного виробництва потужністю 0,7...6,3 кВт і масою 30...300 кг [1-3 та ін.].

За витратами на збирання картоплі (грн./га) міні-агрегати ефективно використовувати у дрібних господарствах, на площах до 2 га [9].

Проведений аналіз літературних джерел [3, 4, 9-16 та ін.] показав, що стосовно вимог експлуатації, до найбільш поширених напрямків дослідження малогабаритних енергетичних засобів з колісною формулою 2К2, задіяних в операціях обробітку ґрунту та збирання коренебульбоплодів міні-агрегатами, можна віднести: вдосконалення конструкції мотоблоків; покращення керування та ергономічних показників експлуатації мотоблоків зокрема та міні-агрегатів загалом; підвищення стабільності і стійкості роботи міні-агрегатів; вивчення способів покращення експлуатаційних показників. При цьому, серед найпоширеніших важливих завдань таких досліджень є: досягнення зниження ущільнення ґрунту; покращення технічних характеристик трансмісії міні-агрегатів; зниження шкідливого впливу вібрації міні-агрегатів на людину, зменшення зусиль на їх керування; підвищення стійкості ходу міні-агрегатів при виконанні операцій (оранка, культивуація, фрезерування, викопування коренебульбоплодів та ін.) [3].

Проблема використання міні-агрегатів для збирання коренебульбоплодів на присадибних ділянках (у важкодоступних місцях, з обмеженою маневреністю) є особливо актуальною для вітчизняного виробництва картоплі. Адже, загальновідома

багаторічна вітчизняна статистика свідчить, що близько 95 % картоплі виробляється дрібними виробниками – переважно населенням на присадибних ділянках, а також селянськими та фермерськими господарствами.

Зазвичай, на присадибних ділянках та у більшості селянських господарств використовують прості знаряддя праці та засоби механізації, а в останні роки - стрімко зростає використання доступних за ціною міні-агрегатів. Основними ж причинами застосування міні-агрегатів дрібними фермерськими господарствами є потреба в обробітку малих та/або важкодоступних ділянок.

Слід зауважити, що сучасні умови виробництва картоплі дрібними виробниками (в Україні та в технічно розвинених, в більшій чи меншій мірі, країнах світу) формують тенденції розвитку універсальності застосування малогабаритних енергетичних засобів, які зумовлюються економічною та технічною доцільністю подальшого розширення модельного ряду міні-агрегатів для різних польових операцій виробництва картоплі з метою збільшення ефективності їх застосування. Ці тенденції відповідно впливають на темпи і ефективність розвитку процесів ресурсного забезпечення технологій виробництва картоплі та рослинництва загалом. При цьому, синергія досліджень умов агрегування мотоблоків і режимів їх роботи є визначальною для забезпечення ефективності застосування міні-агрегатів в операціях виробництва картоплі. Адже, як зазначається у [3 та ін.], показники ефективності роботи міні-агрегатів формуються в системі «людина-машина», оскільки людина не лише управляє міні-агрегатом, але й керує ним своєю мускульною силою.

Проведений аналіз літературних джерел та ряду інтернет-ресурсів [1-3 та ін.] свідчить, що у присадибних господарствах значна кількість робіт виконується агрегатами:

- мотоблок «Бізон» 900 Lux + лапа-викопувач;
- мотоблок «Кентавр» МБ40-2 + лапа-викопувач;
- мотоблок «Sadko» М-1165 + лапа-викопувач;
- мотоблок «Кірог» КДТ610Е + лапа-викопувач;
- мотоблок «Зубр» НТ-105 + лапа-викопувач.

На основі проведеного аналізу конструкцій вищевказаних міні-агрегатів, встановлено, що всі вони укомплектовані однаковими за конструктивними ознаками підкопувальними лапами, недоліком яких є неякісне підкопування коренебульбоплодів, особливо при надмірній забур'яненості поля та підвищеній вологості ґрунту.

Дослідженнями, наведеними у [3, 4, 9-16 та ін.] підтверджено, що існуючі копачі для міні-агрегатів далекі від ідеалу і потребують вдосконалень.

Аналіз роботи існуючих лап-викопувачів (які практично одночасно виконують дві технологічні операції – викопування та початкову сепарацію вороху) показав, що об'єктивною причиною їх недосконалості є відсутність можливості регулювання конструктивних параметрів копача.

Модернізація конструкцій копачів повинна базуватись на основах системного підходу, що враховує вплив фізико-механічних властивостей ґрунтів, а також особливостей експлуатації збиральної техніки [5-9].

Мета дослідження – підвищення техніко-економічних показників міні-агрегату «мотоблок + лапа-викопувач» при викопуванні картоплі за рахунок модернізації конструкції картоплекопача.

Результати дослідження. Дослідним шляхом було встановлено, що найбільш придатний за своїми технічними характеристиками для викопування картоплі в західному регіоні України (переважна більшість ґрунтів супіски та суглинки) є міні-агрегат: «Зубр» НТ-105 + картоплекопач (лапа-викопувач). Тому такий міні-агрегат було взято за базовий для проведення польових досліджень.

У картоплезбиральній техніці функціональне призначення копача картоплі полягає в тому, щоб розбити (розкрити, подрібнити) гребінь ґрунту, з якого бульби картоплі витиснути вгору і направити на робочі органи початкової сепарації бульбовмісного шару ґрунту. Далі, залежно від складності конструкції збиральної техніки, залишити задовільно очищені бульби на поверхні ґрунту для зручності збирання або перенаправити на наступні робочі органи для завершення сепарації вороху картоплі.

Конструктивно, з метою підвищення техніко-економічних показників досліджуваного міні-агрегату з лапою-викопувачем, пропонується додатково встановити регульовальний механізм для корекції кута піднімання і перекидання ґрунту. Даний механізм при виконанні операції кришення ґрунту сприяє підвищенню показників основного процесу сепарації картоплі - подрібнення ґрунту, для кращого просипання його крізь відкрilки лапи-викопувача.

У процесі викопування картоплі базовим агрегатом («Зубр» НТ-105 + лапа-викопувач), спостерігаються значні втрати

невикопаних бульб (до 7 %). Цей факт пояснюється встановленням лапи-викопувача на рамі міні-агрегату з фіксованим кутом входження в ґрунт, що є причиною надмірного кута піднімання ґрунту та забиванням її відкрيلків. Як наслідок, це погіршує відділення картоплі від ґрунту та її очищення.

Для вирішення даної проблеми пропонується застосувати модернізовану лапу, обладнану регулювальним механізмом, який розміщується в задній її частині [4], кінематика роботи та конструктивне рішення модернізованого міні-агрегату наведені на рис. 1.

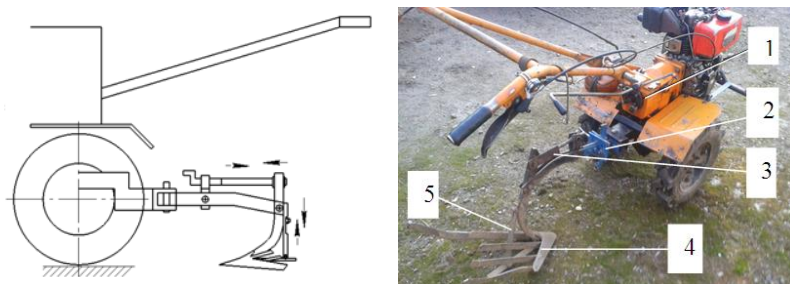


Рис. 1 - Схема і загальний вигляд модернізованого міні-агрегату для викопування картоплі: 1 – мотоблок «Зубр»; 2 – зчіпка; 3 – механізм регулювання кута входження; 4 – лапа-викопувач з відкрيلками; 5 – механізм регулювання стабілізації ходу.

Для проведення польових досліджень використали мотоблок «Зубр» НТ-105 масою 120 кг.

Робота модернізованого копача полягає в наступному. Встановлена на рамі зчіпки лапа-викопувач 4 підкопує та піднімає шар ґрунту з бульбами картоплі під певним регульованим кутом, а на її відкрيلках проходить сепарація ґрунту (подрібнення та просівання), що сприяє переміщенню бульб картоплі на поверхню поля.

Робота регулятора кута підйому відкрيلок лапи дозволяє краще перекидати ґрунт та розкривати бульби картоплі на поверхні поля (особливо, коли поле характеризується надмірною забур'яненістю або підвищеною вологістю ґрунту).

Регулювання лапи реалізується у двох технічних рішеннях, які забезпечують:

- можливість зміни кута нахилу лапи-викопувача за ходом агрегату (від 10° до 35°), що забезпечує краще розкривання і переміщення картоплі на поверхню поля (рис. 2);

- можливість стабілізації ходу лапи-викопувача, що дозволяє регулювати глибину підрізання пласта ґрунту у горизонтальній площині.

Як видно зі схеми на рис. 2.а, лапа-викопувач 2 з регулятором ходу 1 забезпечує краще розкривання і сепарацію її на відкрilках пласта ґрунту 4 з бульбами картоплі 3, у порівнянні з роботою за схемою на рис. 2.б стандартної лапи-викопувача з постійним рівнем підкопаного пласта ґрунту 5.

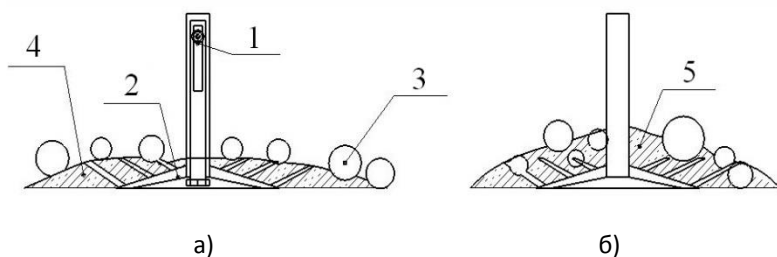


Рис. 2 - Схема роботи лапи-викопувача: а) – модернізована лапа-викопувач 2 з регулятором ходу 1; б) - стандартна лапа-викопувач; 4, 5 - пласти ґрунту при сепарації з бульбами картоплі 3 в/на них.

Проведення експериментальних досліджень передбачало визначення якості викопування бульб картоплі, витрату палива та маневреність модернізованого міні-агрегату «Зубр» НТ-105 + лапа-викопувач.

Об'єктом досліджень був вищезазначений агрегат з встановленим регулювальним механізмом ходу на лапі-викопувачі.

Цьогорічні дослідження проводили на двох дослідних ділянках площею по 500 м^2 (перша – відсутня забур'яненість, друга – забур'янена).

Узагальнені результати польових досліджень, які також включають експериментальні дані [4], зведені у наведену нижче таблицю.

Аналіз даних таблиці дає змогу встановити відмінність між показниками роботи базового і модернізованого робочих органів, зокрема відносно роботи базового обладнання:

- час викопування картоплі зменшився на експериментальній ділянці на 0,3 год, або на 27,3 %;
- витрата палива зменшилась на 0,1-0,2 л (на ділянках площею 500 м²), або на 16,7-28,6 %;
- опір модернізованої лапи-підкопувача зменшився на 0,05-0,2 кН, або на 4,0-17,4 %;

Таблиця - Результати порівняльних експериментальних досліджень міні-агрегату «Зубр» НТ-105 + лапа-викопувач

Показники	Результати досліджень, для варіантів міні-агрегату:		Різниця вимірних показників	
	базовий	модернізований		
Маса, кг	120	120	0	
Робочий час агрегату, год	Відсутня забур'яненість	1,1	0,8	0,3
Витрата палива на 500 м ² , л		0,6	0,5	0,1
Опір лапи, кН		1,1 5	0,95	0,2
Робочий час агрегату, год.	Забур'янена	1,4	1,1	0,3
Витрата палива на 500 м ² , л		0,7	0,5	0,2
Опір лапи, кН		1,2 5	1,20	0,05

Висновки. Продуктивність модернізованого міні-агрегату «Зубр» НТ-105 + лапа-викопувач зросла з 455 м² до 625 м² за 1 год (для незабур'яненого поля), а для частково забур'яненого поля продуктивність зросла з 357 м² до 454 м² за 1 год.

Також, завдяки встановленню модернізованої лапи зросла маневреність міні-агрегату, а витрата палива зменшилась до 0,5 л на

500 м², що на 16,7-28,6 % менше порівняно з базовим варіантом агрегату.

Література

1. Мотоблоки Зубр [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.olx.ua/uk/list/q-мотоблок-зубр/

2. Картоплекопалки для мотоблоків [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://moimotoblok.com.ua/navesnoe-k-motoblokam/>

3. Магац М. І. Експлуатаційні дослідження модернізованого міні-агрегату / М. І. Магац, Т. А. Махоркіна, З. О. Гошко, А. В. Дусан, С. В. Синій // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. - Луцьк, 2018 - Вип. 39. - С. 93-100.

4. Магац М. И. Результаты исследований модернизированного мини-агрегата для уборки картофеля / М. И. Магац, З. О. Гошко, С. В. Синий // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы Междунар. науч.-техн. конф. молод. ученых - Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2019. – С. 56.

5. Налобіна О. О. Системний аналіз підкопуючих робочих органів картоплезбиральних машин / О. О. Налобіна, М. Г. Грушецька, А. В. Шимко // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. - Луцьк, 2015 - Вип. 32. - С. 134-138.

6. Nevko R. B. Development of design and investigation of operation processes of small-scale root crop and potato harvesters / R. B. Nevko, I. G. Tkachenko, S. V. Synii, I. V. Flonts // INMATEH - Agricultural Engineering. – Bucharest: INMA Bucharest, 2016. – Vol. 49. -Nr. 2. - pp. 53-60.

7. Baranovsky V.M. Chicory root crops combined harvester / V.M. Baranovsky, O.Ju. Skalsky, M.R. Pankiv, A.S. Pastushenko // INMATEH - Agricultural Engineering. – Bucharest: INMA Bucharest, 2017. - Vol. 53, Nr. 3. - pp. 41-50.

8. Dumitru I., Voicesa I., Găeanu I. ect. Technical considerations regarding to harvesting potatoes and carrots equipment // Annals of the University of Craiova - Agriculture, Montanology, Cadastre Series. – Craiova (Romania), 2017, Vol 47, No 2 - pp. 317-323.

9. Жаріков А. Аналіз конструкцій технічних засобів для збирання картоплі / А. Жаріков // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. - 2013. - Вип. 17(1). - С. 353-360.

10. Артьомов М.П. Математична модель машино-тракторного агрегату з використанням методу парціальних прискорень / М.П. Артьомов // Зб. наук. пр. ВНАУ. - 2012.-Вип.11, Т.1(65).-С.34-40.

11. Довідник сільського інженера / В. Д. Гречкосій, О. М. Погорілець, І. І. Ревенко та ін. – К. : Урожай, 1991. – 400 с.

12. Погорілий Л. В. Мобільна сільськогосподарська енергетика: історія, тенденції розвитку, прогноз / Л. В. Погорілий, В. Г. Євтенко. –К.: Фенікс, 2005. – 184 с.

13. Ріпка І. І. Основи механізації і автоматизації сільськогосподарського виробництва, навч. посібник / І. І. Ріпка, Я. В. Семен. – 2-ге вид., переробл. і доповн. – Львів: ЛНАУ, 2008. – 174 с.

14. Шевчук Р. С. Теорія, основи розрахунку і аналіз роботи тракторів та автомобілів: мет. реком. / Р. С. Шевчук. – Львів: ЛДАУ, 2001. – 50 с.

15. Скойбеда А. Т. Колесно-шагаючі двигачелі для транспортного средства высокой проходимости / А. Т. Скойбеда, В. Н. Жуковец // Теоретическая и прикладная механика: междунар. науч.-техн. сборник БНТУ. – Минск, 2013. – Вып. 28. – С. 228–233.

16. Подрубалов М. В. Совершенствование виброзащиты оператора транспортного мотоблока в системе малой механизации лесохозяйственной и лесопарковой деятельности: автореф. дисс. канд. техн. наук 05.21.01 / М. В. Подрубалов. – М., 2012. – 18 с.

УДК 631.3

© В.В. Сацюк, к.т.н., Є.А. Красовський, В.В. Федорук
Луцький національний технічний університет
DOI: <https://doi.org/10.36910/agromash.vi43.207>

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРИГОТУВАННЯ СУШИЛЬНОГО АГЕНТУ У СОНЯЧНОМУ ТЕПЛОМУ КОЛЕКТОРІ

У статті описано конструкцію сонячного теплового колектору. Наведено результати дослідження впливу геометричних і технологічних параметрів колектору та температури зовнішнього середовища на температуру приготованого сушильного агенту.

СУШИЛЬНИЙ АГЕНТ, КОЛЕКТОР, ТЕМПЕРАТУРА, ШВИДКІСТЬ, ВИТРАТА, ЧАС, РІВНЯННЯ РЕГРЕСІЇ

Постановка проблеми. Зниження відносної вологості насіння після збирання більшості сільськогосподарських культур необхідне для тривалого зберігання. Під під час сушіння важливо

забезпечити мінімальну тривалість дії на насіння, дотримуючись температурного режиму, не перевищуючого норму.

Постійний ріст вартості енергоносіїв посилює пошуки альтернативних, відновних джерел енергії. дослідження доводять, що тиждень на земну поверхню поступає така кількість сонячної енергії, яка перевершує кількість енергії від світових запасів усіх видів палива [1]. Сонячна постійна на екваторі складає 1024 Вт. Перевага сонячної енергетики - невичерпність джерела енергії та загальнодоступність. Тому сьогодні розробка сонячних теплових колекторів та сонячних сушарок є актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомі дослідження процесу використання сонячної енергії [2, 3]. Дані дослідження ґрунтувались на розробці сушарок, у яких сушіння відбувалось прямим сонячним промінням, без використання сонячних теплових колекторів. Використання сонячних теплових колекторів для підготовки сушильного агенту дозволить використовувати відновлюване джерело енергії у традиційних сушарках.

Мета дослідження. Розробити конструкцію сонячного теплового колектору та провести лабораторно-виробничі його випробування з метою встановлення впливу факторів на температуру приготованого сушильного агенту.

Результати дослідження. Для дослідження процесу сушіння насіння сільськогосподарських матеріалів розроблена лабораторна установка (рисунок 1). Установка складається з сушильної камери, гнучкого з'єднання, сонячного теплового колектору, регулюючої засувки, розташованій на колекторі і вентиляторі .

Установка працює таким чином: атмосферне повітря засмоктується вентилятором в колектор, під дією сонячних променів нагрівається в ньому і гнучким з'єднанням подається до сушильної камери . В сушильній камері встановлюються в певній послідовності пронумеровані касети з шаром матеріалу певної товщини, початкової вологості і маси. Касета являє собою ємкість циліндричної форми з решітчастим дном, крізь яке проходить повітря, але не просипається матеріал. Касети встановлюються одна над одною. Послідовно, через всі касети, проходить сушильний агент, знижуючи вологість матеріалу в кожній касеті.



Рис. 1 – Загальний вигляд лабораторної установки сушарки із сонячним тепловим колектором

Для дослідження процесу приготування сушильного агенту використовували лабораторну установку сонячного теплового колектору (рисунок 2). Лабораторна установка складається з наступних елементів: дерев'яного каркасу, теплоізоляції, світло відбивного покриття, поглинаючого тіла, у вигляді металевої стружки, металевої сітки, що притискає стружку до дна колектору та світлопрозорого покриття зверху колектора. Теплова ізоляція (може бути пінопласт, мінвата, скловата, товщиною 50 – 100 мм) вкладається в нижній частині корпусу, а зверху покривається світло відбивним покриттям для зменшення теплових втрат.



Рис. 2 – Лабораторна установка сонячного теплового колектору

Для дослідження процесу приготування сушильного агенту у сонячному тепловому колекторі, застосовували математичний метод планування експерименту із використанням симетричного не композиційного плану реалізації експерименту Бокса-Бенкіна другого порядку [4]. Метою експерименту було визначення температури приготованого сушильного агенту при варіюванні таких факторів як температура навколишнього середовища, робоча площа колектору та витрата повітря сонячного колектору. Для отримання математичної моделі процесу нагріву сушильного агенту, шляхом пропуску повітря через сонячний колектор було проведено трьох факторний експеримент.

Обробка даних результатів три факторного експерименту згідно з три рівневим планом другого порядку на ЕОМ (за допомогою розробленої у середовищі програми Mathcad 14), дозволила отримати рівняння регресії, функцією відгуку якого є температура сушильного агенту:

$$Y = 42.556 + 7.646 \cdot x_1 - 2.958 \cdot x_2 + 6.771 \cdot x_3 - 0.542 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0.181 \cdot x_1^2 + 0.472 \cdot x_2^2 - 0.319 \cdot x_3^2 \quad (1)$$

де x_1 – кодоване значення вхідної температури повітря;
 x_2 – кодоване значення витрати сушильного агенту;
 x_3 – кодоване значення робочої площі колектору;

Перевірку адекватності отриманого рівняння регресії (1) проводили за допомогою критерію Фішера F_{ϕ} , а оцінка значущості коефіцієнтів регресії проводилась за допомогою критерію Стьюдента.

Підставивши фактори у рівняння (1) отримали рівняння регресії у натуральному вигляді:

$$y(S, Q, T) = 73.75 \cdot Q^2 - 11.29 \cdot Q \cdot T - 105.24 \cdot Q + 0.48 \cdot S^2 - 0.45 \cdot S + 0.005 \cdot T^2 + 1.53 \cdot T + 13.49 \quad (2)$$

де T – значення вхідної температури повітря, $^{\circ}\text{C}$;

Q – значення витрати сушильного агенту $\text{м}^3/\text{с}$;

S – значення робочої площі колектору, м^2 .

За отриманим рівнянням регресії (2), були побудовані поверхні відгуку (рисунок 3) та їх двомірні січення для відслідковування динаміки зміни температури сушильного агенту на виході із теплового сонячного колектору.

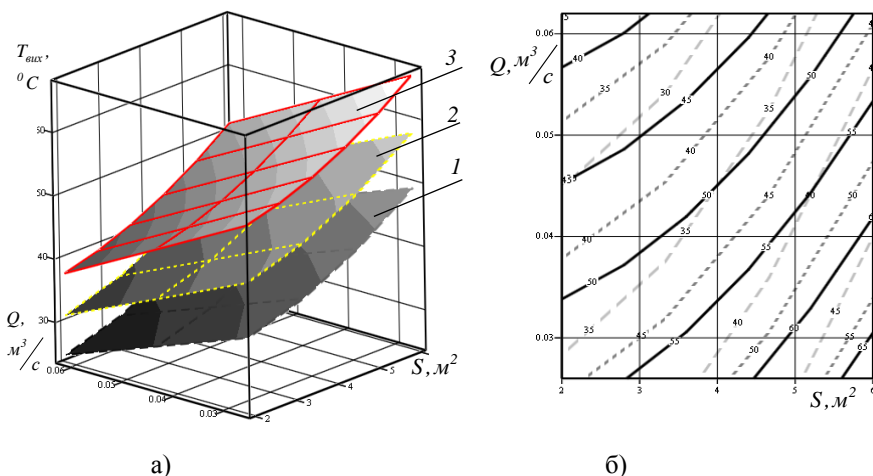


Рис. 3 – Залежність зміни температури сушильного агенту при зміні таких факторів як робоча площа колектору S , та витрата сушильного агенту Q при вхідній температурі повітря T :

1- $T=18^{\circ}\text{C}$; 2 - $T=24^{\circ}\text{C}$, 3 - $T=30^{\circ}\text{C}$

Висновки. Аналізуючи отримані поверхні відгуку, можна зробити висновок, що на зміну температури сушильного агенту впливають усі досліджувані фактори. Температура приготованого сушильного агенту зростає із збільшенням вхідної температури повітря та площі теплового колектору. Збільшення витрати

коллектору супроводжується зниженням температури сушильного агенту. Найвища температура сушильного агенту спостерігається при робочій площі коллектору $S=6\text{м}^2$ а витраті $Q=0,03\text{м}^3/\text{с}$.

Література

1. Сонце – як джерело енергії – Режим доступу: <https://alternative-energy.com.ua>.
2. Тюрин Г. Я., Набиханов Б. М., Абидов Т. З. Гелиоустановка для сушки фруктів // Механізація і електрифікація сільського господарства. – 1989. - №5. – с.37.
3. Умаров Г. Я., Тюрин Г. Я., Набиханов Б. М., Абидов Т. З. Солнечная фруктосушилка с автоматической системой управления // Техника в сельском хозяйстве. – 1988. - №1. – с. 9-10.
4. Новик Ф.С., Арсов Я.Б. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов. – М.: Машиностроение, София: Техника, 1980. – 304.

УДК 642.011.15

© З.С. Сірко, к.т.н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В.А. Коренда

Український державний науково-дослідний інститут «Ресурс»

DOI: <https://doi.org/10.36910/agromash.vi43.208>

СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ВОГНЕЗАХИСНОЇ ФАНЕРИ

Сучасне будівництво промислових та громадянських об'єктів, вагонів (залізничні вагони, вагони метро) вимагають застосування деревини та інших матеріалів на її основі підвищених експлуатаційних характеристик, до яких в першу чергу відноситься вогнестійкість та підвищений термін служби. Одним із поширених конструкційних матеріалів на основі деревини є фанера - плитний матеріал з підвищеними фізико- механічними та експлуатаційними показниками, який застосовують в будівництві, машино- та транспортобудуванні. суднобудуванні, вагонобудуванні, у виробництві меблів та інших виробів широкого вжитку.

ФАНЕРА, ПРОСОЧУВАННЯ, АНТИПІРЕНИ, ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ, ВОГНЕСТІЙКІСТЬ

Постановка проблеми. За даними кон'юнктури світового ринку [1] виробництво фанери на всіх континентах невпинно зростає, в тому числі і в Україні. В першій половині 2017 року українськими підприємствами було виготовлено 0,8 млн. м³ клеєної фанери [2].

Незважаючи на значні переваги перед іншими конструкційними клеєними матеріалами, фанера має, як і всі матеріали на основі деревини один суттєвий недолік - вона є горючим легкозаймистим матеріалом і продукти горіння містять токсичні речовини. Тому створення технології виготовлення вогнезахисної фанери є актуальною у сфері безпеки життєдіяльності та пожежної безпеки. До недавніх пір вогнезахисна фанера в Україні не виготовлялась. Натомість важкогорюча фанера виготовляється в багатьох країнах світу за технологією просочення лущеного шпону і подальшим його склеюванням у фанерні плити. Зазначена технологія складна, дорога та передбачає використання шкідливих речовин (фенольні смоли, фтористий натрій, сполуки аміаку).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Найбільш перевіреною й ефективною мірою захисту деревини та деревних матеріалів від горіння є глибоке просочення під тиском з поглинанням солей 75-100 кг/м³ методами гаряче-холодних ванн або у автоклавах [3].

Для надійного захисту деревина просочується під тиском з використанням способу повного поглинання [4]. Вважається, що для фанери також найбільш економічним й технологічним є спосіб глибокого просочення під вакуумом та тиском [5, 6].

За даними російських вчених, на сьогодні просоченням під тиском вже захищають антипіренами, крім будівельних конструкцій, також фанеру та столярні плити. Але недоліком цього способу є значне набрякання, усушка й розтріскування [7]. Від цього звільнюються спеціальними режимами сушіння й використання неводних неполярних рідин, що швидко випаровуються. У США виготовляють вогнезахиснену фанеру просоченням шпону хімічними розчинами з подальшим склеюванням [8]. Більш поширене просочення готової фанери після склеювання, а потім її сушіння. У цьому випадку фанера повинна бути склеєна водотривкими зв'язками. Інші роботи також свідчать про те, що за кордоном практикують просочення готової водостійкої фанери. Але клейові з'єднання можуть заважати

проникненню захисного розчину.

За деякими даними, для виготовлення вогнезахисної фанери шпон краще просочувати до склеювання [9]. Концентрація водних розчинів антипірену, що складається з фосфату та сульфату амонію, становить 10-20 %. Перед просочуванням шпон висушують, дозволяється його попередньо пропарювати для покращення просочувальних властивостей.

У Росії амонійні сполуки застосовуються у вигляді 10%-них або концентрованих розчинів для просочення фанери або шпона [9]. Просочений шпон добре склеюється бакелітовою плівкою, але його не можна склеювати луговими клеями. Така фанера може використовуватися лише у сухих приміщеннях, бо у вологих швидко втрачає вогнезахистні властивості.

Є спосіб просочення шпону у холодній ванні при 20-25°C на протязі 2-3 годин у водному розчині фосфорної кислоти (0,5-3,0%) та сірчаноокислого аніліну (0,1-1,0%) [10].

Встановлено, що з трьох способів виготовлення захищеної фанери - добавка речовин у клей, обробка готової фанери та просочення шпону - останній має перевагу [11]. Захисна речовина значно зменшує міцність склеювання, якщо її додавати у в'язуче.

ЦНДІ пожежної безпеки та ЦНДІ фанери (Росія) була проведена робота з виготовлення вогнестійкої фанери з просоченого шпону. Шпон товщиною 1 мм просочували способом гаряче-холодної ванни при режимах: 6 год у холодній ванні, 6 год у гарячій ванні при температурі 75°C з поглиненням розчину 37%. У склад розчину входили амонійні солі та (3-5%) фторида натрію. Просочений шпон склеювали бакелітовою смолою СБС-1. У порівнянні з контрольними зразками міцність склеювання була дещо нижчою.

В інституті хімії деревини (Латвія) проводилися дослідження [12] з комплексної захисної обробки клеєфанерних панелей біовогнезахисним препаратом "Модифікація МБ-1". що містить у собі (%): буру – 1,6; борну кислоту – 3,0; сульфат міді – 1,6; сульфат амонію – 22,0; воду – 65,8. Фанерні панелі просочували концентрованим 28%-ним розчином при температурі (35-40)°C на протязі 40хв. Кількість поглиненого препарату становила 6% від маси, утримання - 115кг/м³. При дослідженні за методом вогневої труби втрата маси зразків становить 5%, самостійне горіння не перевищує 1-2сек. Тління немає (втрата маси контрольних зразків - 79%).

Вогнезахиснену фанеру високої якості виготовлюють введенням вогнезахисних сполук у березовий шпон товщиною 1,0

мм просоченням у автоклавах чи у відкритих ваннах до заданого поглинання. Для покращення введення розчинів Інколи по середині дисковою пилою робили надрізи під кутом на 20-25% товщини середнього шпону [6].

Вогнестійку фанеру можна отримати, наносячи антипірен на шпон за допомогою вальців [13] на кожен лист шпону або на частково сформовану фанеру. Як антипірен використовували фосфорні, хлорні та азотні сполуки гуанідину (40-45) кг з утриманням 150-180 г/м². На висушену при 80°C поверхню наносять вальцями клей, що містить у собі 40% антипірену, з утриманням 400г/м². Пресують фанеру при 120°C тиску 8-10 кгс/см². З витримкою 20-45сек на 1 мм товщини фанери. На отриману фанеру знову наносять шар вогнезахисної речовини й знов підсушують.

У США запатентовано спосіб просочення деревини для збільшення вогнестійкості без підвищення гігроскопічності складом, головним компонентом якого є водні розчини частково зреагувавших монометилдіціандіаміду, меламіну та фосфорної кислоти при певних молярних співвідношеннях з поглиненням (6-30%). Сушіння ведуть при (60-110)°C [14].

Процес горіння деревини та заходи, направлені на його заглушення можна зобразити схемою на рис.1.

Мета дослідження – створити вогнезахисну фанеру вітчизняного виробництва.

Результати дослідження. Виходячи із аналізу методів вогнезахисту деревини та світової практики виготовлення вогнезахисної фанери нами розроблена технологія вогнезахисту готової клеєної фанери за регламентом вакуумного просочення в розчинах антипіренних композицій. Суть технології полягає в наступному. Повноформатна клеєна фанера або деталі із неї просочують розчином антипіренної композиції (ДСЛ-1, ДСА-2) при концентрації 30% (питома вага не менше 1,17). температура розчину 40-50 °C в автоклавній вакуумній установці при вакуумі 50 кПа на протязі 20-40 хвилин в залежності від товщини та формату фанери. Після просочення та видалення залишкового розчину фанера висушується за розробленими режимами. Зразки просоченої фанери випробовувались на визначення ступеню вогнезахисності.

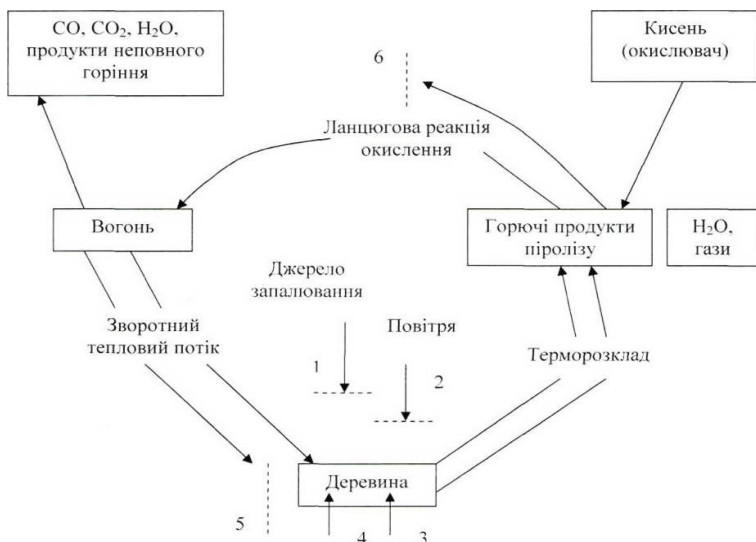


Рис. 1 – Процес горіння деревини та заходи, направлені на його заглушення

Суть методу експериментального визначення групи важкогорючих та горючих твердих речовин і матеріалів згідно з ГОСТ 12.1.044-1989 полягає у впливі на зразок, розташований в керамічній трубі установки ОТМ. полум'я пальника з заданими параметрами (температура газоподібних продуктів горіння на виході з керамічної труби становить 200 ± 5 °C) [15]. Під час проведення експериментальних досліджень фіксується максимальний приріст температури газоподібних продуктів горіння Δt та втрата маси зразка Δm . За результатами випробувань матеріали класифікуються як:

- важкогорючі - $\Delta t < 60$ °C та $\Delta m < 60\%$;
- горючі - $\Delta t \geq 60$ °C чи $\Delta m \geq 60\%$.

Горючі матеріали поділяються залежно від часу t досягнення максимальної температури газоподібних продуктів горіння на:

- важкозаймисті - $t > 240$ с;
- середньої займистості - $30 \leq t \leq 240$;
- легкозаймисті - $t < 30$ с.

Результати досліджень з визначенням втрати маси зразків Δm та приросту максимальної температури газоподібних продуктів горіння Δt вогнезахищеної фанери сумішшю ДСА-2 наведено в

таблиці 1.

Як засвідчують результати досліджень (таблиця 1), усі зразки фанери можна характеризувати як важкогорючі. До того ж із збільшенням товщини фанери важкогорючі властивості покращуються. Додаткове оброблення зразків кремнійорганічним гідрофобізатором «Сілол» деякою мірою зменшує ефективність вогнезахисту, але зразки відносяться до групи важкогорючих матеріалів.

Таблиця 1 – Результати досліджень з визначенням втрати маси зразків Δm та приросту максимальної температури газоподібних продуктів горіння Δt вогнезахищеної фанери сумішшю ДСА-2

№ зразка	Характеристика вогнезахищеного зразка фанери	Втрата маси зразка Δm , %	Максимальна температура газоподібних продуктів горіння Δt , °C
1	Фанера, оброблена сумішшю ДСЛ-2, товщиною 5 мм	30,2	220,1
2	Фанера, оброблена сумішшю ДСА-2 та сумішшю «Сілол», товщиною 5 мм	36,1	221,2
3	Фанера, оброблена сумішшю ДСА-2, товщиною 10 мм	22,1	215,4
4	Фанера, оброблена сумішшю ДСА-2, товщиною 15 мм	18,3	183,3
5	Фанера, оброблена сумішшю ДСА-2 та сумішшю «Сілол», товщиною 15 мм	19,4	190,3
6	Фанера, оброблена сумішшю ДСА-2, товщиною 20 мм	14,7	171,4
7	Фанера, оброблена сумішшю ДСА-2, товщиною 30 мм	10,4	163,6
8	Фанера, оброблена сумішшю ДСА-2 та сумішшю «Сілол», товщиною 30 мм	11,6	174,6

Суть методу визначення індексу поширення полум'я [15] полягає в оцінюванні здатності матеріалу займатися, виділяти тепло та поширювати полум'я поверхнею під дією зовнішнього теплового потоку. На зразок, що встановлений під кутом 30° до вертикалі, діє тепловий потік густиною від 12 до 32 кВт/м² від вертикального розміщеної радіаційної панелі. Верхня кромка зразка запалюється газовим пальником. Залежно від одержаного індексу поширення полум'я матеріали класифікуються як ті, що:

- не поширюють полум'я поверхнею - індекс поширення полум'я дорівнює 0;
- повільно поширюють полум'я поверхнею - індекс поширення полум'я від 0 до 20 включно;
- швидко поширюють полум'я поверхнею - індекс поширення полум'я більший 20.

Експериментальні дані щодо дослідження індексу поширення полум'я поверхнею зразків вогнезахищеної фанери наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Експериментальні дані щодо дослідження індексу поширення полум'я поверхнею зразків вогнезахищеної фанери

№ зразка	Характеристика вогнезахищеного зразка фанери	Індекс поширення полум'я
1	Фанера необроблена, товщиною 5 мм	47,4
2	Фанера оброблена сумішшю ДСА-2, товщиною 5 мм	1,03
3	Фанера, оброблена сумішшю ДСА-2 та сумішшю «Сілол», товщиною 5 мм	5,02
4	Фанера оброблена сумішшю ДСА-2, товщиною 15 мм	0
5	Фанера, оброблена сумішшю ДСА-2 та сумішшю «Сілол», товщиною 15 мм	0

Згідно з визначенням ГОСТом визначено димоутворювальну здатність фанерної плити ($\delta=5$ мм), обробленої ДСА-2 з гідрофобізувальним покриттям «Сілол» [15].

Таким чином встановлено, що фанерна плита, яка оброблена ДСА-2 з гідрофобізувальним покриттям «Сілол» відноситься до важкогорючих матеріалів, які не (повільно)

поширюють полум'я поверхню, з помірно димоутворювальною здатністю за токсичністю продуктів горіння - помірно небезпечний, та відповідає вимогам ГОСТ 30219.

За розробленою Інститутом УкрНДІ «Ресурс» технологією виготовлення вогнезахищеної фанери на Київському ЗАТ «Фанплит» (провідному фанерному підприємстві України) створена дільниця, на якій впроваджена розроблена технологія. Виготовлено 160 м³ вогнезахищеної фанери різної товщини та форматів, яка сертифікована в Державному центрі сертифікації засобів протипожежного призначення.

Успішне виконання даної роботи було можливим за активного організаційного та фінансового сприяння Головного управління інноваційної, науково-технічної та промислової політики Київської міської державної адміністрації.

Висновки. За результатами досліджень встановлено, що фанерна плита, яка оброблена ДСА-2 з гідрофобізувальним покриттям «Сілол» відноситься до важкогорючих матеріалів, які не поширюють полум'я поверхню, з помірно димоутворювальною здатністю. За токсичністю продуктів горіння вогнезахищена фанера помірно небезпечна та відповідає вимогам нормативно-технічної документації.

Література

1. Конъюктура мирового рынка. Журнал «WOOD business», №3, 1999 р. – с.34-35.

2. Підсумки роботи деревообробної, меблевої та целюлозно-паперової промисловості України. Журнал «Світ меблів і деревини», №6, 2017р.- с.7.

3. Межгосударственный стандарт ГОСТ 30213-93 Межгосударственный стандарт ГОСТ 30213-93 «Древесина огнезащитенная. Общие технические требования. Методы испытаний. Транспортирование и хранение». Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. - Минск.- 1977.

4. Ермаков А.И., Завражнов А.М., Спиридонов Ю.Г. и др. Получение трудногорючих атмосферостойких древесных плит на основе волокнистой стружки / Деревообрабатывающая пром-сть. - 2001. № 1. - с. 27-30.

5. Леонович А.А., Шелоумов А.В. Снижение пожарной опасности древесных материалов, изделий и строительных конструкций. - СПб.:ГПУ, 2002. - 59 с.

6. Влияние повышения температур на прочность древесины, обработанной огнезащитными составами. Novatov vavlov Viev evesene teplote no revenost dreva impregnovanche JatcomI Snisujtcimhorlovost. Drevoi. -1980.-35.-7.-194.-19.

7. Зарудная Г.И., Катаева О.А., Филиппов А.Е. зависимость прочности антипирированной древесины от плотности и поглощения. //Лесной журнал. - ИНВУЗ.-1980.-№1.с.53-55.

8. Леонович А.А., Шалун Г.Б. Огнезащита древесных плит и слоистых пластиков. - М.: Лесная пром-сть, 1974. - 128с.

9. Семенова В.М., Леонович А.А. К вопросу об огнезащите древесины и клееных конструкций. //Лесной журнал. - ИВУЗ. - 1974.-6. с.94-99.

10. Рыков Р.И. К антисептированию клееной древесины. //В сб.: Особенности строительства в условиях Восточной Сибири. - Иркутск. -1974. - с.70-78.

11. И.Забродлин А.Г., Янковская Н.А. Огнезащита стружечных плит. //В сб.: Механическая обработка древесины. - ЦНИИТЭИлеспром. -1963. -с.25.

12. Хрулев Р.М., Зайвий В.А. Условия обеспечения долговечности клефанерных строительных конструкций . //В сб.: Повышение эффективности конструкционного использования древесины в строительстве. Материалы Всесоюзного совещания. Ч.1.М.-1968.-С.56-58.

13. Обработка фанеры с целью повышения ее биостойкости. Treatment of panel products I non pressure treatment of veneer and its effecton gluabelitu Kureel A.R., Saran Sftvn J. Timber Denelop. Asos. India. 1980. -26. № 3. - с.23-29.

14. Жартовський С.В., Грабовський О.В. Дослідження вогнезахисних властивостей важкогорючих фанерних плит. Науковий вісник. УкрНДПБ. -2007. №1.(15) с.63- 68.

15. ГОСТ 12.1.044-1989 Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.

УДК 504.61:621.311.22

© З.С. Сірко, к.т.н.

Національний університет біоресурсів і природокористування
України

І.Ю. Вишняков, О.С. Протасов, Н.В. Бірківська

Український державний науково-дослідний інститут «Ресурс»

DOI: <https://doi.org/10.36910/agromash.vi43.209>

РЕКОНСТРУКЦІЯ ІСНУЮЧИХ ПАРОВИХ КОТЕЛЕНЬ В БІОТЕЦ

Стаття присвячена висвітленню сутності та змісту такої проблеми як реконструкції існуючих парових котелень, які працюють на біомасі в БіоТЕЦ.

**БІОМАСА, ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЯ, ПАРОПОРШНЕВА
КОГЕНЕРАЦІЙНА УСТАНОВКА, АГРОВІДХОДИ,
ДЕРЕВИННІ ВІДХОДИ**

Постановка проблеми. Даною статтею передбачено розглянути проект реконструкції парової котельні в паропоршневу теплоелектростанцію (БіоТЕЦ), що працює на біомасі (агровідходах, деревинних відходах), з метою генерації та продажу електроенергії за «зеленим» тарифом [1, 2, 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Україна має величезний потенціал у вигляді такого альтернативного джерела енергії, як біомаса. Це продукти, відходи та залишки лісового та сільського господарств (пелети, тріска, тирса, лузга соняшника, солома та ін.), рибного господарства та технологічно пов'язаних з ним галузей промисловості, а також складова частина промислових або побутових відходів, здатна до біологічного розкладу.

БіоТЕЦ є запасним, постійно діючим джерелом енергії, що підвищує енергетичну безпеку і незалежність від постачань електроенергії.

Додатково БіоТЕЦ буде місцевим регіональним джерелом електроенергії для населення і підприємств.

Використання біомаси засноване на вискоєфективному спалюванні, яке дозволяє екологічно безпечно переробити рослинну сировину в електричну енергію, яку продають за пільговим «зеленим» тарифом, і тепло для потреб підприємства (підсушування біомаси, сушки зерна, обігріву виробничих і адміністративних приміщень, забезпечення гарячою водою для санітарно-побутових потреб, опалення теплиці) [4-10].

Мета дослідження. Метою дослідження є реконструкція існуючих парових котельень в БіоТЕЦ.

Результати дослідження. В результаті реконструкції парової котельні з'явиться паропоршнева теплоелектростанція «БіоТЕЦ-600» на деревній сировині, електричною потужністю 600 кВт, з урахуванням споживання ТЕЦ на власні потреби до 100 кВт/год.

БіоТЕЦ має спеціальний топковий пристрій, який дозволяє використовувати практично будь-яке деревне паливо – від пелет і брикетів до тирси, тріски, глиці і листя, кори та ін., з високою зольністю до 12% і вологість до 60%.

БіоТЕЦ складається з:

1. Парової котельні з 2 паровими котлами, на базі ДКВР 2,5/13, з бункером палива та пристроєм санітарної очистки димових газів. Пропозиція розроблена, як для розміщення на існуючих котельнях, без переобладнання останніх, так і в окремому комплексі, для роботи на твердому паливі будь-якої фракції, зольності і вологістю до 60%.

2. Паропоршневої електростанції, електричною потужністю 600 кВт, на базі 3-х адаптованих під пар дизельних електростанцій АД-200;

3. Системи управління БіоТЕЦ.

Паропоршнева когенераційна установка – це комплекс в складі паропоршневого двигуна з синхронним електрогенератором і блоком утилізації теплоти мастила та теплоти відпрацьованої пари.

Паропоршневий двигун виготовляється шляхом переобладнання поршневого двигуна внутрішнього згоряння.

Паропоршневий двигун працює по 2-х тактному циклі. Питома витрата пара 5 ... 10 кг / кВт * год. Частота обертання валу двигуна – 1500 об / хв., що дуже зручно при стикуванні його з будь-яким синхронним електрогенератором. При тиску пари вище 5 бар двигун зберігає потужність по відношенню до вихідного аналогу.

Застосовуючи сучасні електронні пристрої в системі регулювання двигуна виходять якість вироблюваної електроенергії не нижче ніж в мережі.

Вартість 1 кВт встановленої електричної потужності паропоршневої електростанції нижче ніж у виробників парових турбін.

Синхронний електрогенератор – покупний виріб з ККД 92 ... 94%, що дозволяє перетворювати механічну енергію на валу паро поршневого двигуна в електричну.

Електрогенератори застосовуються для дизельних, бензинових і газових електростанцій можуть бути використані без доопрацювань на паропоршневих електростанціях.

Блок утилізації теплоти – при роботі паропоршневого двигуна частина теплоти пару передається мастильному маслу. Сучасні мастила можуть працювати при температурі до 130 ° С. При більш високих температурах масло втрачає мастильні властивості, його необхідно охолоджувати, тобто відбирати частину теплоти і направляти її для виконання корисної роботи. До того ж масло виконує функції охолодження двигуна.

Пар, який виконав корисну роботу в двигуні, повинен бути конденсований і відправлений в паровий котел. При конденсації пари виділяється теплота, яка також може бути утилізована і відправлена для виконання корисної роботи.

Паропоршнева електростанція 200 кВт виробляється компанією «Єврогаз» при інституті газу Національної академії наук, шляхом адаптації під пар дизельної електростанції ЕСД 200-Т / 400 стаціонарного виконання на базі швидкохідного чотиритактного 12-циліндрового двигуна 1Д12, з водяним охолодженням.

Станції можуть бути обладнані щитом автоматичного керування з контролером АВР, капотом.

Дизельний мотор переробляється в паропоршневий двигун.

Дизель-генератори можуть працювати як автономно, так і в паралель між собою, з іншими однотипними дизель-генераторами або із загальною промисловою мережею.

Деревинні – та агровідходи привозять на територію БіоТЕЦ і складають на відкритому майданчику з твердим покриттям. У дощовий і сніговий сезони відходи накривають тентами.

Тюкована рослинна сировина, наприклад солома, подається в подрібнювач, а потім подається в бункер накопичувач палива і далі в топку.

Лушпиння подається відразу конвеєром подачі палива засипається в топку. Парогенератор нагріває підготовлену воду, і передає під тиском до 13 МПа паропоршневій машині. Топка парогенератора обладнується ґратами з шуруючою рамкою, що охолоджуються водою (ТУ У 28.2-32831406 - 003: 201). Робота топки механізована із застосуванням електроприводів і автоматизована в обсязі необхідному для нормальної експлуатації установки, що працює на спалюванні твердого палива.

Для ефективного горіння палива під ґрати в зону первинного дуття подається гаряче повітря температурою 200-

400°C. Для повного спалювання палива і зменшення виносу в камеру топки подається повітря в зону вторинного дугтя. Переміщення і розрівнювання шару палива по ґратах відбувається за допомогою шуруючої рамки відбувається шурування шару, що інтенсифікує процес згоряння палива.

В установці прийнята схема сухого золовидалення. З топки парогенератора зола скидається на гвинтовий конвеєр, який транспортує продукти спалювання в зольник.

Вихідні димові гази з конвективної частини парогенератора потрапляють в пристрій санітарної очистки газу (ПСОГ ТУ У 29.7-32831406 - 004: 201), де очищуються до вимог екологічних норм і далі димососом викидаються в атмосферу через димову трубу.

ПСОГ забезпечує ефективність очищення димових газів до 98%.

Рослинне паливо в теплогенераторі перетворюється в золу – натуральне мінеральне калійне добриво.

Зола видаляється шнеком в бункер золи, звідки вивозяться на майданчик зберігання, для відвантаження покупцям.

В якості палива в можна використовувати:

1. Пелети і брикети всіх видів та з різної рослинної сировини (деревина, солома, лушпиння соняшника, кукурудза, сіно, трава, листя і глиця, кора);

2. Дерев'яну тріску і тирсу любих порід дерев і чагарників вологістю до 50%;

3. Кускові деревинні відходи (обрізки, пеньки, кора та інше);

4. Солома, сіно, трава, листя і глиця, кора;

5. Лушпиння соняшника та зерна;

6. Торф (у вигляді пелет і брикетів) – при необхідності.

У разі використання тюкованих агровідходів необхідно додатково придбати і встановити січкарню.

Подрібнена сировина механічно подається з подрібнювача в сушарку, де воно підсушується до 12% вологості.

У сушарку подається енергоносії – димові гази з парового котла.

Подрібнена і підсушена сировина витягується димососом в циклон, де відділяється підготовлена сировина від димових газів.

У димову трубу виводяться CO₂ і CO.

Продукцією БіоТЕЦ буде:

1) «зелена» електроенергія;

2) тепло;

3) відходи – зола.

Отримані:

- 1) електрика буде продаватися державі в енергоринку;
- 2) тепло буде використовуватися на місці для:
 - опалення адміністративних і виробничих приміщень;
 - сушки зерна;
 - отримання гарячої води для санітарно-побутових цілей;
 - опалення теплиці;
- 3) зола може використовуватися в якості натурального мінерального калійного добрива.

Для реалізації проекту буде створено підприємство «Ботанік ТЕЦ 2», яке отримає необхідні ліцензії на генерацію і продаж електроенергії.

Умови передачі території для розміщення БіоТЕЦ підлягають окремому узгодженню і уточненню.

Проекти будівництва об'єктів електроенергетики, що використовують альтернативні (відновлювані) джерела енергії, мають право на реєстрацію в якості проектів спільного впровадження в рамках дії Кіотського протоколу.

Механізм спільного впровадження діє на умовах спільного впровадження, при яких інвестор фінансує заходи з виконання проекту, отримуючи натомість офіційно оформлені величини скорочення викидів (ОСВ). Законодавством України передбачено низку пільг щодо оподаткування діяльності пов'язаної з розробкою і впровадженням енергозберігаючих заходів та енерго ефективних проектів.

Залежність України від імпорту основних енергоносіїв змушує уряд і бізнес розвивати альтернативну енергетику, яка зараз займає 0,2% в загальному енергобалансі країни (в Євросоюзі її частка досягла 10%).

Економічна доцільність створення Проекту виникла завдяки прийняттю Закону України «Про електроенергетику» від 16.10.1997 р, за яким закупляється електрика, вироблена з використанням альтернативних джерел електроенергії. Чинний «зелений» тариф робить будівництво біоелектростанцій, що працюють на біомасі, економічно привабливим проектом.

Висновки. Заміщення викопних видів палива деревинними відходами та агробіомасою є дуже перспективним варіантом декарбонізації сектору тепlopостачання. Пошук і використання альтернативних видів палива, альтернативність яких полягає, передусім, в їхній екологічності та відновлюваності, надають додаткові джерела енергетичних ресурсів.

Проект «БіоТЕЦ» розроблений як інструментарій для створення сприятливих умов з метою широкого розповсюдження систем опалення з використанням деревинних відходів та агробіомаси.

Література

1. M.W.Vis, D.van den Berg. Biomass Energy Europe Harmonization of biomass resource assessments. Volume I. Best Practices and Methods Handbook. – November 2010. – 220 p.

2. Закон України №514-VIII від 04.06.2015 «Про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії»

3. Підготовка та впровадження проектів заміщення природного газу біомасою при виробництві теплової енергії в Україні. Практичний посібник/ За ред. Г. Гелетука. – К.: «Поліграф плюс», 2015. – 72с.

4. Посібник. Технології та обладнання для використання поновлювальних джерел енергії в сільськогосподарському виробництві/ За ред. Кравчука В.І., Дубровіна В.О. – Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – 2010. – 184 с.

5. Справочник потребителя биотоплива/ [под ред. Виллу Вареса]. Таллин: Таллинский технический университет, 2005. – 183 с.

6. Виробництво теплової енергії із біомаси. Аналіз законодавства, регулярних аспектів і податкової політики та рекомендації щодо неодмінних змін у чинному законодавстві. Звіт, підготовлений ВБО «Інститут місцевого розвитку» у рамках виконання Проекту «Місцеві альтернативні джерела енергії: м. Миргород». – К., 2014. – 100с.

7. Добрива та їх використання: Довідник. – К.: Арістей, 2010. – 254с.

8. Біологічні ресурси і технології виробництва біопалива: Монографія/ Я. Б. Блюм, Г. Г. Гелетука, І.П. Григорюк, К.В. Дмитрук, В.О. Дубровін, А.І. Ємець, Г.М. Забарний, Г.М. Калетнік, М.Д. Мельничук, В.Г. Мироненко, Д.Б. Рахметов, А.А. Сибірний, С.П. Циганков. – К.: Аграр Медіа Груп, 2010. – 408с.

9. Энергетическое использование древесной биомассы: заготовка, транспортировка, переработка и сжигание: учебное пособие для студентов высш. учебных заведений/ авт.-сост. В.С. Сюнев [и др.]. – Петрозаводск: Издательство ПетрГУ, 2014. – 123с.

10. Твайдел Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии. Пер. с англ. – М: Энергоатомиздат, 1990. – 392с.

УДК 504.61:621.311.22

© З.С. Сірко, к.т.н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В.А. Коренда, І.Ю. Вишняков, О.С. Протасов, Н.В. Бірківська

Український державний науково-дослідний інститут «Ресурс»

DOI: <https://doi.org/10.36910/agromash.vi43.210>

ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ ДЛЯ ОПАЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ НА ПІДПРИЄМСТВАХ

Стаття присвячена висвітленню сутності та змісту такої проблеми, як використання установок, що працюють на альтернативних джерелах енергії для опалення, вентиляції та гарячого водопостачання будівель, а саме теплових насосів. Теплові насоси використовують для своєї роботи низькопотенційне тепло, яке береться з повітря, водойм та надр землі. Підприємства та організації мають різноманітні джерела низькопотенційної теплової енергії: пожежні водойми, вільні земельні ділянки на територіях.

ТЕПЛОВИЙ НАСОС, ТЕПЛОВА ЕНЕРГІЯ, МОНТАЖ, ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Постановка проблеми. Тепловий насос – пристрій для переносу теплової енергії від джерела низькопотенційної теплової енергії (з низькою температурою) до споживача (теплоносія) з більш високою температурою. Термодинамічний цикл теплового насосу аналогічний холодильній машині. Однак, у холодильній машині основною метою є виробництво холоду шляхом відбору теплоти з будь-якого обсягу випарником, а конденсатор здійснює скидання теплоти в навколишнє середовище. В тепловому насосі картина зворотна. Конденсатор є теплообмінним апаратом, що виділяє теплоту для споживача, а випарник - теплообмінним апаратом, що утилізує низько потенційну теплоту: вторинні енергетичні ресурси і (або) нетрадиційні поновлювані джерела енергії.

Залежно від принципу роботи теплові насоси поділяються на компресійні і абсорбційні. Компресійні теплові насоси завжди наводяться в дію за допомогою механічної енергії (електроенергії), в той час як абсорбційні теплові насоси можуть також використовувати тепло в якості джерела енергії (за допомогою електроенергії або палива). Найбільше розповсюдження отримали

компресійні теплові насоси. Принципова схема компресійного теплового насоса зображена на рис.1.

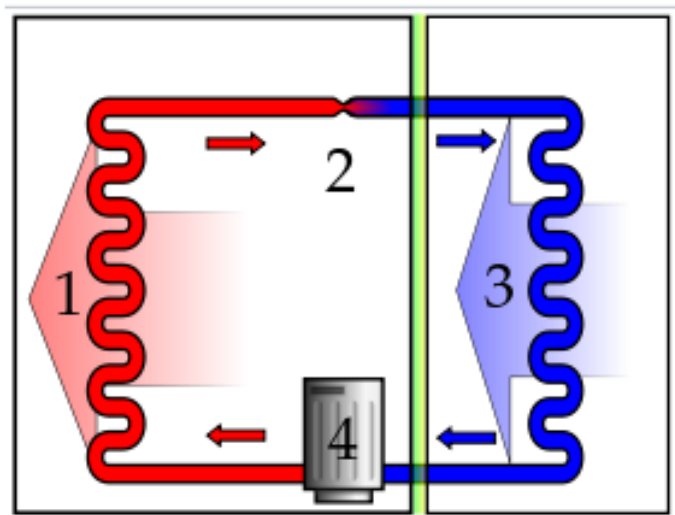


Рис. 1 – Принципова схема: 1 – конденсатор; 2 – дросель; 3 – випарник; 4 – компресор.

В процесі роботи компресор споживає електроенергію. Співвідношення теплової енергії, що виробляється і споживаної електричної називається коефіцієнтом трансформації (або коефіцієнтом продуктивності (англ. COP - скор. від coefficient of performance) і служить показником ефективності теплового насоса.

Для обчислення COP використовується наступна формула:

$$COP = \frac{Q}{E},$$

де Q – тепла енергія передана споживачеві, Вт; E – споживання електричної енергії, Вт.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Залежно від джерела відбору низькопотенційного тепла теплові насоси розділяються на:

1) геотермальні (використовують тепло землі, наземних або підземних ґрунтових вод):

- горизонтальні (ґрунт),

- вертикальні (грунт, гірська порода),
- водні (водойми, ґрунтові води);

2) повітряні;

3) теплові насоси, які використовують вторинне тепло [5].

За останні роки в різних засобах масової інформації, включаючи Інтернет видання, з'явилися численні публікації, що стосуються використання технології теплових насосів в системах опалення і гарячого водопостачання об'єктів різної сфери - від окремих будинків до житлових мікрорайонів. Виникли десятки компаній, що пропонують теплові насоси різних фірм для згаданих цілей, був прийнятий ряд урядових рішень щодо використання теплових насосів в комунальній сфері [1, 2, 3]. Однак, на сьогоднішній день в Україні не реалізовано жодного, скільки-небудь значимого проекту, пов'язаного з використанням теплових насосних технологій. Автори мають багаторічний досвід спільного науково-технологічного співпраці з провідними технічними університетами та промисловими компаніями Західної Європи в області розробок і практичного використання теплових насосних технологій.

Сьогодні світ весь час прагне до вдосконалення. В області енергетики це виражається в розвитку енергоефективних технологій. Ще 15-20 років тому більшість новозбудованих будівель розраховувалися за середніми тепловтратами до 100 Вт/м². Зараз практикуючому інженеру-теплотехніку важко уявити собі приміщення з втратою тепла вище, ніж 75 Вт/м², а бувають випадки, коли до уваги береться цифра в 25 т/м².

Внаслідок зниження питомих тепловтрат будівлі актуальною стала тематика низькопотенційних систем опалення.

Актуалізація сталася через те, що знизилися розрахункові температурні режими систем, а це спричинило за собою зменшення габаритних розмірів опалювальних приладів (у більшості випадків радіаторів). Крім того, люди більше почали цінувати незалежність і власний комфорт, чого практично неможливо досягти при використанні будь-якого з традиційних котлів [4, 6].

В 2005 році Королівський Технологічний Інститут Стокгольму та Інститут гідромеханіки Національної Академії наук і СП «Укрінтерм» об'єднали свої зусилля у вивченні досвіду Швеції по використанню теплових насосів та його адаптації до українських умов [7, 8, 9]. Зокрема, в 2006 році на черговий виставці «Акватерм» був вперше в Україні показаний діючий тепловий насос шведського виробництва, згодом встановлений в одному з корпусів Київського політехнічного інституту. Було проведено ряд семінарів,

конференцій та нарад з представниками різних органів влади і підприємств, що займаються проблемами теплопостачання, а також представниками проектних організацій. У квітні 2007 року силами представників Королівського Технологічного Інституту (проф. Рональд Венерштен і проф. Берн Пальм) були проведені перші курси по тепловим насосам для студентів теплотехнічного факультету Київського політехнічного інституту.

Основною перевагою теплових насосів є можливість перемикання з режиму опалення взимку на режим кондиціонування влітку: просто замість радіаторів до зовнішнього колектору підключаються фенкойли або системи «холодний стеля».

Тепловий насос надійний, його роботою керує автоматика. В процесі експлуатації система не потребує спеціального обслуговування, можливі маніпуляції не вимагають особливих навичок і описані в інструкції.

Тепловий насос компактний (його модуль за розмірами не перевищує звичайний холодильник) і практично безшумний.

До недоліків геотермальних теплових насосів, які використовуються для опалення, слід віднести велику вартість встановленого обладнання (300-1200 \$ за 1 кВт встановленої потужності), необхідність складного і дорогого монтажу зовнішніх підземних або підводних теплообмінних контурів. Період окупності теплових насосів становить 4-9 років, при терміні служби 15-20 років до капітального ремонту. Існує і альтернативний погляд на економічну доцільність установки теплових насосів. Так, якщо установка теплового насоса проводиться на кошти, взяті в кредит, економія від використання теплового насосу може бути менше, ніж вартість використання кредиту. Тому масове використання теплових насосів в приватному секторі можна очікувати, якщо вартість теплонасосного обладнання буде порівнянна з витратами на установку газового опалення та підключення до газової мережі.

Основним недоліком теплового насоса є зворотна залежність його ефективності від різниці температур між джерелом теплоти і споживачем. Це накладає певні обмеження на використання систем типу «повітря - вода». Реальні значення ефективності сучасних теплових насосів становлять близько COP = 2.0 при температурі джерела -20 °С, і порядку COP = 4.0 при температурі джерела +7 °С. Це призводить до того, що для забезпечення заданого температурного режиму споживача при низьких температурах повітря необхідно використовувати обладнання зі значною надлишковою потужністю, що пов'язане з нерациональним використанням капіталовкладень (втім, це

стосується і будь-яких інших джерел теплової енергії). Всі, навіть найефективніші теплові насоси є нагрівають воду в системі опалення не більше $+50\text{ }^{\circ}\text{C} \div +60\text{ }^{\circ}\text{C}$, причому, чим вище температура води, що нагрівається, тим менше ефективність і надійність теплового насоса. Якщо тепла із зовнішнього контуру все ж недостатньо для опалення в сильні морози, практикується експлуатація насоса в парі з додатковим генератором тепла (в таких випадках говорять про використання бівалентної схеми опалення). Коли вулична температура опускається нижче розрахункового рівня (температури бівалентності), в роботу включається другий генератор тепла - найчастіше невеликий електронагрівач, рідше газовий або твердопаливний котли.

Мета дослідження – визначення доцільності встановлення теплових насосів на підприємствах і організаціях (на прикладі підприємств системи Держрезерву України).

Результати дослідження. Можливості впровадження теплових насосів на підприємствах та організаціях системи Держрезерву наведені нижче в таблиці 1. Розглянемо встановлення водного теплового насосу на прикладі ДО «Комбінат», «Естафета» в м. Славута. На підприємстві знаходяться дві опалювані будівлі адміністративно-побутового (опалюваний об'єм 4532 м³) та господарсько-технічного корпусів (опалюваний об'єм 8263 м³), крім цього в адміністративно-побутовому корпусі також присутня система гарячого водопостачання душових сіток та умивальників (в розрахунках орієнтуємось на 20 чоловік виробничого персоналу). Необхідна теплова потужність теплового насосу на 1 м³ опалюваного об'єму становить 70 Вт/м³, для гарячого водопостачання при витраті на 1 людину 50 літрів води при температурі 45°C - 800 Вт/людину. Теплове навантаження адміністративно-побутового корпусу становитиме 333,25 кВт (3 них на гаряче водопостачання 16 кВт), господарсько-технічного корпусу - 578,27 кВт. Враховуючи середньостатистичний коефіцієнт перетворення COP = 3 електрична потужність насосів для адміністративно-побутового корпусу становитиме 111,1 кВт, господарсько-технічного корпусу - 192 кВт.

На території підприємства знаходиться пожежне озеро з площею 600 м² та середньою глибиною 3 м. На 10 кВт теплової потужності насоса потрібно до 300 м.п. колектора. З врахуванням конструкції водойми та особливостей прокладки колектора, на підприємстві можна встановити лише тепловий насос потужністю 16 кВт для покриття навантаження системи гарячого водопостачання в адміністративному корпусі. Тому для даного

підприємства найбільш актуальним буде встановлення ґрунтових теплових насосів.

Таблиця 1 – Можливості впровадження теплових насосів на підприємствах та організаціях системи Держрезерву

№ п/п	Назва підприємства	Джерело теплопостачання	Паливо	Тип теплових насосів, які можна встановити	Доцільність встановлення
1	2	3	4	5	6
Аграрні активи					
1	ДП «Златодар»	Опалення будівель - електроротли	-	Горизонтальні або вертикальні ґрунтові, повітряні, водяні при наявності пожежної водойми	Так
2	ДП «Кіровоградський КХП № 2»	Опалення будівель - електроротли	Кам'яне вугілля	Горизонтальні або вертикальні ґрунтові, повітряні, водяні при наявності пожежної водойми	Так
3	ДП «Куліндорівський КХП»	Газова котельня - опалення будівель	Природний газ	Вертикальні ґрунтові, насоси, що використовують тепло компресорного обладнання, повітряні.	Так
4	ДП «Охтирський КХП»	Газова котельня - опалення будівель	Природний газ	Горизонтальні або вертикальні ґрунтові, повітряні, водяні при наявності пожежної водойми	Так

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6
5	Філія ДП «Охтирський КХП» «Хлібна база 82»	Газова міні-котельня - опалення будівель	Природний газ	Горизонтальні або вертикальні ґрунтові, повітряні, водяні при наявності пожежної водойми	Так
6	ДП «Стрийський КХП № 1»	Газова котельня - опалення будівель	Природний газ	Горизонтальні або вертикальні ґрунтові, повітряні, водяні при наявності пожежної водойми	Так
7	ДП «Чортківський КХП»	Газова та твердопаливна міні-котельні - опалення будівель	Природний газ, дрова	Горизонтальні або вертикальні ґрунтові, повітряні, водяні при наявності пожежної водойми	Так
8	ДП «Хлібна база № 73»	Твердопаливна котельня - опалення будівель	Кам'яне вугілля, дрова	Горизонтальні або вертикальні ґрунтові, водяні при наявності пожежної водойми	Так
9	ДП «Хлібна база № 76»	Твердопаливна котельня - опалення будівель	Кам'яне вугілля, дрова	Горизонтальні або вертикальні ґрунтові, водяні при наявності пожежної водойми	Так
10	ДП «Хлібна база № 77»	Твердопаливна котельня - опалення будівель	Кам'яне вугілля, дрова	Горизонтальні або вертикальні ґрунтові при наявності пожежної водойми	Так
11	ДП «Хлібна база № 85»	Опалення будівель - електрокотли	-	Горизонтальні або вертикальні ґрунтові	Так

Продовження табл. 1

Склади та холодильники					
1	2	3	4	5	6
12	ДО "Комбінат "Прогрес"	Газова котельня - опалення будівель	Природ- ний газ	Вертикальні ґрунтові	Так
13	ДО "Комбінат "Дніпро"	Газова котельня - опалення будівель	Природ- ний газ	Горизонтальні або вертикальні ґрунтові	Так
14	ДО "Комбінат "Салют"	Опалення будівель - електрокотли	-	Вертикальні ґрунтові	Так
15	ДО "Комбінат "Світанок"	Опалення будівель - електрокотли	-	Вертикальні ґрунтові	Так
16	ДО "Комбінат "Трикутник"	Котельні газова та твердопаливна - опалення будівель	Природ- ний газ; вугілля	Вертикальні ґрунтові	Так
17	ДО "Комбінат "Троянда"	Котельня на вугільних брикетах - опалення будівель	Вугільні брикети	Вертикальні ґрунтові	Так
18	ДО "Укрпрод- контракт"	Твердопаливна котельня - опалення будівель	Кам'яне вугілля, дрова	Вертикальні ґрунтові	Так

Продовження табл. 1

Нафтобази					
19	ДО "Комбінат "Айстра"	Твердопаливна котельня - опалення будівель	Дрова	Вертикальні та горизонтальні ґрунтові при наявності пожежної водоюми	Ні
20	ДО "Комбінат "Рекорд"	Твердопаливна котельня - опалення будівель	Дрова	Вертикальні та горизонтальні ґрунтові при наявності пожежної водоюми	Ні
21	ДО "Комбінат "Естафета"	Централізоване	-	Вертикальні та горизонтальні ґрунтові при наявності пожежної водоюми	Ні
22	ДО "Комбінат "Зірка" (ділянка Запоріжжя)	Твердопаливна котельня - опалення будівель	Дрова	Водні	Ні
23	ДО "Комбінат "Зірка" (ділянка Бердянськ)	Твердопаливна котельня - опалення будівель	Дрова	Водні	Ні
24	ДО "Комбінат "Планета"	Котельні газова та твердопаливна - опалення будівель	Природ- ний газ, дрова	Вертикальні та горизонтальні ґрунтові при наявності пожежної водоюми	Ні

Висновки. 1. Використання теплових насосів передбачає лише оплату за електроенергію на роботу та технічне обслуговування установки, сума у порівнянні з витратами на центральне опалення або роботу газових або електричних котлів аналогічної потужності в декілька разів менша. 2. Впровадження теплових насосів є перспективним напрямком використання альтернативних джерел енергії для забезпечення потреб систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання будівель, але даний процес суттєво залежить від місцезнаходження об'єкта та наявності доступу до певного оптимального для нього джерела низько потенціальної теплової енергії. 3. Термін окупності від впровадження теплового насоса, не зважаючи на високу собівартість установки (300-1200\$ за 1 кВт потужності) та складний

монтаж зовнішніх підземних або підводних теплообмінних контурів, становить на даний момент 4-9 років. Але в останній час спостерігається тенденція поступового зниження собівартості обладнання та його монтажу

Література

1. Закон України «Про альтернативні джерела енергії».
2. Закон України №1959-VIII від 21.03.2017 "Про внесення змін до Закону України "Про тепlopостачання" щодо стимулювання виробництва теплової енергії з альтернативних джерел енергії".
3. Теплонасосні установки в харчовій та іншій галузях: публікація в рамках проекту UNIDO «Підвищення нергоефективності та стимулювання використання відновлюваної енергії в агро-харчових та інших малих та середніх підприємствах (МСП) України» / В.Ф. Мокляк, О.М. Рябчук. К.: ЮНІДО, 2015.
4. Енергетична ефективність теплонасосних схем тепlopостачання: моногр. / М.К. Безродний, Н.О. Притула. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 208 с.
5. Пісарев В.Є. Теплові насоси та холодильні установки. Навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2002. – 124с.
6. Снежкін Ю.Ф., Чалаєв Д.М., Шаврін В.С., Дабіжа Н.О. Теплові насоси в системах теплохолодопостачання [монографія]// під під ред. акад. НАН України А.А. Долінського; НАН України, Ін-т техн. теплофізики. – К.: [б. в.], 2008. – 104с.
7. Ткаченко С.Й., Остапенко О.П. Парокомпресійні теплонасосні установки в системах тепlopостачання. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 177с.
8. Руководство по проектированию и монтажу тепловых насосов Dimplex [Електронний ресурс]// Режим доступу http://geowatt.kz/downloads/HP_planning_and_installation_Rus.pdf
9. Васьков Е.Т. Термодинамические основы тепловых насосов: учебное пособие/ СПб гос.архит. – строит. ун-т. – СПб, 2007. – 127 с.

УДК 629.3.018.2

© М.М. Толстушко, к.т.н., В.І. Павлюк, к.т.н., Н.О.Толстушко, к.т.н.
Луцький національний технічний університет
DOI: <https://doi.org/10.36910/agromash.vi43.211>

ДІАГНОСТИКА СИСТЕМ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ТА ПУСКУ КОЛІСНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

У статті наведено міркування щодо розробки вимірювально-реєструвального обладнання для комплексної діагностики систем енергопостачання та пуску двигунів внутрішнього згоряння колісних транспортних засобів. Дано перелік та схему функціональних зв'язків між елементами комплексу вимірювально-реєструвального обладнання.

ДІАГНОСТИКА, ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ, ДВИГУН ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ, ВИМІРЮВАЛЬНО- РЕЄСТРУВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ, ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

Постановка проблеми. На сьогодні транспортні засоби містять все більше електрообладнання, вимагаючи збільшення питомої потужності систем енергопостачання та пуску. Якісна робота транспорту залежить від підтримання належного його технічного стану, а зменшення витрат на ремонт реалізується запобіганням виникнення несправностей та правильним встановленням причин для їх усунення. Значна роль у цьому відводиться діагностуванню роботи, як окремих вузлів і механізмів, так і систем та комплексів електрообладнання. Велика кількість автотракторної техніки має класичне конструкційне виконання та обладнана двигунами внутрішнього згоряння (далі – ДВЗ). За даними статистики [1] значна частка виникаючих несправностей електрообладнання автомобілів припадає на системи енергопостачання і пуску ДВЗ. На сьогодні є визначеними ряд заходів з діагностування щодо встановлення технічного стану окремих розглянутих підсистем, вузлів та їх механізмів. Процес діагностування та випробування, як правило, не викликає особливих труднощів за наявності відповідного обладнання для проведення діагностичних, регулювальних та контрольних операцій. Функціональність таких пристроїв визначає їх вартість та доступність впровадження у навчальний процес підготовки спеціалістів відповідного напрямку та кваліфікації. Тому для визначення основних параметрів та характеристик роботи певного електрообладнання виникає потреба розробки окремих модулів та комплексів визначеної складності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Джерелами електричної енергії на колісних транспортних засобах традиційно є генераторні установки і акумуляторні батареї. Пуск двигуна внутрішнього згоряння здійснюється електричним стартером [2-5]. Генераторні установки, будучи основним джерелом електроенергії на транспортному засобі, мають забезпечувати живлення електрообладнання і заряджання акумуляторних батарей (далі – АКБ). Найбільшого поширення у таких установках набули генератори змінного струму обладнані випрямлячем та регулятором напруги [3]. Умови стартерного пуску вказують на потребу використання свинцево-кислотних АКБ. Діагностика і випробування окремих вузлів чи пристроїв для визначення контрольних параметрів та характеристик їх роботи описана у літературних джерелах [2-5].

Варто відмітити популярність розроблення та впровадження програмних рішень для комплексної діагностики систем енергопостачання та пуску двигунів внутрішнього згоряння колісних транспортних засобів з використанням певного діагностичного обладнання, наприклад мотор-тестерів [2].

Інформаційно-діагностичні системи все більше впроваджуються на сучасних колісних транспортних засобах [3-5].

Мета дослідження – сформулювати основи розробки вимірювально-реєструвального обладнання для комплексної діагностики систем енергопостачання та пуску двигунів внутрішнього згоряння колісних транспортних засобів з можливістю подальшого його впровадження у навчальний процес для проведення лабораторних занять.

Результати дослідження. Потреба у комплексній діагностиці систем енергопостачання і пуску зумовлена їх спільною роботою (рис. 1).

Складність комплексу діагностичного обладнання визначиться потребою отримання величин, що характеризують роботу зазначених систем. Тому слід проаналізувати параметри, що підлягають дослідженню. Так основними показниками роботи генераторної установки є можливість видачі струму певної величини за сталої номінальної напруги та відповідних умов роботи, у тому числі і ДВЗ (навантаження на генератор, частоти обертання, температурного стану). Перелік параметрів, що характеризують стан системи наведені на рис. 2.

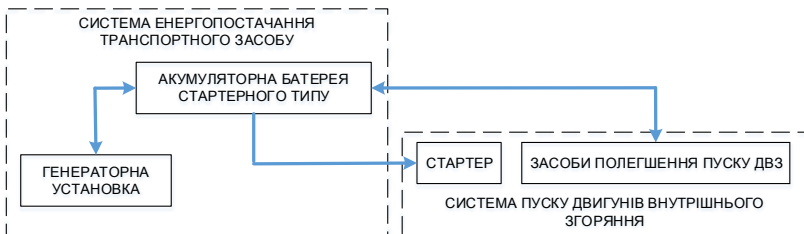


Рис. 1 – Схема взаємодії елементів систем енергопостачання і пуску ДВЗ традиційного конструкційного виконання

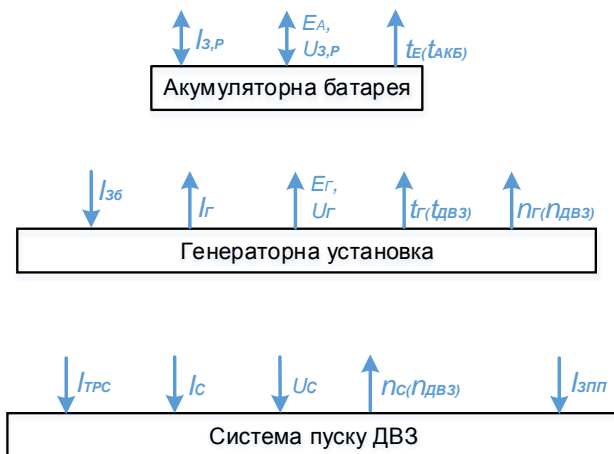


Рис. 2 – Схема параметрів, що можуть підлягати обліку для систем енергопостачання і пуску ДВЗ:

- $I_{з,р}, U_{з,р}$ – струм та напруга заряду-розряду акумуляторної батареї;
- E_A – ЕРС акумуляторної батареї;
- $I_{зб}$ – струм збудження генераторної установки;
- I_G – струм генераторної установки (струм навантаження);
- E_G, U_G – ЕРС і напруга генераторної установки;
- $I_{трс}$ – струм тягового реле стартера;
- I_C, U_C – струм та напруга живлення електродвигуна стартера;
- $I_{зпп}$ – струм живлення засобів полегшення пуску;
- $n_G, n_{с}, n_{ДВЗ}$ – частоти обертання ротора генератора, приводної шестірні стартера, обертання колінчатого валу ДВЗ;
- $t_{г(ДВЗ)}, t_E(t_{АКБ})$ – температура генераторної установки (ДВЗ), електроліту (АКБ).

Для стартерної акумуляторної батареї необхідно проаналізувати пускові та зарядні струми, електрорушійну силу (далі – ЕРС) та напругу розрядження та зарядження за відповідної температури. Стартерний пуск двигуна внутрішнього згорання відбудеться за умови забезпечення крутного моменту та частоти обертання на колінчастому валу ДВЗ та споживання електродвигуном стартера струму визначеної величини з допустимим падінням напруги у системі.

Примірний склад та функціональні зв'язки вимірювально-реєструвального обладнання для комплексної діагностики систем енергопостачання та пуску двигунів внутрішнього згорання колісних транспортних засобів може бути представлена у вигляді схеми (рис. 3).

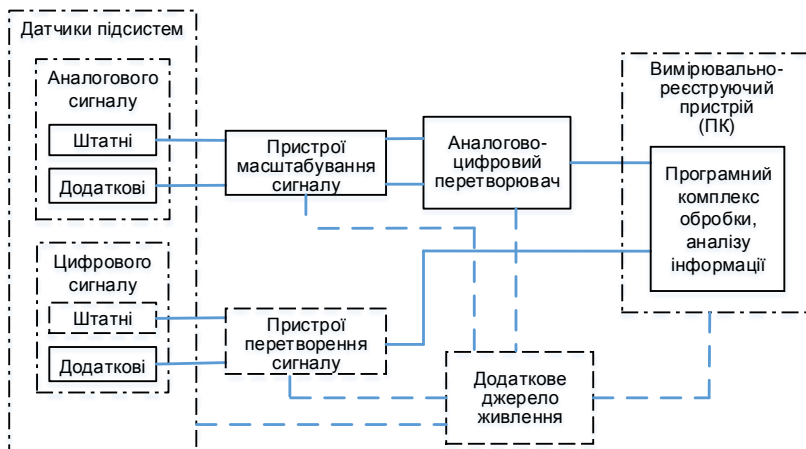


Рис. 3 – Примірний перелік та схема функціональних зв'язків між елементами комплексу вимірювально-реєструвального обладнання

Доступність використання складових запропонованого комплексу, під час комплектації необхідного набору елементів обладнання, дасть можливість впровадити розробки такого типу у навчальний процес підготовки фахівців, що спеціалізуються на діагностуванні, технічному обслуговуванні та ремонті електрообладнання колісних транспортних засобів.

Висновки. Наведені міркування можуть бути основою для розроблення лабораторного вимірювально-реєструвального обладнання для комплексної діагностики систем енергопостачання

та пуску двигунів внутрішнього згорання колісних транспортних засобів.

Література

1. Adac [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.adac.de/>. – Title from the screen.
2. Equipment for diagnosing and repair of the engine management systems [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.injectorservice.com.ua>. – Title from the screen.
3. Сажко В.А. Електрообладнання автомобілів і тракторів / Сажко В.А. – К.: Каравела, 2009. – 400 с.
4. Дентон Т. Автомобильная электроника / Том Дентон; пер. с англ. Александрова В.М. – М.: НТ Пресс, 2008. – 576 с.
5. Хернер А. Автомобильная электрика и электроника / А. Хернер, Х.-Ю. Риль; пер. с нем. ЧМП РИА «GMM-пресс». – М.: Издательство «За рулем», 2013. – 624 с.

УДК 631.35:633.521

© М.М. Толстушко, к.т.н., Н.О. Толстушко, к.т.н., С.М. Юхимчук
Луцький національний технічний університет
DOI: <https://doi.org/10.36910/agromash.vi43.212>

АНАЛІЗ РОБОТИ ВИВІДНОГО ПРИСТРОЮ ЛЬОНОЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

У статті наведено результати аналізу роботи вивідного пристрою льонозбиральної машини. Обґрунтовано окремі параметри вивідного пристрою льонозбиральної машини.

ЛЬОНОЗБИРАЛЬНА МАШИНА, ВИВІДНИЙ ПРИСТРІЙ, ВИВІДНИЙ ТРАНСПОРТЕР, ПАСИВНА ПОВЕРХНЯ, АКТИВНА ПОВЕРХНЯ, РОЗСТИЛАННЯ, СТЕБЛОВА СТРІЧКА ЛЬОНУ

Постановка проблеми. Вивідні пристрої льонозбиральних машин виконують процес розстилання стеблової стрічки льону на поверхні льоновища. Причому стеблові стрічки характеризуються такими показниками як відносна розтягнутість та перекіс стебел у стрічці, товщина стрічки. Актуальним є підвищення якості розстилання стеблової стрічки льону на підставі удосконалення

конструкції та обґрунтування параметрів вивідних пристроїв льонозбиральних машин [1-4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить про те, що є багато теоретичних, експериментальних і теоретико-експериментальних досліджень присвячених саме вивідним пристроям льонозбиральних машин. Розроблення нових конструкцій вивідних пристроїв льонозбиральних машин продовжується у багатьох країнах світу. Необхідно відмітити роботи в цьому напрямку під керівництвом професора Г.А. Хайліса [1, 3, 4].

У льонозбиральних машинах застосовуються вивідні пристрої з активними, пасивними та комбінованими робочими органами. За функціональним призначенням вивідні пристрої льонозбиральних машин поділяють на такі, які можуть виконувати, крім розстилання стеблової стрічки, наступні операції: підрівнювання, перевертання, плющення, повертання стеблової стрічки [1-4]. Поєднати декілька операцій зі стебловою стрічкою у вивідному пристрої льонозбиральної машини є актуальним завданням [1-4].

Мета дослідження – проаналізувати роботу вивідного пристрою льонозбиральної машини.

Результати дослідження. Розміщений на льонозбиральній машині вивідний пристрій містить вивідний транспортер, пасивну і активну поверхні [3, 4]. Під час роботи льонозбиральної машини стеблова стрічка подається із вивідного транспортера на похилу пасивну поверхню, де рухаючись стеблова стрічка поступово повертається і на виході з нього падає на активну поверхню вивідного пристрою. Активна поверхня нахилена у бік своєї планки і до напрямку руху машини, здійснює коливальний рух. Стебла рухаються відносно похилої активної поверхні і коренями взаємодіють з її планкою, внаслідок чого стрічка підрівнюється. Далі стеблова стрічка з активної поверхні вивідного пристрою падає на льоновоще.

Функціями вивідного транспортера є: приймання стеблової стрічки від робочих органів льонозбиральної машини; транспортування стеблової стрічки; подавання стеблової стрічки на пасивну поверхню вивідного пристрою.

Функціями пасивної поверхні є: приймання стеблової стрічки від вивідного транспортера; повертання стеблової стрічки на кут біля дев'яносто градусів; спускання стеблової стрічки на активну поверхню вивідного пристрою. Функціями активної поверхні є: приймання стеблової стрічки від пасивної поверхні;

підрівнювання стеблової стрічки; спускання стеблової стрічки на льоновище.

До основних параметрів вивідного пристрою льонозбиральної машини належать: L_1 – довжина пасивної поверхні в зоні подавання стеблової стрічки від вивідного транспортера; L_2 – довжина пасивної поверхні в зоні спускання стрічки на активну поверхню; R – радіус пасивної поверхні.

На рис. 1 зображена схема у просторовій системі координат $O_1x_1y_1z_1$ для обґрунтування параметрів вивідного пристрою льонозбиральної машини. Відстані OE і DE відповідно дорівнюють L_1 і L_2 . Швидкість пасів вивідного транспортера у льонозбиральній машині дорівнює v_{TP} . Льонозбиральна машина рухається в напрямі осі O_1x_1 зі швидкістю v_M .

Рухаючись на похилій пасивній поверхні ODE , з положення C_0K_0 в положення CK (рис. 1), стебла повертаються на кут біля дев'яносто градусів. Криві C_0C та K_0K умовно відображають траєкторії руху характерних точок стебел льону (відповідно центра мас та кінця кореня стебел). Оскільки під час повертання стебел їх корені описують траєкторії K_0K , то довжина L_1 рівна сумі $OK_0 + K_0E$, тут OK_0 – частина довжини L_1 , яка забезпечує приймання стрічки, а відстань $K_0E = a$ потрібна для повертання стрічки.

Приймання стеблової стрічки забезпечується, якщо $OK_0 \approx l_{сер}$, де $l_{сер}$ – середня довжина стебла льону. Враховуючи відносну розтягнутість стебел у стрічці та умови падіння стрічки на пасивну поверхню, необхідно, щоб $OK_0 \approx k_1 \cdot l_{сер}$, де $k_1 = 1,1 \dots 1,2$ – коефіцієнт для уточнення поздовжніх габаритів пасивної поверхні вивідного пристрою. Тому, для обґрунтування довжини пасивної поверхні в зоні подавання стеблової стрічки одержимо:

$$L_1 \approx k_1 \cdot l_{сер} + a. \quad (1)$$

З аналогічних міркувань визначається довжина L_2 , яка дорівнює сумі $DK + KE$, де $DK \approx l_{сер}$, а $KE = b$ – відстань, яка необхідна для повертання стрічки. Якщо врахувати умови падіння стрічки та можливе відносне зміщення стебел у стрічці під час повертання, то $DK \approx k_2 \cdot l_{сер}$, де $k_2 = 1,12 \dots 1,20$ – коефіцієнт для уточнення поперечних габаритів активної поверхні вивідного

пристрою. Отже, для обґрунтування довжини пасивної поверхні в зоні спускання стеблової стрічки на активну поверхню одержимо:

$$L_2 \approx k_2 \cdot l_{cep} + b. \quad (2)$$

Із практики експлуатації експериментальної льонозбиральної машини, яка обладнана розробленим вивідним пристроєм, та з інших міркувань приймаємо, що $a \geq b$ і $a = 0,05 \dots 0,10$ м.

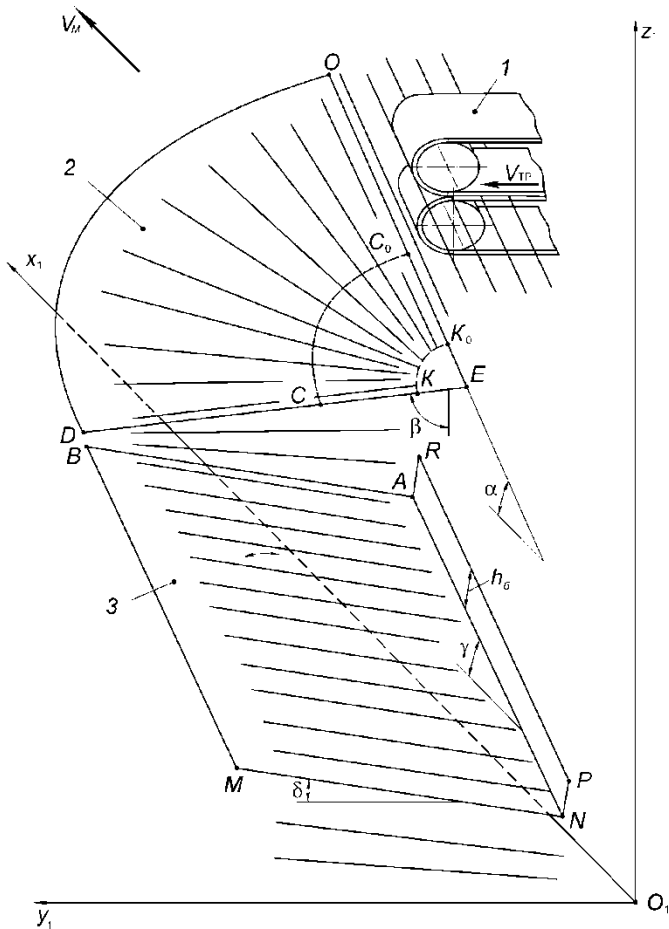


Рис. 1 – Схема до аналізу роботи вивідного пристрою льонозбиральної машини : 1 – вивідний транспортер; 2 – пасивна поверхня; 3 – активна поверхня.

Висновки. За середньої довжини стебла льону $l_{\text{сеп}} = (l_{\text{мін}} + l_{\text{макс}}) / 2 \approx (0,70 + 1,30) / 2 = 1$ м, де $l_{\text{мін}}$ і $l_{\text{макс}}$ – відповідно мінімальна і максимальна довжина стебла [1-4], та при менших значення коефіцієнтів k_1 і k_2 , визначимо L_1 і L_2 за формулами (1) і (2): $L_1 \approx 1,1 \cdot 1 + 0,1 = 1,2$ м; $L_2 \approx 1,12 \cdot 1 + 0,08 = 1,2$. Приймали: $a = 0,1$ м; $b = 0,08$ м. Отже, отримаємо: $L_1 = L_2 = 1,2$ м.

Кінці коренів стебел стрічки під час руху описують криву K_0K на пасивній поверхні вивідного пристрою та приймаючи умову, що $b \leq a$, радіус пасивної поверхні R дорівнює L_1 .

Література

1. Хайлис Г.А. Теория льноуборочных машин / Хайлис Г.А. – М.: Росинформагротех, 2011. – 322 с.
2. Depoortere [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.depoortere.be/>. – Title from the screen.
3. Толстушко М.М. Обґрунтування параметрів і режиму роботи підрівнювача-розстилача стрічки стебел льону: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11 / Толстушко Микола Миколайович. – Луцьк, 2004. – 229 с.
4. Толстушко М.М. Розстиральні пристрої льнозбиральних машин / Толстушко М.М., Хайліс Г.А., Толстушко Н.О. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2014. – 160 с.

УДК 631.35:633.521

© М.М. Толстушко, к.т.н., С.Ф. Юхимчук, к.т.н.,
Н.О. Толстушко, к.т.н., А.В. Силивонюк, к.т.н.
Луцький національний технічний університет
DOI: <https://doi.org/10.36910/agromash.vi43.213>

ДИНАМОМЕТРУВАННЯ ВИВІДНОГО ПРИСТРОЮ ЛЬОНОЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

У статті наведено методику та результати динамометрування вивідного пристрою льнозбиральної машини. Визначено тягове зусилля приводу вивідного пристрою льнозбиральної машини.

ЛЪОНОЗБИРАЛЬНА МАШИНА, ВИВІДНИЙ ПРИСТРІЙ, ВІЗОК, ПРИВОД, ТЯГОВЕ ЗУСИЛЛЯ, ДИНАМОМЕТРУВАННЯ, СТРІЧКА ЛЬОНУ

Постановка проблеми. Наявні вивідні пристрої льонозбиральних машин повинні забезпечувати якісне розстилання стеблової стрічки льону на льоновищі. Робота цих пристроїв льонозбиральних машин у значній мірі впливає на важливі характеристики стеблових стрічок льону. Отже, актуальним завданням є забезпечення високої якості розстилання стеблової стрічки льонозбиральними машинами [1-4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить про те, що є велика кількість наукових робіт присвячених вивідним пристроям льонозбиральних машин [1-4]. Значний обсяг робіт в цьому напрямку проведено професором Г.А. Хайлісом та учнями його наукової школи. Дослідження роботи вивідних пристроїв льонозбиральних машин продовжується [1-4].

Мета дослідження – визначити у лабораторних умовах тягове зусилля приводу вивідного пристрою з активною робочою поверхнею льонозбиральної машини.

Результати дослідження. Лабораторна установка для динамометрування вивідного пристрою з активною робочою поверхнею льонозбиральної машини (рис. 1) була встановлена на основі тягового візка 1, ґрунтового каналу 2 і виготовленого раніше вивідного пристрою 3 для льонозбиральної машини [2, 3]. На краю тягового візка була закріплена рамка, до якої під кутом до горизонту були приварені паралельні прутки 4 та вуха для кріплення вивідного пристрою. Тяговий візок 1 переміщувався на рейках ґрунтового каналу 2 за допомогою закріпленого до візка троса 5, який намотувався на лебідку. Опорно-приводне колесо вивідного пристрою опиралось на втрамбований до певної твердості ґрунт каналу [2, 3].

Для динамометрування вивідного пристрою був спеціально виготовлений динамограф 6, який з'єднувався з тросом 5. Для визначення тягового зусилля приводу вивідного пристрою льонозбиральної машини на основі динамометра ДПУ-0,2-2 виготовлений динамограф, зображений на рис. 2 [2, 3].

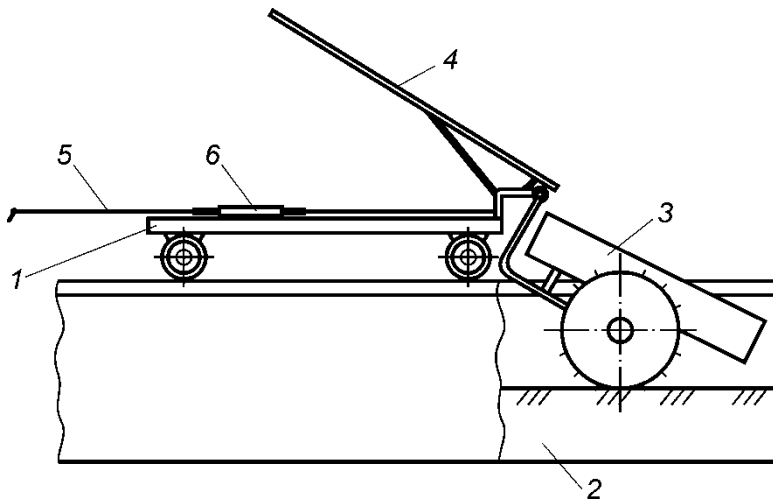


Рис. 1 – Схема установки для динамометрування вивідного пристрою льонозбиральної машини у лабораторних умовах: 1 – тяговий візок; 2 – ґрунтовий канал; 3 – вивідний пристрій; 4 – прутки; 5 – трос; 6 – динамограф.

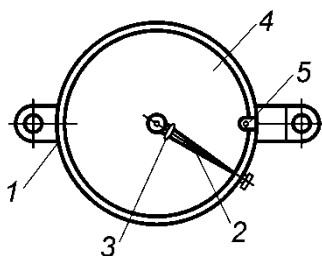


Рис. 2 – Схема динамографа: 1 – динамометр; 2 – конусний стрижень; 3 – кільце; 4 – білий цупкий папір; 5 – затискач.

У даному динамометрі ДПУ-0,2-2 була демонтована заводська стрілка. На циферблат динамометра 1 накладалась і фіксувалась копірка та білий цупкий папір таким чином, щоб фарбувальна сторона копірки торкалась паперу. Замість стрілки на вісь динамометра 1 встановлювався конусний стрижень 2, на який надівалось кільце 3, яке могло обертатись на стрижні і торкатись паперу 4, закріпленого на циферблаті затискачем 5. Під час

коливання конусного стрижня кільце поступово переміщувалось вздовж його осі.

Спочатку проводили динамометрування тягового візка (рис. 3). Для цього на прутки вкладали стеблову стрічку льону, до гака тягового візка і кінця троса кріпили динамограф, кільце якого розміщувалось біля його осі. За допомогою лебідки переміщували тяговий візок вздовж ґрунтового каналу. У кінці каналу візок зупиняли, знімали динамограф і виймали з нього верхній папір, попередньо відмітивши на ньому нульовий рівень шкали динамометра. На папері, за рахунок притискання його кільцем до кальки, викреслювалась траєкторія руху кільця завдяки коливанням стрижня. Відмічали дві крайні точки на отриманій траєкторії. Визначали радіуси положення цих точок. Від більшого радіуса віднімали менший і отриману відстань ділили на три ділянки. Розглядали зону, що відповідає товщині середньої ділянки. При цьому через центр паперового диска проводили пряму, яка проходить через точки даної зони, що відповідають найчастішому положенню стрижня. Визначали кут між даною прямою і рискою, що відповідає нульовому рівню, відкладали цей кут від нульового рівня циферблата динамометра і отримували характерне тягове зусилля на привод візка. Брالی чистий паперовий диск та проробляли аналогічно наступні досліди [2, 3].

Тягове зусилля приводу вивідного пристрою визначали для двох випадків, коли палець його коромисла розміщувався біля центру обертання опорно-приводного колеса і коли – на його периферії. Тут покази динамографа знімались аналогічно як і для визначення тягового зусилля приводу візка.

Досліди проводились у триразовій повторюваності. Отримані значення тягових зусиль фіксувались у зошиті і оброблялись. Після чого, віднімаючи від тягового зусилля приводу візка з вивідним пристроєм тягове зусилля приводу тільки візка, визначали тягове зусилля приводу вивідного пристрою.

Ґрунт у каналі зволожувався до вологості 20...22 % і ущільнювався до твердості 80...90 Н/см². Для дослідів бралась стеблова стрічка таких характеристик: довжина стебел – 74...83 см, вологість – 52 %, стебла обчисані, товщина стрічки – 6...9 мм.

Тягове зусилля на привод вивідного пристрою визначали на середній швидкості руху візка – 2 м/с [2, 3].



Рис. 3 – Визначення тягового зусилля приводу вивідного пристрою у лабораторних умовах

Висновки. Після аналізу одержаних результатів, виключення тягового зусилля на переміщення візка, встановлено, що тягове зусилля приводу вивідного пристрою під час роботи вхолосту становить для випадку, коли палець коромисла розміщувався біля центра обертання опорно-приводного колеса – 84,3 Н, а коли на периферії колеса – 87,8 Н. Коли ж вивідний пристрій виконує розстилення з одночасним підрівнюванням стеблової стрічки, то тягове зусилля приводу вивідного пристрою у першому випадку склало 109,2 Н, а в другому – 117,4 Н [2, 3].

Література

1. Хайліс Г.А. Теория льноуборочных машин / Хайліс Г.А. – М.: Росинформагротех, 2011. – 322 с.
2. Толстушко М.М. Обґрунтування параметрів і режиму роботи підрівновача-розстилача стрічки стебел льону: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11 / Толстушко Микола Миколайович. – Луцьк, 2004. – 229 с.
3. Толстушко М.М. Розстиляльні пристрої льнозбиральних машин / Толстушко М.М., Хайліс Г.А., Толстушко Н.О. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2014. – 160 с.
4. Толстушко Н.О. Рулонні прес-підбирачі / Толстушко Н.О., Хайліс Г.А., Толстушко М.М. – Луцьк: ІВВ Луцького НТУ, 2018. – 164 с.

УДК 631.173

© І.О. Хітров, к.т.н., Я.О. Бабич, к.т.н., В.Г. Нікітін, к.т.н.,
О.З. Бундза, к.т.н.

Національний університет водного господарства та природокористування

DOI: <https://doi.org/10.36910/agromash.vi43.214>

КЛЮЧОВІ СТАНДАРТИ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПОКУПЦІВ ПРИ КУПІВЛІ ТЕХНІКИ НА ПІДПРИЄМСТВІ ДИЛЕРА

Стаття присвячена ключовим стандартам якості обслуговування покупців на дилерському підприємстві. Стандарти розкривають найважливіші аспекти взаємовідносин між покупцем та дилерським підприємством. Проаналізовано виконавчі функції обслуговуючого персоналу та його роль в організації технічного сервісу машин. Наведено експертну оцінку ефективності роботи дилера і підприємства в цілому. Намічено напрямки подальших наукових досліджень щодо можливості їх застосування в подальшій практичній діяльності.

ДИЛЕР, ДИЛЕРСЬКЕ ПІДПРИЄМСТВО, СТАНДАРТИ ДИЛЕРА, ПОКУПЕЦЬ

Постановка проблеми. У світовій практиці, незалежно від організаційних форм обслуговування техніки, відповідальність за її роботоздатність протягом усього періоду експлуатації лежить на фірмі-виробнику. Причому цей принцип закріплено законодавчими актами, які забороняють продаж технічних засобів без організації їх технічного обслуговування через мережу незалежних дилерських підприємств. Близько 90% компаній-виробників техніки у світі працюють саме за такими принципами. Необхідність створення дилерської мережі в Україні не викликає сумнівів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наукові джерела містять відносно невелику кількість публікацій, присвячених особливостям діяльності дилерських сервісних підприємств з сільськогосподарських, будівельних, дорожніх, меліоративних машин. Значний внесок у вирішенні питань, пов'язаних з функціонуванням дилерських підприємств внесли такі вчені як В.П. Бичков, Я.К. Білоусько, В.В. Волгін, П.І. Гайдуцький, П.А. Денисенко, В.О. Питулько, Г.М. Підлісецький, П.Т. Саблук, В.С. Шебанін та інші. Проте, незважаючи на високий науковий рівень робіт, окремі аспекти цієї багатогранної проблеми залишаються недостатньо дослідженими, зокрема з розробки

стандартів якості обслуговування покупців.

Запровадження та підтримання ключових стандартів задоволення покупців при купівлі техніки дозволить здійснити логічний крок в постійному рухові до лідерства стосовно задоволення потреб покупців і допоможуть структурувати найважливішу ланку виробничого процесу – «дилер-покупець».

Метою досліджень є обґрунтування організаційних засад формування стандартів якості обслуговування покупців при купівлі техніки на дилерському підприємстві для оцінки ефективності його роботи.

Результати дослідження. Формування сучасного ринку машин, технічних та виробничих послуг, особливо в умовах фінансово-економічної кризи, вимагає запровадження нових підходів у взаємовідносинах між його суб'єктами [1].

Основою розвитку дилерських підприємств є всебічне задоволення покупців з наданням послуг найвищого рівня. З метою допомоги дилерам визначити напрямки та ступінь ефективності їх діяльності необхідно розробити стандарти задоволення потреб саме покупців (клієнтів).

Необхідно врахувати, що для того, щоб завоювати нового покупця, може знадобитися в п'ять разів більше зусиль. Більш того, задоволені покупці не тільки повертатимуться на обслуговування, ремонт та за новою технікою – вони також рекомендуватимуть дане підприємство та його дилерів своїм знайомим.

Стандарти якості обслуговування – це зусилля всього дилерського підприємства та їх майбутній успіх залежить від всіх дилерів, що запроваджують і притримуються їх. Вони забезпечують якісний фокус та напрям для персоналу дилерського підприємства (табл. 1).

Стандарти покривають найбільш важливі аспекти взаємовідносин між покупцем та дилерським підприємством. Виконання всіх стандартів є запорукою цілковитої задоволеності покупців, гарантією їхньої прихильності, а отже джерелом прибутку на довгий час. Разом з тим, для покупців немає різниці між продажом та технічним сервісом, вони сприймають дилерське підприємство як єдине ціле. Це означає, що забезпечення постійно високих стандартів обслуговування покупців досягається спільними зусиллями всієї команди.

Таблиця 1 - Стандарти якості обслуговування покупців під час придбання техніки

Стандарт	Чому це є Стандартом	Кого це стосується
1	2	3
1. Протягом двох хвилин після прибуття покупця ввічливо зустріти і повідомити, що на запит його обслуговує дилер	Час та теплота зустрічі при першому гарному враженні (і не тільки першого) допомагають покупцям освоїтися в незнайомому навколишньому середовищі	Це стосується кожного у дилерському підприємстві
2. Дилеру повинен виявити інтереси покупця і встановити доброзичливі стосунки, прислуховуючись та визначити його потреби	Задаючи правильні запитання дилер може створити атмосферу довіри та порадити покупцю відповідну техніку. Знання та відношення дилера сильно впливають на покупця	В першу чергу це стосується дилера, персоналу відділу продажу. Але будь-який співробітник, що розмовляє з покупцем, повинен проявляти інтерес для того, щоб допомогти йому
3. Персонал відділу продажу за необхідності повинен надати покупцю всі необхідні пояснення. У покупця повинно залишитися приємне враження від покупки	Надання всієї необхідної інформації в чіткій та дружній манері допомагає побудувати відносини і більш імовірно веде до покупки	Такий підхід застосовується на кожній стадії процесу продажу і включає відповідальних за фінансування та зустрічний продаж

Продовження табл. 1

1	2	3
<p>4. Використовуючи контрольний листок, дилер поставити техніку у бездоганному стані в узгоджений час</p>	<p>Поставка – це особлива подія. Все повинно бути абсолютно правильно. Використання контрольного листа демонструє старанність та підвищує задоволення покупця.</p>	<p>Кожен хто займається обробкою документів на техніку, її обслуговуванням, перевіркою та поставкою повинен забезпечити повну підтримку персоналу відділу продажів</p>
<p>5. Дилер познайомить покупця з командою відділу сервісу/запчастин, щоб забезпечити впевненість в тому, що за покупця піклуються протягом всього періоду, коли він є власником</p>	<p>Робота, виконана персоналом відділом продажу зі становленню гарних відносин з покупцем, має бути продовжена персоналом, який займається обслуговуванням після продажу. Гідне знайомство – перший крок</p>	<p>Персонал відділів сервісу та запчастин завжди повинен знаходити час, щоб зустрітися з новими покупцями дилерського підприємства та розповісти про весь діапазон обслуговування після продажу</p>
<p>6. Дилер зв'яжеться з усіма покупцями через 3-5 днів після поставки</p>	<p>Важливо переконатися, що покупці повністю задоволені придбаною технікою</p>	<p>У випадку виникнення проблем дилер повинен «взяти проблему в свої руки» та негайно владнати її. Тут може знадобитися допомога будь-якого відділу</p>

При купівлі техніки дилер повинен представити покупцю такі необхідні документи: керівництво з експлуатації; інструкцію з монтажу, пуску, регулюванню і обкатування; паспорт (формуляр); етикетку; каталог деталей та складальних одиниць; норми витрат запасних частин; норми витрат матеріалів; відомість запасних частин і виробів; відомість експлуатаційних документів [2].

Після продажу техніки дилери надсилають інформацію про покупців, до відділу контролю за рівнем сервісу. Інформація повинна містити наступні відомості:

1. Повну назву дилерського підприємства, через який було продано техніку.
2. Ім'я та прізвище дилера з продажу техніки, який обслуговував цього покупця.
3. Інформацію про техніку.
4. Дату отримання техніки дилерським підприємством.
5. Дату продажу.
6. Інформація про покупця (назва організації, якій продано техніку з зазначенням повної контактної адреси).
7. Інформація про проведення відповідного технічного обслуговування або ремонту (дата, вид робіт тощо).

Базуючись на стандартах задоволення потреб покупців, можна розробити анкети для виявлення ефективності роботи відділів сервісу, запчастин та продажу техніки. Анкетування дозволить покращити роботу відділів дилерського підприємства та краще зрозуміти, в якому напрямку необхідно поліпшити технічний сервіс (рис. 1).

Для ефективності отриманих результатів анкетування бажано проводити шляхом телефонного опитування покупців не пізніше двох тижнів після того, як вони придбали техніку або проведеного обслуговування.

Дилер з продажу, працівник з технічного сервісу може набрати максимальну кількість балів (100) у випадку, якщо покупець буде «цілком задоволений» усіма аспектами роботи, і набрати нуль балів, якщо покупець залишиться «абсолютно незадоволеним». Відповідно до цього підраховується вартість кожної відповіді покупця. Усім покупцям, які дали відповіді на поставлені запитання, надсилається лист з подякою та невеличкий сувенір.



Дилер

Дата розмови ➤

Дата обслуговування ➤

Покупець _____
 Посада _____
 Назва організації _____
 С/г машина, марка, рік _____

Контактна адреса покупця

АНКЕТА

Після отримання машини, наскільки Ви задоволені якістю обслуговування в таких аспектах:	Абсолютно не задоволений	Не задоволений	Не зовсім задоволений	Значною мірою задоволений	Цілком задоволений
1. Наскільки швидко співробітники відділу змогли приділити Вам увагу?	0 <input type="checkbox"/>	3,0 <input type="checkbox"/>	6,2 <input type="checkbox"/>	9,5 <input type="checkbox"/>	12,5 <input type="checkbox"/>
2. Чи був персонал ввічливий та уважний до Вас?	0 <input type="checkbox"/>	3,0 <input type="checkbox"/>	6,2 <input type="checkbox"/>	9,5 <input type="checkbox"/>	12,5 <input type="checkbox"/>
3. Чи отримали Ви вичерпну інформацію про машину, яка Вас цікавила?	0 <input type="checkbox"/>	3,0 <input type="checkbox"/>	6,2 <input type="checkbox"/>	9,5 <input type="checkbox"/>	12,5 <input type="checkbox"/>
4. Чи отримали Ви машину у бездоганному стані?	0 <input type="checkbox"/>	3,0 <input type="checkbox"/>	6,2 <input type="checkbox"/>	9,5 <input type="checkbox"/>	12,5 <input type="checkbox"/>
5. Чи отримали Ви машину бажаної комплектації?	0 <input type="checkbox"/>	3,0 <input type="checkbox"/>	6,2 <input type="checkbox"/>	9,5 <input type="checkbox"/>	12,5 <input type="checkbox"/>
6. Чи отримали Ви машину протягом терміну, про який домовлялися попередньо?	0 <input type="checkbox"/>	3,0 <input type="checkbox"/>	6,2 <input type="checkbox"/>	9,5 <input type="checkbox"/>	12,5 <input type="checkbox"/>
7. Чи задоволені Ви послугами дилера?	0 <input type="checkbox"/>	3,0 <input type="checkbox"/>	6,2 <input type="checkbox"/>	9,5 <input type="checkbox"/>	12,5 <input type="checkbox"/>
8. Чи були Ви після придбання представлені співробітникам відділу Сервісу та Запчастих?	0 <input type="checkbox"/>	3,0 <input type="checkbox"/>	6,2 <input type="checkbox"/>	9,5 <input type="checkbox"/>	12,5 <input type="checkbox"/>
9. Що в організації роботи дилерського підприємства, з Вашої точки зору, потребує вдосконалення?	_____				

Код дилера

Загальна оцінка роботи дилера

Рис. 1 – Анкета опитування покупців щодо ефективності роботи відділу продажу машин

Отримані дані обробляються співробітниками відділу контролю та надаються генеральним менеджерам дилерського підприємства на щомісячних нарадах. В кінці кожного календарного періоду проводиться їх систематизація та узагальнення у наведеній нижче формі:

1. Для кожного співробітника підраховується результат опитування по кожному пункту кожного питання щомісячно (рис. 2). Кількість та відсоткове співвідношення відповідей покупця (за десятибальною системою) для кожного співробітника містяться в обліковій картці відповідного відділу дилерського підприємства. Ці дані можуть допомогти визначити слабкі місця та проблемні зони роботи кожного співробітника.

2. Загальна кількість балів, набраних відділом, зводиться до спільної таблиці та підраховується їх середня кількість, набраних за поточний період, що дає можливість наочно порівняти ефективність роботи відділу за звітний період (рис. 3).

3. Загальні дані за поточний період також наводяться у таблиці якісного задоволення покупців різними аспектами їх обслуговування на дилерському підприємстві і допоможе визначити напрямки, на які необхідно звернути увагу відділу продажу (рис. 4).

4. Всі дані заносяться у спільну таблицю показників роботи співробітників, за допомогою якої можна порівняти їх показники роботи (рис. 5).

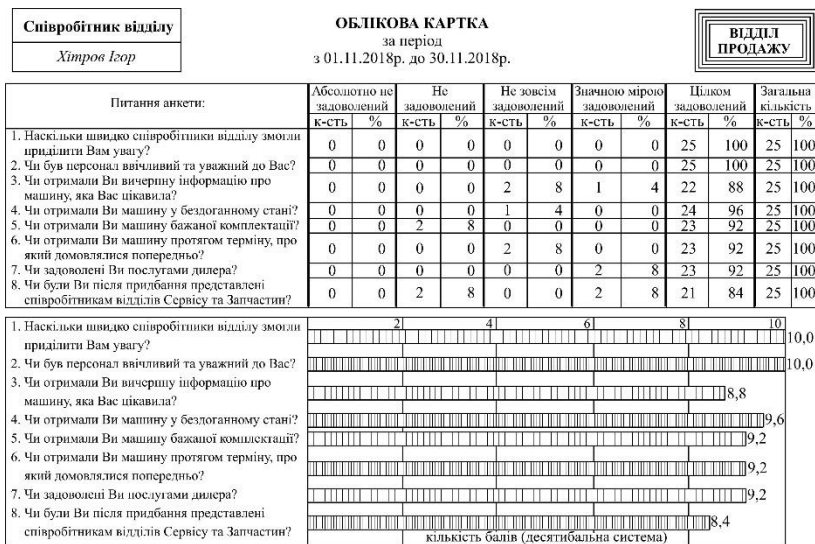


Рис. 2 – Облікова картка роботи співробітника відділу продажу машин

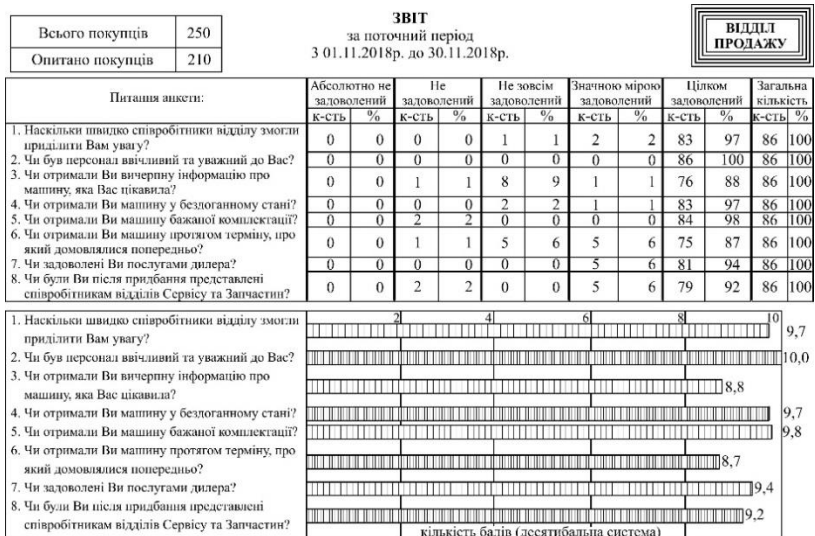


Рис. 3 – Порівняльний звіт за поточний період роботи відділу продажу машин



ЗАУВАЖЕННЯ КЛІЄНТІВ
які висловлювалися найчастіше
за період з 01.11.2018р. до 30.11.2018р.

Зауваження покупців	кількість	%
Не зовсім уважне ставлення	15	7,1
Немає інформації про подальше обслуговування	14	6,7
Дуже дорого	40	19,1
Тривалий термін поставки	15	7,1
Цілком задоволених	126	60
Кількість опитаних покупців	210	100

Рис. 4 – Облікова карта якісного обслуговування покупців



Рис. 5 – Узагальнені показники роботи співробітників відділу продажу

Висновки. Таким чином, розроблення і запровадження стандартів задоволення потреб покупців техніки дозволять систематизувати ефективність роботи дилерського підприємства в цілому і прийняти необхідні рішення для кожного відділу. Розвиток дилерських підприємств забезпечить підвищення надійності та ефективності використання техніки шляхом надання відповідних сервісних послуг.

Література

1. Хітров І.О. Організація технічного сервісу машин дилерським підприємством / І.О. Хітров, О.З. Бундза, Я.О. Бабиш / Збірник наукових статей «Сільськогосподарські машини». Вип. 40 – Луцьк, ЛНТУ, 2018. – С. 121-130.

2. Економічні аспекти державної технічної політики в агропромисловому комплексі / Білоусько Я.К., Дем'яненко М.Я., Питулько В.О., Товстопят В.Я. – Київ: ІАЕ, 2005. – 134 с.

3. Збірник матеріалів з питань захисту прав покупців сільськогосподарської техніки / під заг. ред. В. Ф. Шпака. – Київ: ВГО УААІ, 2005. – 64 с.

УДК 631.331

І.Є. Цизь, к.т.н., І.В. Квач, В.В. Цьось
Луцький національний технічний університет
В.В. Хвесик, В.В. Лавренчук
Любешівський технічний коледж Луцького НТУ
DOI: <https://doi.org/10.36910/agromash.vi43.215>

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗМІРУ КОМІРЧИНИ ГРАНУЛЮЮЧОГО ТРАНСПОРТЕРА

У статті наведена теоретичне обґрунтування до встановлення залежності розміру комірчини гранулюючого транспортера. Визначений раціональний склад та вологість органо-мінеральної суміші на основі сапропелю.

УСАДКА, САПРОПЕЛЬ, СУМІШ, ГРАНУЛА, СУШІННЯ, ВМІСТ, КОМІРЧИНА

Постановка проблеми. До відомих шляхів поліпшення фізико-хімічних властивостей мінеральних добрив шляхом створення їх повільно діючих форм належать: виготовлення полімерних добрив з регульованою швидкістю розчинення; капсулювання мінеральних добрив полімерним, органічним і неорганічним покриттям; виробництво комплексних гранульованих добрив із зв'язуючими домішками, які сповільнюють їх розчинність та підвищують ефективність дії.

Усі із наведених заходів спрямовані на підвищення коефіцієнту використання діючої речовини мінеральних добрив. Пролонгована, а у окремих випадках і заздалегідь запрограмована їх розчинність у воді різко зменшує втрати елементів живлення через вимивання, що знижує рівень засолення ґрунтових вод, забезпечуючи рослини поживними елементами відповідно до періоду вегетації.

Одним із найбільш доступних шляхів створення повільно діючих форм добрив є виробництво комплексних гранульованих добрив із використанням зв'язуючої матриці. У якості такої матриці можна використовувати органічний сапропель [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У процесі здійснення технологічних операцій виготовлення гранульованих органо-мінеральних добрив (ОМД) на основі сапропелю утворюється складна структура, у якій можна виділити 3 зони: 1 – органічна матриця; 2 – наповнювач (мінеральні добрива); 3 – міжфазний (адгезійний) шар. Характеристики такої структури залежить від режимів гранулювання та сушіння [2, 3].

У світовій практиці відома широка гама грануляторів, які використовуються у різних галузях промисловості [4, 5, 6], проте їх конструктивні особливості не дозволяють отримати якісні гранули ОМД на основі сапропелю.

Під час розробки нових конструкцій слід прагнути створити машину, що здатна працювати із сапропелем природної вологості та забезпечувати максимальний вихід товарної фракції кінцевої вологості. До таких нових конструкцій можна віднести пристрій для гранулювання органо-мінеральних добрив основою якого є гранулюючий сітчастий транспортер [7].

Значний вплив на кінцеві характеристики гранул, отриманих у такому пристрої, мають розміри комірчини гранулюючого транспортера та об'ємна усадка в процесі висушування.

Результати теоретичних та експериментальних досліджень процесу усадки капілярно-пористих колоїдних тіл, до яких можна віднести і гранульовані ОМД на основі сапропелю, наведені у праці А.В. Ликова [8].

Метою дослідження є встановлення закономірності для розрахунку розміру комірчини гранулюючого транспортера із врахуванням усадки гранули у процесі сушіння.

Результати дослідження. Багато матеріалів зменшують свої розміри протягом всього процесу сушіння. До таких матеріалів належать торф, шкіра, зерно, тісто, а також, як показують наведені у [9] дослідження, і органо-мінеральні суміші на основі сапропелю.

Аналіз цих досліджень показує, що зміна лінійних розмірів зі зміною його вологості відбувається за прямолінійним законом. Прямолінійність цієї залежності підтверджена багатьма дослідженнями та спостерігається коли градієнт вологості всередині матеріалу незначний. Рівняння таких прямих має вигляд

$$l = l_0 + a \cdot W, \quad (1)$$

де l - біжучий лінійний розмір зразка матеріалу, м; l_0 - лінійний розмір абсолютно сухого зразка матеріалу, м; a - експериментальний коефіцієнт, м/%; W - вологість матеріалу, % [8].

Коефіцієнт a рівний приросту лінійного розміру за певний приріст вологості, тобто [8]

$$a = \frac{dl}{dW} = tg\psi, \quad (2)$$

де ψ - кут нахилу прямої усадки матеріалу.

Проте для більш загального використанню залежність (1) можна записати у вигляді

$$l = l_0 \cdot (1 + \beta \cdot W), \quad (3)$$

де $\beta = \frac{dl}{l_0} \cdot dW$ - коефіцієнт лінійної усадки, який характеризує інтенсивність усадки, % [8].

Залежність (3) дозволяє розраховувати зміну лінійного розміру досліджуваного зразка у процесі сушіння, проте при м'якому режимі сушіння, тобто коли вологість матеріалу у будь-якій точці зразка однакова, аналогічна залежність має місце і для зміни об'єму зразка, тобто

$$V = V_0 (1 + \beta_v \cdot W), \quad (4)$$

де V - біжучий об'єм зразка, м³; V_0 - об'єм абсолютно сухого зразка, м³; β_v - коефіцієнт об'ємної усадки, % [8].

Проте у більшості випадків кінцевий об'єм зразка невідомий, але у якості вихідних даних відомий об'єм який займає зразок V_n за певної вологості W_n . Тоді за (4) маємо

$$V_n = V_0 \cdot (1 + \beta_v \cdot W_n).$$

Звідки

$$V_0 = \frac{V_n}{1 + \beta_v \cdot W_n}.$$

Після підстановки отриманого значення V_0 у (4) маємо

$$V = \frac{V_n \cdot (1 + \beta_v \cdot W)}{1 + \beta_v \cdot W_n}. \quad (5)$$

Отримана залежність дозволяє розрахувати значення об'єму частинки матеріалу за вологості W , якщо відомі початковий об'єм та вологість матеріалу. Проте можна розв'язувати й обернену задачу, тобто визначити який об'єм матеріалу початкової вологості

W_n слід взяти для того щоб після висушування до вологості W отримати необхідний його об'єм V .

З іншої сторони, відповідно до технічних умов, готові гранули ОМД повинні мати кулясту форму та діаметр у межах 2...6 мм. Тому враховуючи, що кінцевий об'єм частинки (гранули) органо-мінеральних добрив визначається об'ємом кулі, отримаємо

$$V_n = \frac{4 \cdot \pi \cdot r^3 \cdot (1 + \beta_v \cdot W_n)}{3 \cdot (1 + \beta_v \cdot W)} \quad (6)$$

де r - радіус гранули, м.

За отриману формулою можна розрахувати початковий об'єм матеріалу з вологістю W_n необхідний для отримання при вологості W сферичної гранули з радіусом r .

З іншої сторони початковий об'єм органо-мінеральної суміші визначається площею комірчин гранулюючого транспортера та товщиною шару матеріалу, що нанесений на нього, яка у свою чергу визначається зазором між кожухом шнека та підпірною пластиною [7].

Оскільки найбільш доцільним є використання сітки із квадратними комірчинами то можна записати

$$V_n = h \cdot b^2,$$

де h - товщина шару органо-мінеральної суміші на гранулюючому транспортері, м; b - сторона квадрата комірчини гранулюючого транспортера, м.

Введемо позначення $\lambda = \frac{h}{b}$ та після підстановки значення V_n у (6) і перетворень отримаємо

$$b = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot \pi \cdot r^3 \cdot (1 + \beta_v \cdot W_n)}{3 \cdot \lambda \cdot (1 + \beta_v \cdot W)}} \quad (7)$$

Практичне використання наведеної формули можливе за наявності визначеного експериментальним шляхом коефіцієнта об'ємної усадки β_v . З цією метою була розроблена методика та проведено дослідження усадки органо-мінеральних сумішей на основі сапропелю.

Дослідження проводили для сумішей до складу яких входило 10, 20 та 30% мінеральних компонентів. У якості мінеральних компонентів використовувались подвійний суперфосфат, калімагnezія та карбамід. Значення коефіцієнта об'ємної усадки отримані у результаті досліджень наведені у

таблиці.

Таблиця – значення коефіцієнта об’ємної усадки для органо-мінеральних сумішей на основі сапропелю

Вид мінерального компоненту	Вміст мінеральної частини у суміші, %		
	10	20	30
Суперфосфат	0,5979	0,3170	0,0170
Калімагnezія	0,0687	0,0788	0,0525
Карбамід	0,0461	0,1746	0,0076

Для вибору раціонального розміру комірчин гранулюючого транспортера побудуємо графічні залежності за формулою (7) для діапазону зміни радіуса кулі гранул $r = (1...3) \times 10^{-3}$ м, кінцевої вологості гранул $W = 5...15$ %, параметру $\lambda = 0.5...1.0$. Значення початкової вологості відповідають початковій вологості відповідної рецептури органо-мінеральної суміші, а значення β_v отримані експериментально для цих сумішей і наведені у таблиці.

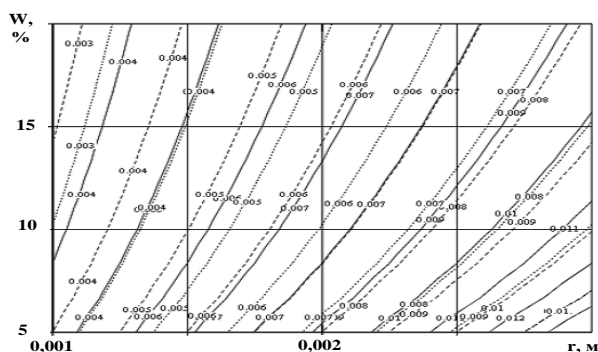


Рис. 1 – Графічні залежності розміру комірчини гранулюючого транспортера b (м) від кінцевих радіуса гранули r та вологості W для ОМД із вмістом 10% суперфосфату: — $\lambda = 0.5$; ---- $\lambda = 0.75$; $\lambda = 1.0$

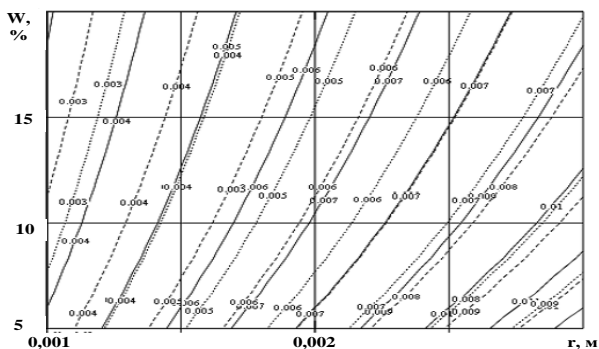


Рис. 2 – Графічні залежності розміру комірчини гранулюючого транспортера b (м) від кінцевих радіуса гранули r та вологості W для ОМД із вмістом 20% суперфосфату: — $\lambda = 0.5$; ---- $\lambda = 0.75$; $\lambda = 1.0$

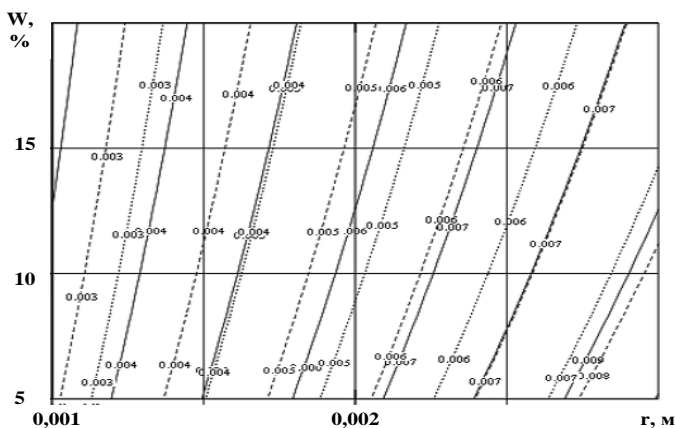


Рис. 3 – Графічні залежності розміру комірчини гранулюючого транспортера b (м) від кінцевих радіуса гранули r та вологості W для ОМД із вмістом 10% калімагnezії: — $\lambda = 0.5$; ---- $\lambda = 0.75$; $\lambda = 1.0$

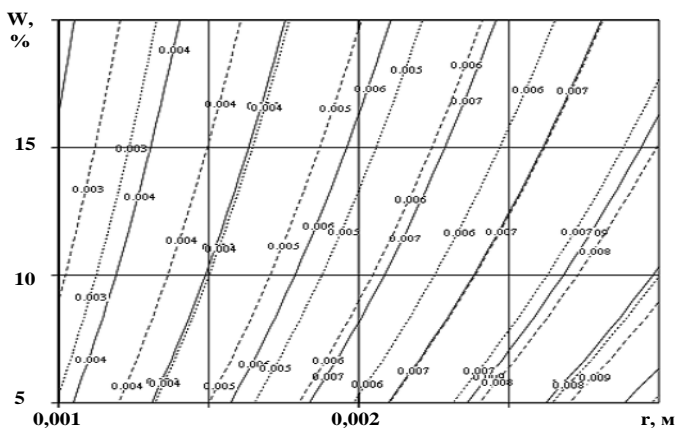


Рис. 4 – Графічні залежності розміру комірчини гранулюючого транспортера b (м) від кінцевих радіуса гранули r та вологості W для ОМД із вмістом 20% карбаміду: — $\lambda = 0.5$; ---- $\lambda = 0.75$; $\lambda = 1.0$

Висновки. Аналізуючи отримані графічні залежності (рис. 1-4) можна зробити такі висновки:

- для усіх видів органіно-мінеральних добрив (сапропель+суперфосфат, сапропель+калімагnezія, сапропель+карбамід) можна підібрати співвідношення між органічною та мінеральним частинами при яких початковий розмір сторони квадрата комірчини гранулюючого транспортера буде складати 8...10 мм, а кінцевий діаметр гранул не перевищуватиме 6 мм;

- кінцева вологість гранул повинна знаходитись у межах $W = 8...10$ %, а співвідношення між стороною квадрата комірчини гранулюючого транспортера та товщиною шару нанесеної суміші повинно знаходитись у межах $\lambda = 0.5...0.75$;

- найбільш технологічними, з точки зору забезпечення максимального розміру b є органіно-мінеральні суміші на основі сапропелю до складу яких входить 10-20 % суперфосфату, до 10 % калімагnezія та 10-20% карбаміду.

Література

1. Шевчук М. Й. Сапропелі України: запаси, якість та перспективи використання. –Луцьк: Надстир'я, 1996. -383 с.

2. Вирясов Г. П. Физические и технологические основы производства торфоминеральных гранулированных удобрений. Дис... докт. техн. наук.05.15.05 Минск, 1992. -451 с.
3. Вирясов Г. П., Лиштван И. И., Мееровский А. С. Тишкович А. В. Новые способы приготовления эффективных удобрений на торфяной основе. – Мн.: Наука и техника, 1979. -80 с.
4. Вилесов Н.Г. Процессы гранулирования в промышленности. - К.: Техніка, 1976. – 192 с.
5. Классен П.В. Гришаев И.Г. Основы техники гранулирования. М.: Химия, 1982. – 272 с.
6. Кучинкас З.М., Особов В.И., Фрегер Ю.Л. Гранулирование и брикетирование кормов. – М.: Агропромиздат, 1988. – С. 54-96.
7. Пат 54510 України, B01J2/20. Пристрій для гранулювання органо-мінеральних добрив / Цизь І.Є., Спетрук І.О. - №u201006320; Заявл. 25.05.10; Опубл. 10.11.2010. Бюл. № 21. -3 с.
8. Лыков А.В. Теория сушки. – М.: Энергия, 1968. – 472 с.
9. Голій О.В. Дослідження усадки органо-мінеральних сумішей на основі сапропелю / Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. – Вип. 24. – Луцьк: Ред.- вид. відділ ЛНТУ, 2013. – с. 94-99.

УДК 631.358

© С.Ф. Юхимчук, к.т.н., С.М. Юхимчук, М.М. Толстушко, к.т.н., Л.М. Дацюк, к.т.н.
Луцький національний технічний університет
DOI: <https://doi.org/10.36910/agromash.vi43.216>

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ БРАЛЬНОЇ ЛАНКИ ЛАНЦЮГОВОГО ЛЬОНОБРАЛЬНОГО АПАРАТУ

У статті дано опис конструкції та принципу роботи принципово нового ланцюгового брального апарату, використання якого дозволить при збиранні льону усунути розтягнутість стебел у стрічці. А також, теоретично обґрунтовано основні параметри бральної ланки ланцюгового льонобрального апарату.

Постановка проблеми. До основних недоліків пасових апаратів відносяться розтягнутість стебел у стрічці, що формується, і обрив насінневих коробочок при розділенні стеблостою льону при

підведенні стебел до бральних рівчаків. У статті подане вирішення цих проблем на основі запропонування нової конструкції брального апарату з обґрунтуванням його параметрів, необхідних для його проектування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В існуючих пасових льнобральних апаратах стеблостій льону спрямовується до бральних рівчаків подільниками, які розділяють стеблостій і формують так звані пучки стебел. У результаті бокові стебла пучка нахилиються боковими прутками подільників, а центральні – ні. Виникає таке небажане явище як розтягнутість стебел у стрічці, що формується, - тобто стебла у стрічці зміщені одні відносно інших. А це в свою чергу збільшує ширину стрічки. Крім того при розділенні стеблостою на пучки відбувається обрив насінневих коробочок, так як стебла льону сплетені між собою. Щоб зменшити вказані недоліки пропонуємо принципово нову конструкцію брального апарату – ланцюгового типу (рис.1) [1].

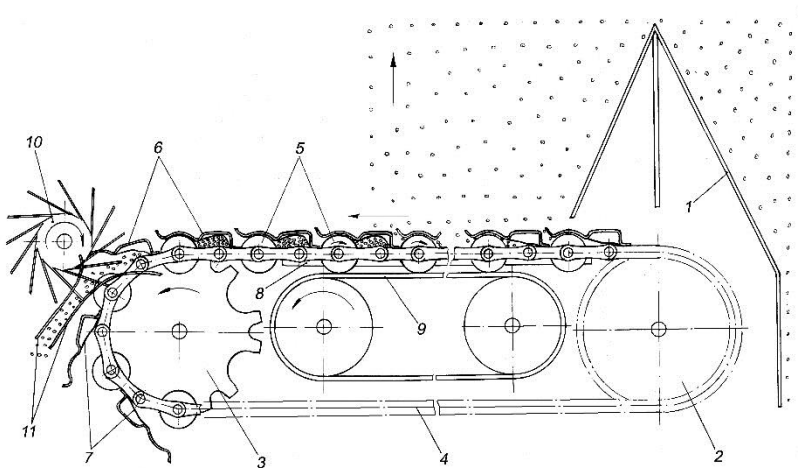


Рис.1 - Ланцюговий льнобральний апарат: 1 - польовий подільник; 2 - ведена зірочка; 3 - ведуча зірочка; 4 – ланцюг; 5 - бральні ролики, 6 - бральні пластини; 7 - гумові підтримувачі; 8 - опорний транспортер; 9 - привідний пас; 10 – відкидна крильчатка; 11 - направляючі прутки

Ланцюговий льнобральний апарат складається із рами (на рисунку не показана), на якій встановлені польовий подільник 1, бральний пристрій, що містить ланцюгову передачу, яка

складається із веденої 2 та ведучої 3 зірочок, ланцюга 4. На ланцюзі 4 закріплені бральні ролики 5, бральні пластини 6 і гумові підтримувачі 7. Знизу під робочою віткою ланцюгової передачі встановлений опорний транспортер 8, виконаний у вигляді бігової доріжки. За роликами розміщений привідний пас 9, а над ведучою зірочкою 3 ланцюгової передачі – вивідний пристрій у вигляді відкидної крильчатки 10 і направляючих прутків 11.

Ланцюговий льонобральний апарат працює наступним чином.

Обертальний момент від приводу машини чи трактора (в залежності від типу машини, на якій встановлений льонобральний апарат) через механізм приводу передається до ланцюгової передачі, привідного паса 9 та відкидної крильчатки 10. При русі машини по полю польовий подільник 1 відділяє стеблостій льону і при переміщенні ланцюга 4 стебла льону потрапляють у бральні рівчачки, утворені загнутими частинами бральних пластин 6 та бральними роликами 5, де і затискаються. Бральні ролики 5, контактуючи із віткою привідного паса 9, обертаються і переміщують стебла, що підтримуються бральними пластинами 6. При цьому затиснені стебла витягуються з ґрунту і, при подальшому обертанні бральних роликів 5, потрапляють в простір за бральними роликами 5, де утримуються гумовими підтримувачами 7 і так транспортуються. На виході з брального апарату за рахунок перегину ланцюга 4 на ведучій зірочці 3 бральні планки 6 відходять від бральних роликів 5, підштовхуються гумовими підтримувачами 7 та відкидною крильчаткою 10, викидаються з брального апарату і, ковзаючи по направляючих прутках 11, розстеляються по полю. Щоб робоча вітка ланцюгової передачі не провисала при бранні льону, вона спирається на опорний транспортер 8, виконаний у вигляді бігової доріжки. Тиск у бральних рівчачках регулюється одночасно по всій ширині захвату агрегату за допомогою збільшення натягу ланцюга 4 переміщенням веденої зірочки 2. Внаслідок відсутності подільників, які в інших бральних апаратах розділяють і підводять стеблостій льону до кожного брального рівчачка, зменшується розтягнутість стебел у стрічці та обрив насінневих коробочок. При роботі відбувається рівномірне забирання стебел, при цьому стебла, що затиснулись, і сусідні стебла, що тільки мають потрапити у бральний рівчак, знаходяться на віддалі на якій розрив зчеплених насінневих коробочок стебел не відбувається.

Використаний принцип брання стебел льону полягає у затисненні стебел між роликом, що обертається, чи пасом, що

рухається, і нерухомою притискною пластиною чи прутками використовується і в інших конструкціях бральних апаратів [2], [3] та обґрунтований у праці [4].

Мета досліджень. Метою даної статті є теоретичне обґрунтування основних параметрів ланцюгового льонобрального апарату, точніше бральної ланки, яке б підтвердило можливість подальшого проектування даної конструкції.

Для цього потрібно вирішити такі задачі: 1) підібрати швидкість руху ланцюга; 2) обґрунтувати крок розміщення бральних ланок на ланцюзі; 3) підібрати радіус ролика і кутову швидкість його обертання; 4) величину зони обхвату ролика притискною пластиною – зони затискання стебел у бральній ланці при бранні.

Результати дослідження. Для обґрунтування цих параметрів, як вихідні умови приймаємо, що ширина захвату брального апарату, по аналогії з існуючими, рівна $B=1,5$ м; швидкість руху машини – 8 км/год, тобто $v_m = 2,2$ м/с; густина стеблостою льону (приймаємо найбільш типове значення) $i_c = 1800$ шт./м²; середній діаметр стебла $d_c = 2$ мм.

Швидкість руху ланцюга вибираємо з таких міркувань, щоб стебла, які підходять до бральних секцій, зразу ж забирались. Це необхідно, щоб не виникало накопичення стебел перед бральним апаратом. І при забиранні, тобто затисканні, бранні і транспортуванні, відстань між сусідніми стеблами не збільшувалась – щоб не було обриву насінневих коробочок у переплетених між собою стеблах. Це можна досягнути, коли швидкість їх забирання і швидкість підведення стебел однакові, тобто коли швидкість переміщення бральних ланок (швидкість ланцюга) буде рівна швидкості машини $v_d = v_m = 2,2$ м/с.

За таких умов, якщо крок між бральними секціями t , то одна бральна секція забирає льон з площі рівній $S = B \cdot t$. А знаючи густоту стеблостою, можна знайти скільки стебел буде утримуватись у бральній секції на виході з апарату: $i_{o,c} = i_c \cdot S = i_c \cdot B \cdot t$. Простір, який будуть займати ці стебла, за умови пошарового їх розміщення буде: $i_{o,c} \cdot d_c^2$.

З конструктивних міркувань приймаємо, що відстань між роликами рівна діаметру ролика, тоді крок $t = 4 \cdot R$, де R - радіус ролика. Розмір утримуючої комірки, прив'язуючись до радіуса ролика, вибираємо $2R \cdot R = 2R^2$. В цій комірці повинні поміститися

усі стебла, вибрані однією бральною секцією, тобто $2R^2 = i_{б.с} \cdot d_c^2 = i_c \cdot B \cdot t \cdot d_c^2$.

Розв'яжемо систему рівнянь:

$$\begin{cases} t = 4 \cdot R, \\ 2R^2 = i_c \cdot B \cdot t \cdot d_c^2, \end{cases} \quad (1)$$

при $i_c = 1800$ шт/м², $B = 1,5$ м, $d_c = 0,002$ м отримаємо, що $R = 21,5$ мм, $t = 86$ мм.

Для визначення колової швидкості ролика, вдамося до наступних міркувань. Час, за який певна точка ланцюга, що рухається з швидкістю $v_{л}$, пройде відстань рівну ширині захвату B , становить $\tau = B/v_{л}$. За цей час стебла, що попадають у бральну секцію, за умови, що в зоні затискання між роликом і пластиною вони знаходяться одне біля одного, повинні пройти зону затискання і зібратися в утримуючій комірці: $\tau \geq \frac{i_{б.с} \cdot d_c}{v_k}$. Тобто колова

швидкість ролика вибирається з умови:

$$v_p = \frac{i_{б.с} \cdot d_c \cdot v_{л}}{B} = i_c \cdot t \cdot d_c \cdot v_{л} = 1800 \cdot 0,086 \cdot 0,002 \cdot 2,2 = 0,68 \text{ м/с.} \quad (2)$$

Приймаємо $v_p = 0,7$ м/с.

Визначимо необхідну величину зони затискання стебел у бральній секції при їх бранні. Для цього розглянемо схему на рис. 2.

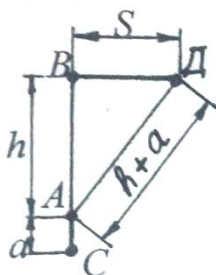


Рис. 2 - Схема до визначення величини зони затискання стебел у бральній секції: h - висота брання стебел – відстань від поверхні ґрунту до бральної секції; a - довжина, на яку потрібно витягнути стебло з ґрунту для повного обриву кореня, $a = 0,05$ м

Для того, щоб стебло витягнути з ґрунту потрібно, щоб точка його затискання в бральній секції перемістилась в просторі на відстань S - на схемі рис. 2 з точки B у точку D ($S = BD$) таким чином, щоб $AD = BA + AC = h + a$. За теоремою Піфагора знаходимо:

$$S = BD = \sqrt{AD^2 - BA^2} = \sqrt{(BA + AC)^2 - BA^2} = \sqrt{2 \cdot BA \cdot AC + AC^2} = \sqrt{2h \cdot a + a^2} \quad (3)$$

З цієї формули видно, що чим більша висота брання h тим більшу відстань повинна пройти точка затиску стебла в просторі. Тому беремо висоту h не більшу 0,2 м - $h = 0,2$ м. Звідси

$$S = \sqrt{2 \cdot 0,2 \cdot 0,05 + 0,05^2} = 0,15 \text{ м.}$$

Абсолютна швидкість переміщення точки затискання стебла, що витягується з ґрунту буде:

$$v \approx \sqrt{v_m^2 + (v_n - v_p)^2} = \sqrt{2,2^2 + (2,2 - 0,7)^2} = 2,66 \text{ м/с.} \quad (4)$$

Час за який стебло витягується з ґрунту складе:

$$\tau = \frac{S}{v} = \frac{0,15}{2,66} = 0,056 \text{ с.}$$

За цей час, затиснуте між роликком і пластиною стебло пройде відстань $S_p = v_p \cdot \tau = 0,7 \cdot 0,056 = 0,039$ м. Тобто зона затискання стебел у бральному рівчаку повинна бути не менша 39 мм. Кут обхвату ролика притискною пластиною при цьому складе:

$$\varphi_p = \frac{180^\circ \cdot S}{\pi \cdot R} = \frac{180^\circ \cdot 39}{3,14 \cdot 21,5} = 104^\circ.$$

Висновки. За встановлених параметрів компоувальна схема бральної ланки набуде наступного вигляду (рис. 3).

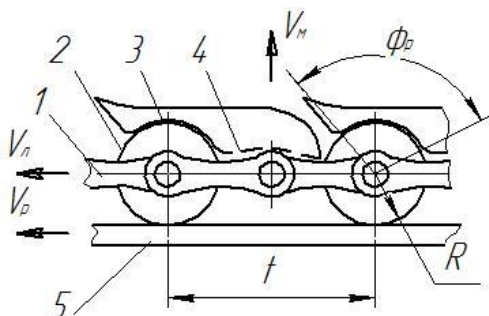


Рис. 3 - Компоувальна схема бральної ланки: 1 – ланцюг; 2 – бральний ролик; 3 – притискна пластина; 4 – підтримувач; 5 – опорний транспортер

Встановлено: 1) швидкість переміщення бральних ланок (швидкість ланцюга) рівна $v_n = 2,2$ м/с; 2) крок розміщення бральних ланок на ланцюзі $t = 86$ мм; 3) радіус ролика $R = 21,5$ мм;

4) колова швидкість ролика $v_p = 0,7$ м/с; 5) зона затискання стебел у бральному ривчаку повинна бути не менша 39 мм, кут обхвату ролика притискною пластиною $\varphi_p = 104^\circ$.

З врахуванням цього, можна виготовити макет ланцюгового брального апарату і досліджуючи його пересвідчитися в його роботоздатності.

Література

1. Пат. 75227 Україна, МКл А01D45/06. Ланцюговий льнобральний апарат./ С.Ф. Юхимчук, С.М. Юхимчук. (Україна) Заявл. 15.05.2004. Опубл. 15.03.2006. Бюл. № 3.

2. Пат. 25414А Україна, МКл А01D45/06. Льнобральний апарат / С.Ф. Юхимчук, Г.А. Хайліс (Україна) - № 9505232; Заявл. 12.05.95; Опубл. 30.10.98, Бюл. № 4.

3. Пат. 22515А Україна, МКл А01D45/06. Машина для збирання льону / Хайліс Г.А., Божидарник В.В., Горбовий А.Ю., Юхимчук С.Ф., Довгополок В.Ф., Дацюк Л.М., Клекоць Л.І., Ужегова О.А., Цикалюк Ю.О., Рудий С.М.(Україна) - № 97031357; Заявл. 25.03.97; Опубл. 17.03.98, Бюл. № 1.

4. Хайліс Г.А. Теория льноуборочных машин / Хайліс Г.А. - М.: Росинформагротех, 2011. – 322 с.

ANNOTATIONS - / - АННОТАЦИИ

Albota D. Substantiation of the parameters for the decorticator of the baler of roller stem-fiber mass of flax oily

The article deals with the directions of using the stem part of the flax oil crop. A machine for picking rolls of stem-fibrous flax on the field for making small fuel rolls, or for creating conditions for the subsequent maturation of the mass in order to obtain the fiber, is proposed. Interest in growing flax oil is due to many factors: demand for flax oil and high profitability of flax growing. An analysis of the world experience of using flax oily products shows that the important and urgent task today is to use all the potential of the plant with the least loss of fiber, seeds and waste. In order to ensure maximum destruction of wood and minimal damage to the fiber by rollers, it is important to know the physical nature of the process of destructing the stem structure during bending. An analysis of the process of decortication of fibrous materials was carried out and a functional scheme of the machine was proposed, which included a decorticator for the selection of stem-fiber mass of flax oily. The principle of operation of the machine: the conveyor picks up the stem-fiber mass and moves to the decorticator, in which there is a decrease of the elastic properties of the stems. After passing the raw material through the decorticator, the processed straw enters the compression chamber, in which the twisting occurs and the finished roll falls on the unloading conveyor, which feeds the roll onto the trailer. Demand for environmentally friendly products is increasing every day, so it is important to effectively utilize flax oily waste by reasonably processing it into fuel or fiber.

Альбота Д.С. Обоснование параметров декортикатора пресс-подборщика валков стебло-волокнуистой массы льна масличного

В статье указано на направления использования стеблевой части урожая льна масличного. Предложено машину для подбора валков Стеблов-волокнуистой массы льна на поле для изготовления малых топливных рулонов, или создание условий для дальнейшего лезания массы с целью получения волокна.

Brovarets O. Method of calculation of electrical conductivity of agrobiological soil medium by stationary contact method

Modern agriculture involves the implementation of a particular technological operation, according to the appropriate map-task, which is developed pre-based on diverse information. Knowledge of a certain structure of soil cover variability, obtained using information and technical systems of local operational monitoring of agrobiological state of agricultural lands, allows us to adopt effective operational decisions for efficient management of agrobiological potential of agricultural lands.

Obviously, under such conditions, there is a need for fundamentally new approaches to agricultural production, which is to ensure the proper

quality of technological operations. The quality of the implementation of technological operations is an integral indicator of the efficiency of production of agricultural products within the agrobiological field. The necessary quality of implementation of the basic technological processes in plant growing is provided by the integrated information and technical systems of operational monitoring of the agrobiological state of agricultural lands. This opens new prospects for organic farming using such "smart" agricultural machines.

In connection with this, the task is to obtain reliable data on the agrobiological state of the soil environment by reducing the error in determining the magnitude of the electrical conductive properties of the soil, providing individual stabilization of the working electrodes and the mechanism of lifting / lowering the working electrodes, copying inequalities of the soil environment, reducing the intensity of the destruction of the soil structure, self-cleaning of the working contact of the electrode and ensuring the stability of the electrical contact of the electrode with the soil, by instrument design perfection. The task is achieved by using the information and technical system of operational monitoring of the soil environment of the structure to determine the conductive characteristics of the soil environment.

The purpose of this study is to determine the critical loading at the loss of stability by thin-walled working electrodes made in the form of working electrodes of various shapes (thin-walled solid, three-spit and four-spindle discs with different thickness of the rim). Information and technical system of local-operational monitoring of agrobiological state of soil environment of different configurations with one-side compression. .

Key words: *information and technical system, local operational monitoring, soil, samples, variability, size, research.*

Броварец А.А. Методика расчета удельной электропроводности агробиологического почвенной среды стационарным контактным методом

Современное земледелие предполагает выполнение определенной технологической операции, согласно соответствующей картограммы-задачи, которая разрабатывается предварительно на основе разнообразной информации. Знание определенной структура variability почвенного покрова, полученных с использованием информационно-технических систем локального оперативного мониторинга агробиологического состояния сельскохозяйственных угодий, позволяет принять эффективные оперативные решения для эффективного управления агробиологическим потенциалом сельскохозяйственных угодий.

Очевидно, что при таких условиях возникает необходимость в принципиально новых подходах к ведению агропромышленного производства, заключается в обеспечении надлежащего качества выполнения технологических операций. Качество выполнения технологических операций является интегральным показателем

эффективности производства сельскохозяйственной продукции в пределах агробиологического поля. Необходимое качество выполнения основных технологических процессов в растениеводстве обеспечивается за счет интегрированных информационно-технических систем оперативного мониторинга агробиологического состояния сельскохозяйственных угодий. Это открывает новые перспективы для ведения органического земледелия с использованием таких «умных» сельскохозяйственных машин.

В связи с этим ставится задача получения достоверных данных о агробиологическом состоянии почвенной среды путем уменьшения погрешности при определении величины электропроводящих свойств почвы, обеспечение индивидуальной стабилизации рабочих электродов и механизма подъема / опускания рабочих электродов, копирование неровностей почвенной среды, уменьшения интенсивности разрушения структуры почвы, самоочистка рабочего контакта электрода и обеспечения стабильности электрического контакта электрода с грунтом, путем досконаления конструкции прибора. Поставленная задача достигается путем использования информационно-технической системы оперативного мониторинга состояния почвенной среды конструкции для определения электропроводящих характеристик почвенной среды.

Цель данного исследования является определение критической нагрузки при потере устойчивости тонкостенные рабочими электродами выполненными в виде рабочих электродов различной формы (тонкостенных сплошных, трехспицевое и четырехспицевых дисков с разной толщиной обода) информационно-технической системы локального-оперативного мониторинга агробиологического состояния почвенной среды различной конфигурации при одностороннем сжатии.

Ключевые слова: информационно-техническая система, локальный оперативный мониторинг, почва, пробы, вариабельность, величина, исследования.

Busnyuk V. Substantiation of the structure and parameters of the drum roller for cleaning flax oily

Traditional flax harvesting technologies are aimed at producing high quality seeds. They do not provide for the preservation of the stem part of the flax in a form suitable for further processing for the purpose of separation of the fiber. As shown by the results of research, during the cultivation of oil flax in the climatic conditions of the Western Polesie of Ukraine it is possible to get except seeds up to 40 kg / ha of straw with fiber content up to 21,0 ... 23,3%. It is advisable to process such a linseed straw into a single fiber having a wide range of uses. Thus, there is a problem with the justification of the technology of harvesting oil flax in the stages of early and early yellow ripeness, when the seeds and fiber are already ripe.

Known methods of accelerating the conditions under which it is possible to collect such seeds by desiccation of crops. The stems with the fiber

are also formed, but the fiber can be isolated from it only in the form of a bast. The world practice of primary processing of stems of bast crops shows that they use a technological operation to decorticate them. The introduction of new technology for the collection of oil flax will increase the profitability of its cultivation, since the obtained raw materials (seeds, fiber, fire, half) from the components of the crop of this crop is suitable for complex waste-free use.

The article proposes a technology for harvesting oil flax, which will provide the opportunity to obtain seeds and use the stalk, taking into account the quality of the fiber. The design of a roller top-lifting apparatus for use on a combine harvester, which takes into account the shortcomings of existing designs of top-lifting apparatuses, is considered. Dependencies are proposed to justify the structural - kinematic parameters of a pair of rollers, the calculation of which confirms the effectiveness of their work.

Буснюк В.В. Обоснование конструкции и параметров вальцового теребильного аппарата для уборки льна масличного

В статье предложена технология уборки масличного льна, которая обеспечит возможность получения семян и использования стеблестоя с учетом качества волокна. Рассмотрена конструкция вальцового теребильного аппарата для использования на зерноуборочном комбайне, в котором учтены недостатки существующих конструкций теребильных аппаратов. Предложены зависимости для обоснования конструктивно - кинематических параметров пары вальцов, расчёт которых подтверждает эффективность их работы.

Holota B., Kirchuk R., Tarasiuk V. Performance simulation of plant residues cutting roller and validation of its design

The modern technology of plant growing is in need of change. These technologies require new agricultural machines. Minimum tillage and direct seeding technology should now be used now. These technologies require new technological operations. There is preparation of the pile surface for machining and milling or grinding of the grilles.

The article provides an overview of cat designs. The process of grinding plant residues in the field was analyzed.

The crop residues (stubble, weed stems, straw rolls) are ground by special machines. Not only do they mow the crop residues, they are also crushed into particles up to 15 cm in length and evenly distributed throughout the field.

After such grinding, the plant residues are reliably covered with a layer of soil, even when cultivated with disc implements that are now widely used by farmers.

The proposed method makes it possible to calculate the parameters of a cat shredder of plant residues.

Голота Б.Н., Кирчук Р.В., Тарасюк В.В. Моделирование работы катки для измельчения растительных остатков и обоснование его параметров

В статье приведен обзор конструкций и выполнен анализ

процесса измельчения растительных остатков в поле для увеличения содержания органики в почве. Представлена модель работы катка и предложена методика расчета его параметров.

Дударев І.М., Гунько Ю.Л., Панасюк С.Г. Визначення конструктивних параметрів конічно-дискового льонобрального апарата.

Стаття присвячена дослідженню можливості використання конічно-дискового льонобрального апарата для збирання льону-довгунця та льону олійного, які переробляються з метою отримання короткого волокна. У статті було запропоновано конструкцію конічно-дискового льонобрального апарата, який можна встановлювати як на спеціалізованій льонозбиральній техніці, так і на зернозбиральному комбайні замість жатки. Також теоретично було обґрунтовано умову витягування стебел льону із ґрунту запропонованим конічно-дисковим льонобральним апаратом. Теоретичне дослідження дозволило отримати залежності для обґрунтування раціональних конструктивних параметрів конічно-дискового льонобрального апарата. У результаті експериментальних досліджень були визначені технічна та повна довжина стебел льону олійного та зусилля, що необхідне для витягування стебел із ґрунту. Враховуючи результати досліджень, було встановлено, що запропонований конічно-дисковий льонобральний апарат може бути використаний для збирання льону-довгунця та льону олійного.

Дударев И.Н., Гунько Ю.Л., Панасюк С.Г. Определение конструктивных параметров конусно-дискового льнотеребильного аппарата.

Статья посвящена исследованию возможности использования конусно-дискового аппарата для уборки льна-долгунца и льна масличного, которые перерабатываются с целью получения короткого волокна. В статье предложена конструкция конусно-дискового льнотеребильного аппарата, который можно устанавливать на специализированной льноуборочной технике и на зерноуборочном комбайне взамен жатки. Также теоретически было обосновано условие вытягивания стеблей льна из грунта предложенным конусно-дисковым льнотеребильным аппаратом. Теоретическое исследование позволило получить зависимости для обоснования рациональных конструктивных параметров конусно-дискового льнотеребильного аппарата. В результате экспериментальных исследований были определены техническая и полная длина стеблей льна масличного и усилие, которое необходимо для вытягивания стеблей из грунта. Учитывая результаты исследования, было установлено, что предложенный конусно-дисковый льнотеребильный аппарат может использоваться для уборки льна-долгунца и льна масличного.

Dudarev I., Khilchuk O., Kipen I. Research of the particle of bulk material movement by the sieve of the scissor-type separator.

Reducing the energy consumption of the separation process is a key

task in developing equipment for the separation of bulk materials or mixtures of materials. The main direction of reducing energy costs for the separation process is to choose a method of separation taking into account the physical and mechanical properties of the bulk material or mixture of materials. The gravitational separators are the most promising designs of separators. The principle of operation of the gravitational separators is based on consideration of the physical and mechanical properties of bulk materials. In the gravitational separators, energy is not consumed by the drive of working bodies or surfaces. The design of the gravitational scissor-type separator is proposed in the article, as well as the results of theoretical studies of the bulk material particles movement by the separator sieve are released in the article. The proposed design of the gravitational scissor-type separator allows separating of bulk materials with different physical and mechanical properties due to the change of the angle of installation of the sieves. In addition, the proposed scissor-type separator is compact and easy to operate, and does not require energy costs for the separation process. As a result of the study the equations and conditions for substantiation of the rational parameters of the gravitational scissor-type separator which consider the physical and mechanical properties of the bulk material were obtained.

Дударев И.Н., Хильчук А.С., Кипень И.А. Исследование движения частицы сыпучего материала по решетке сепаратора ножничного типа.

Разработка оборудования для сепарации сыпучих материалов или их смесей для разных областей промышленности должна происходить в направлении уменьшения энергоемкости технологического процесса. Одно из направлений уменьшения энергоемкости процесса сепарации и повышения его эффективности – это выбор способа сепарации сыпучих материалов или их смесей с учетом физико-механических характеристик материала. Наиболее перспективными в этом направлении конструкциями сепараторов являются гравитационные сепараторы, в принципе работы которых учтены физико-механические характеристики материалов и в которых, как правило, не используется электроэнергия для привода рабочих органов и поверхностей. В статье предложена конструкция гравитационного сепаратора сыпучих материалов ножничного типа и представлены результаты теоретических исследований движения частицы сыпучего материала по решетке сепаратора. Предложенная конструкция гравитационного сепаратора ножничного типа разрешает производить сепарацию сыпучих материалов и их смесей с разными физико-механическими характеристиками за счет изменения угла наклона решетки. Кроме того, предложенный сепаратор компактный и удобен в эксплуатации, а также процесс сепарации в нем происходит без использования электроэнергии. В результате теоретического исследования получены зависимости и условия, которые разрешают обосновать рациональные параметры предложенного сепаратора с учетом физико-механических характеристик сыпучих материалов.

Zabrodotska L., Petrov V., Kirchuk R., Khomych A. Improvement of rapeseed dryer design

The paper presents a theoretical generalization of existing rapeseed drying technologies and proposes a new solution that is to improve the technological process of rapeseed drying by intensifying drying by loosening

and mixing a layer of material in the drying chamber of the dryer. The need for loosening and mixing of dispersed agricultural material, in particular rapeseed, during the drying process is confirmed by the analysis.

The mechanical mixing system is located in the drying chamber of the dryer. This system is vertical augers. The augers move the seeds up and down. This loosens and mixes the grain layer.

The method of calculation of energy costs for the mixing system is proposed. This leads to the conclusion that it is advisable to use such drying methods.

The use of the proposed design of the drying chamber, as well as methods of calculating its parameters, will significantly reduce energy consumption in general.

***Забродоцька Л.Ю., Петров В.Л., Курчук Р.В., Хомич А.В.
Совершенствование сушилки семян рапса***

В статье приведен обзор методов и средств сушки семян рапса. Обоснована целесообразность модернизации сушилок механическими системами перемешивания слоя зерна. Предложена схема сушилки, позволяющая существенно уменьшить энергозатраты на процесс сушки мелкодисперсных сельскохозяйственных растительных материалов.

Kovalchuk N. Squares of the city of Lutsk and their functional significance

The article analyzes and reveals the functional significance of squares in urban ecosystems, based on the example of Lutsk. Their area is determined and the negative impact of urbanization processes on urban ecosystems and their place in human beings is considered. The main problems of city development and the formation of urban squares in urbanization are highlighted.

Keywords: square, city, ecosystem, green plants, phytomelioration, urbanization.

Ковальчук Н.П. Скверы города Луцка и их функциональное значение

В статье произведен детальный анализ и раскрыто функциональное значение скверов в городских экосистемах на примере г. Луцка. Определена их площадь и рассмотрено негативное влияние процессов урбанизации на городские экосистемы и место в них человека. Выделены главные проблемы развития города и формирование городских скверов в условиях урбанизации.

Ключевые слова: сквер, город, экосистема, зеленые насаждения, фитомелиорация, урбанизация.

Limont A., Limon Z.t. The specific load-carrying capacity and mass of trailers as means of flax stock transportation.

According to the technology of harvesting flax stock and under the conditions of transporting rolls from the field to the places of raw storage or to the points of their primary processing, along with other transportation means tractor and transportation units consisting of tractor of various classes and tractor trailers of the corresponding load-carrying capacity and tractor trains are used. During the research the trailers were divided into 2 groups. The first group consisted of the trailers produced in the factories of the former Soviet Union and the second group comprised trailers produced abroad. The samples of the 1st and 2nd groups included 15 and 21 trailer models each. The correlation between their nominal load-carrying capacity and mass of transportation means was accepted as the specific mass of trailers. The variation scale of the nominal load-carrying capacity of trailers from the 1st and 2nd groups amounted to 2-13 and 5-24 t respectively, the mean arithmetic values and average deviation amounting to 6.0 and 3.3 13.2 and 6.0 t respectively. The variation scale of the mass of trailers from the 1st and 2nd groups amounts to 0.7-6.34 and 1.2-7.1 t respectively, and their mean arithmetic values and mean square deviations being 2.8 and 3.6 2.1 and 1.6 t accorder to the same sequence. The specific load-carrying capacity of the 1st group trailers varied from 1.85 to 2.83, and of the 2nd group-from 3.38 to 5.50. The mean arithmetic value and the square mean deviation of the 1st division group of trailers amounted to 2.27 and 0.30, and of the 2nd group of trailers-from 4.29 to 0.58 respectively. According to the specified Student-t-test and Fisher's ration-test criteria the compared totalities of the specific load-carrying capacity of tractor trailers of various producers prove statistically different in both mean arithmetic values and dispersions. Between the specific load-carrying capacity of tractor trailers of the 1st and 2nd groups and their mass one can reveal the negative correlation amounting to minus 0.701 and minus 0.434 respectively. It has been found out that depending on the mass of trailers the change in the specific weight of their load-carrying capacity can be presented by the equations of negative slope-intercept form of the equation of a straight line. As for the trailers produced in the factories of the former Soviet Union and abroad, the equation absolute terms were 2.63 and 4.78 respectively. The slope-intercept forms of the equation amounted to 0.133 and 0.153 respectively. Taking into account the equation absolute members one can indirectly maintain that on the average the specific load-carrying capacity of trailers of foreign production as compared to domestic production trailers. A 1.82 times higher. The above must be taken into account when designing and producing tractor trailers with the aim of decreasing their materials and metal specific consumption that will contribute to their eco-oriented use under transporting load in general, and flax stock in particular.

Key words: flax stock, transportation, tractor trailers, load-carrying capacity, mass, correlation, regression.

Лимонт А.С., Лимонт З.А. Удельная грузоподъемность и масса тракторных прицепов как средств транспортирования льнотресты

Исследованы распределения номинальной и удельной грузоподъемности тракторных прицепов. Изучена и проанализирована масса этих транспортных средств. Освещена статистическая связь удельной грузоподъемности и массы тракторных прицепов. **ЛЬНОТРЕСТА, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ, ТРАКТОРНЫЕ ПРИЦЕПЫ, ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ, МАССА, КОРРЕЛЯЦИЯ, РЕГРЕССИЯ.**

Magats M., Goshko Z., Synii S. Mini-aggregat for digging potato.

An important place in the group of mobile power tools for potato harvesting is occupied by motor-blocks and mini-aggregates based on them. The use of such equipment in Ukraine is growing rapidly. Therefore, the actual issues of research are studying and improving the constructions and conditions for the aggregation of such mobile power tools. In the work the analysis of literary sources on the subject of equipment, operation and technical characteristics of aggregates of the specified type is carried out. On the basis of the analysis, the necessity of improving the equipment assembly in the course of its work, improving the technical and economic indicators, improving the maneuverability of the aggregate is disclosed.

The article describes the process of operation of the modernized mini-aggregate "motoblock + paw-digger" for harvesting root crops. Presents the results of experimental studies for basic and modernized mini-aggregates. Conducting experimental research involves determining the limiting values of traction effort, fuel consumption and maneuverability of the modernized mini-aggregate. The experimental tests were performed on two sites (the first - is no weediness, the second - is weedy), covering an area of 500 m². The results of the research proved the ability of the upgraded mini-aggregate to dig potatoes on weed soils with performance better than the performance of the basic mini-aggregate.

Магац М.И., Гошко З.О., Синий С. В. Мини-агрегат для выкапывания картофеля.

В статье описан процесс работы модернизированного мини-агрегата «мотоблок + лапа-копатель» для сбора корнеклубнеплодов. Приведены результаты проведенных сравнительных экспериментальных (полевых) исследований, на основе которых доказана его способность осуществлять выкапывание картофеля на засоренных почвах с показателями работы, лучшими за показатели базового мини-агрегата.

Satsiuk V., Krasovsky Y., Fedoruk V. Research process of preparation of a drying agent in a solar thermal collector

Article describes the construction of the solar collector. The article contains the results of the research of the influence of the geometric and technological parameters of the collector and the ambient temperature on the

temperature of the prepared drying agent.

The temperature of the prepared drying agent increases with increasing inlet air temperature and the area of the heat collector. An increase in the flow rate of the collector is accompanied by a decrease in the temperature of the drying agent. The highest temperature of the drying agent is observed at the working area of the collector $S=6\text{m}^2$. Mathematical method of planning the experiment, using a symmetric non-composite plan for the implementation of the second-order Box-Bank experiment allows to study the process of heating the drying agent in the solar thermal collector.

To obtain a mathematical model of the process of heating the drying agent by passing air through the solar collector, a three-factor experiment was conducted.

Received a mathematical model of the heating process and conducted a three-factor experiment.

Conducted the results of a three-factor experiment, according to a three-level second-order plan on a computer (using Mathcad 14), obtained a regression equation, where the function of response is the temperature of the drying agent.

The obtained regression equations make it possible to construct the response surfaces and their two-dimensional sections, as well as to analyze the dynamics of change in the agent temperature at the outlet of the reservoir.

Сацюк В.В., Красовский Е.А., Федорук В.В. Исследование процесса приготовления сушильного агента в тепловом коллекторе

В статье описано конструкцию солнечного теплового коллектора. Приведены результаты исследования влияния геометрических, технологических параметров коллектора и температуры внешней среды на температуру приготовленного сушильного агента.

Sirko Z., Korenda V. Method of manufacturing of non-flammable plywood

Modern construction of industrial and civil objects, wagons (railroad cars, metro cars) requires the use of wood and other materials on the basis of its improved performance characteristics, which primarily relate to fire resistance and extended service life. One of the most common structural materials on the basis of wood is plywood - slab material with increased physical, mechanical and operational parameters used in construction, machinery and transport construction shipbuilding, wagon construction, furniture production and other wares.

Despite considerable advantages over other structural gluing materials, plywood has, like all wood-based materials, one significant drawback - it is a combustible flammable material and combustion products contain toxic substances. Therefore, the creation of technology for the manufacture of fire-resistant plywood is relevant in the field of safety of life and fire safety. Until recently, fire-proof plywood in Ukraine was not manufactured. Instead, heavy-duty plywood is manufactured in many countries around the world with the technology of impregnating the peeled

veneer and its subsequent gluing in plywood slabs. The technology is complicated, expensive and involves the use of harmful substances (phenolic resins, sodium fluoride, ammonia compounds).

As evidenced by the results of studies, all samples of plywood can be characterized as heavy. In addition, with an increase in the thickness of plywood, heavy-duty properties are improved. Additional treatment of samples with silicone hydrophobic "Silol" to some extent reduces the effectiveness of fire protection, but the samples belong to a group of heavy materials.

The essence of the method for determining the index of flame propagation is to evaluate the ability of the material to engage in, allocate heat and distribute the flame to the surface under the influence of external heat flux. For example, which is set at an angle of 30° to the vertical, there is a heat flux density of 12 to 32 kW / m² from the vertical placed radiation panel. Depending on the index of distribution of flame materials are classified as those, what:

- do not spread the flame on the surface - the index of flame propagation is 0;*
- slowly spread the flame on the surface - the index of flame propagation from 0 to 20 inclusive;*
- quickly spread the flame on the surface - the index of flame propagation is greater than 20.*

Сирко З.С., Коренда В.А. Способ изготовления огнезащитной фанеры

Современное строительство промышленных и гражданских объектов, вагонов (железнодорожные вагоны, вагоны метро) требуют применения древесины и других материалов на ее основе повышенных эксплуатационных характеристик, к которым в первую очередь относится огнестойкость и повышенный срок службы. Одним из распространенных конструкционных материалов на основе древесины является фанера - плитный материал с повышенными физико-механическими и эксплуатационными показателями, применяемый в строительстве, машино- и транспортостроении, судостроении, вагоностроении, в производстве мебели и других изделий широкого потребления.

ФАНЕРА, ПРОПИТКИ, АНТИПИРЕНЫ, ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, ОГНЕСТОЙКОСТЬ.

Sirko Z., Vyshnyakov I., Protasov O., Birkivska N. Reconstruction of existing steam boilers into biotech

The article is devoted to the clarification of the essence and content of reconstruction problem of existing steam boilers operating on biomass into Biotech.

BIOMASS, ELECTRICITY, STEAM-PISTON COGENERATION UNIT, AGRICULTURAL WASTE, WOOD WASTE.

This article is intended to consider a project for the reconstruction of a steam boiler in a steam power plant (Biotech), which works on biomass (agricultural waste, wood waste) in order to generate and sell electricity at the "green" tariff.

Ukraine has enormous potential in the form of an alternative energy source such as biomass. These are products, waste and residues of forestry and agriculture (pellets, cod, sawdust, sunflower husk, straw, etc.), fish farming and technologically related industries as well as an integral part of industrial or household waste, capable of biological timetable.

The use of biomass is based on highly efficient combustion, which allows environmentally safe processing of plant raw materials into electric energy, which are sold at a reduced "green" tariff, and heat for the needs of the enterprise (drying of biomass, drying grain, heating industrial and administrative premises, providing hot water for sanitary purposes -public needs, heating of the greenhouse).

Terms of transfer of the territory for placing Biotech are subject to a separate agreement and clarification.

Joint Implementation Mechanism operates on a joint implementation basis, in which the investor finances project activities, receiving instead officially issued emission reductions. The legislation of Ukraine provides for a number of privileges regarding taxation of activities related to the development and implementation of energy saving measures and energy efficient projects.

Ukraine's dependence on imports of major energy sources forces the government and business to develop alternative energy, which now occupies 0.2% of the total energy balance of the country (in the European Union its share reached 10%).

The economic feasibility of the Project was created due to the adoption of the Law of Ukraine "On Electric Power" dated October 16, 1997, on which electricity is purchased, produced using alternative energy sources. The current "green" tariff makes the construction of biomass as an economically attractive project.

Сирко З.С., Вишняков И.Ю., Протасов А.С., Биркивская Н.В. Реконструкция существующих паровых котельных в биоТЭЦ

Статья посвящена освещению сущности и содержания такой проблемы как реконструкции существующих паровых котельных, работающих на биомассе в БиоТЭЦ.

БИОМАССА, ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ, ПАРОПОРШНЕВАЯ КОГЕНЕРАЦИОННАЯ УСТАНОВКА, АГРООТХОДЫ, ДРЕВЕСНЫЕ ОТХОДЫ.

Sirko Z., Korenda V., Vyshnyakov I., Protasov O., Birkivska N. Prospect for the using of heat pumps for heating of buildings in enterprises

Heat pump - a device for transferring thermal energy from a source of low potential thermal energy to a consumer with a higher temperature. The thermodynamic cycle of a heat pump is similar to a refrigerating machine.

Depending on the principle of operation, heat pumps are divided into compression and absorption. The most commonly used compression heat pumps.

In recent years, numerous publications on the use of heat pump technology in heating and hot water supply facilities of various spheres - from individual homes to residential neighborhoods have appeared in various media.

The authors of the publication have many years of experience in joint scientific and technical cooperation with leading technical universities and industrial organizations in the field of development and practical use of heat pump technology.

The authors analyze the possibilities of introducing heat pumps at enterprises and organizations of the State Reserve System of Ukraine. It has been shown that the amount of expenses in comparison with central heating or operation of gas and electric boilers of similar power is several times smaller. It is noted that the implementation of heat pumps is a promising direction in the use of alternative energy sources to meet the heating, ventilation and hot water supply needs of buildings. The payback period from the introduction of heat pumps at enterprises is 4-9 years, depending on the location of the object and the type of source of low-temperature heat.

The article meets the requirements of the State Tax Code of Ukraine and can be recommended for publication.

HEAT PUMP, THERMAL ENERGY, INSTALLATION, HEAT SUPPLY.

**Сирко З.С., Коренда В.А., Вишняков И.Ю., Протасов А.С.,
Бирковская Н.В. Использование тепловых насосов для отопления
зданий на предприятиях**

Статья посвящена обоснованию сущности и содержания такой проблемы, как использование установок, работающих на альтернативных источниках энергии для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения зданий, а именно тепловых насосов. Тепловые насосы используют для своей работы низкопотенциальное тепло, которое берется из воздуха, водоемов и недр земли. Предприятия и организации имеют различные источники низкопотенциальной тепловой энергии: пожарные водоемы, свободные земельные участки на территориях и др.

**ТЕПЛОВОЙ НАСОС, ТЕПЛОВАЯ ЭНЕРГИЯ, МОНТАЖ,
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ.**

**Tolstushko M., Pavliuk V., Tolstushko N. Diagnosis of power
supply systems and start-up of wheeled vehicles**

Today, vehicles contain more and more electrical equipment, requiring an increase in the specific power of the power supply and start-up systems. The quality of transport depends on the maintenance of its proper technical condition, and the reduction of repair costs is realized by preventing malfunctions and correctly identifying the reasons for their elimination. A significant role in this is given to diagnosing the work of both individual units and mechanisms, as well as systems and systems of electrical equipment.

Many tractors have classic construction and are equipped with internal combustion engines. According to statistics, a significant proportion of the failures of electrical equipment of cars falls on the systems of energy supply and startup of internal combustion engines. To date, a number of diagnostic measures have been identified to establish the technical condition of the individual subsystems, units and their mechanisms under consideration. The process of diagnosis and testing, as a rule, does not cause much difficulty in the presence of appropriate equipment for diagnostic, regulatory and control operations. Functionality of such devices determines their cost and availability of introduction in the educational process of training of specialists of the relevant direction and qualification. Therefore, to determine the basic parameters and characteristics of certain electrical equipment, there is a need to develop individual modules and complexes of a certain complexity.

The purpose of the study is to formulate the basics of the development of measuring and recording equipment for complex diagnostics of power supply systems and start-up of internal combustion engines of wheeled vehicles with the possibility of its further introduction into the educational process for conducting laboratory classes.

The above considerations may be the basis for the development of laboratory measuring and recording equipment for comprehensive diagnostics of power supply systems and start-up of internal combustion engines of wheeled vehicles.

DIAGNOSTICS, ELECTRICAL EQUIPMENT, INTERNAL COMBUSTION ENGINE, MEASURING AND RECORDING EQUIPMENT, POWER SUPPLY.

Толстушко Н.Н., Павлюк В.И., Толстушко Н.А. Диагностика систем энергоснабжения и пуска колесных транспортных средств

В статье приведены соображения по разработке измерительно-регистрающего оборудования для комплексной диагностики систем энергоснабжения и пуска двигателей внутреннего сгорания колесных транспортных средств. Дан перечень и схему функциональных связей между элементами комплекса измерительно-регистрающего оборудования.

ДИАГНОСТИКА, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ, ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ, ИЗМЕРИТЕЛЬНО-РЕГИСТРИРУЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ.

Tolstushko M., Tolstushko N., Yukhymchuk S. Analysis of the output of the flax harvester output device

The results of the analysis of the output of the flax harvester output device are presented in the article. The individual parameters of the flax harvester output device are substantiated.

The output devices of the flax harvesting machines carry out the process of spreading the stem of flax on the surface of the flax. Moreover, the stem ribbons are characterized by such indicators as the relative elongation and distortion of the stalks in the ribbon, the thickness of the ribbon. It is

important to improve the quality of spreading flax stem tape on the basis of improving the design and justification of the parameters of the output devices of flax harvesters.

Analysis of recent studies and publications indicates that there are many theoretical, experimental and theoretical-experimental studies dedicated to the output of flax harvesting machines. The development of new designs of flax harvesting machine outputs continues in many countries of the world.

In flax harvesters, output devices with active, passive and combined working bodies are used. Functionally, the output devices of the flax harvesters are divided into those that can perform, in addition to spreading the stem tape, the following operations: alignment, flipping, flattening, rotation of the stem tape. Combining several operations with the stem tape in the output device of the flax harvester is an urgent task.

The purpose of the study is to analyze the work of the output device of the flax harvester.

FLAX HARVESTING MACHINE, OUTPUT DEVICE, OUTPUT CONVEYOR, PASSIVE SURFACE, ACTIVE SURFACE, SPREADING, FLAX STEM TAPE.

Толстушко Н.Н., Толстушко Н.А., Юхимчук С.Н. Анализ работы выводящего устройства льноуборочной машины

В статье приведены результаты анализа работы выводящего устройства льноуборочной машины. Обоснованы отдельные параметры выводящего устройства льноуборочной машины.

ЛЬНОУБОРОЧНАЯ МАШИНА, ВЫВОДНОЕ УСТРОЙСТВО, ВЫВОДНОЙ ТРАНСПОРТЕР, ПАССИВНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ, АКТИВНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ, РАССТИЛ, СТЕБЛЕВАЯ ЛЕНТА ЛЬНА.

Tolstushko N., Yukhymchuk S., Tolstushko N., Sylyvonyuk A. Dynamometer of a flax harvester output device

The article describes the method and results of the dynamometer output of a flax harvester output device. The traction effort of the drive of the flax harvester output device was determined. Existing flax harvester output devices must ensure good spreading of the flax stem strip on the flax. The operation of these flax harvesting machines greatly influences the important characteristics of flax stem strips. Therefore, it is an urgent task to ensure the high quality of spreading the stem tape by flax harvesting machines.

An analysis of recent research and publications indicates that there is a large body of research on the output of flax harvesting machines. The study of the output of flax harvesting machines is continuing.

The purpose of the study is to determine in laboratory conditions the traction force of the drive of the output device with the active working surface of the harvester.

The traction force of the drive of the output device was determined for two cases where the finger of its rocker arm was located near the center of

rotation of the support-drive wheel and when - on its periphery. Here the dynamometer was filmed in the same way as to determine the traction effort of the trolley drive.

The experiments were performed in triplicate. The values of traction effort obtained were recorded in a workbook and processed. Then, subtracting the traction drive of the trolley with the output device traction drive only the trolley, determined the traction drive of the output device.

FLAX HARVESTER, OUTPUT DEVICE, TROLLEY, DRIVE, TRACTION, TORQUE, FLAX TAPE.

Толстушко Н.Н., Юхимчук С.Ф., Толстушко Н.А., Сыльвонюк А.В. Динамометрирование выводного устройства льноуборочной машины

В статье приведена методика и результаты динамометрирования выводного устройства льноуборочной машины. Определено тяговое усилие привода выводного устройства льноуборочной машины.

ЛЬНОУБОРОЧНАЯ МАШИНА, ВЫВОДНОЕ УСТРОЙСТВО, ТЕЛЕЖКА, ПРИВОД, ТЯГОВОЕ УСИЛИЕ, ДИНАМОМЕТРИРОВАНИЕ, ЛЕНТА ЛЬНА.

Khitrov I., Bundza O., Babych Y. Key standards of quality service buyers at building technology at dealer enterprise

The formation of the modern market of machines, technical and industrial services, especially in the context of the financial and economic crisis, requires the introduction of new approaches in the relationship between its subjects through the development and introduction of the latest standards of quality, which is exactly what this article is devoted to. The standards define the most important aspects of the relationship between the buyer and the dealer, as well as the financial success of the dealer company in the future. It describes the key aspects of the executive functions of the service personnel for the provision of appropriate services. Based on customer satisfaction standards, questionnaires were developed to find out the effectiveness of the work of service departments, parts and sales equipment. An expert evaluation of the effectiveness of the dealer and the company as a whole is given. Directions of further scientific researches about possibility of their application in the further practical activity are planned.

Keywords: dealer, dealership, dealer standards, buyer.

Хитров И.А., Бундза О.З. Национальный университет водного хозяйства и природопользования Ключевые стандарты качества обслуживания покупателей при покупке техники на предприятии дилера

Статья посвящена ключевым стандартам качества обслуживания покупателей на дилерском предприятии. Стандарты раскрывают важнейшие аспекты взаимоотношений между покупателем и дилерским предприятием. Проанализированы исполнительные функции обслуживающего персонала и его роль в организации технического сервиса машин. Дано экспертную оценку эффективности работы дилера. Намечены направления дальнейших научных

исследований относительно возможности их применения в дальнейшей практической деятельности.

Ключевые слова: дилер, дилерское предприятие, стандарты дилера, покупатель.

Tsyz I., Kvach I., Tsos V., Khvesik V., Lavrenchuk V. Granule conveyor cell size study

One of the most affordable ways to create slow-acting forms of fertilizer is to produce complex granular fertilizers using an organic sapropel matrix.

A device for granulating organic-mineral fertilizers, the basis of which is a granulating mesh conveyor, is able to work with sapropel of natural humidity and to provide maximum yield of a commodity fraction of final humidity. The purpose of this study is to determine the patterns for calculating the cell size of the granulating conveyor, taking into account the shrinkage of the granules during the drying process.

As a result of the study, a formula was obtained for calculating the cell size of the granulating conveyor, which will provide the required final granule size. For practical use of the obtained formula, the coefficient of volumetric shrinkage of organic-mineral mixtures based on sapropel was determined experimentally.

It was also found that for all the studied types of organic-mineral fertilizers, it is possible to choose the ratio between the organic and mineral parts in which the initial cell size of the granulating conveyor will be 8 ... 10 mm, and the final diameter of the granules will not exceed 6 mm.

Цызь І.Є., Квач І.В., Цьось В.В., Хвесик В.В., Лавренчук В.В. Исследование размера ячейки гранулирующего транспортера

Одним из самых доступных путей создания медленно действующих форм удобрений является производство комплексных гранулированных удобрений с использованием органической матрицы сапропеля.

Устройство для гранулирования органо-минеральных удобрений основой которого является гранулирующий сетчатый транспортер способен работать с сапропелем естественной влажности и обеспечивать максимальный выход товарной фракции конечной влажности. Целью данного исследования является определение закономерности для расчета размера ячейки гранулирующего транспортера с учетом усадки гранулы в процессе сушки.

В результате исследования получена формула для расчета размера ячейки гранулирующего транспортера, которая обеспечит необходимый конечный размер гранул. Для практического использования полученной формулы определён экспериментально коэффициент объемной усадки органо-минеральных смесей на основе сапропеля.

Также было установлено, что для всех исследуемых видов органо-минеральных удобрений можно подобрать соотношение между органической и минеральной частью при которых начальный размер ячейки гранулирующего транспортера будет составлять 8 ... 10 мм, а конечный диаметр гранул не превысит 6 мм.

Yukhimchuk S., Yukhimchuk S., Tolstushko M., Datsyuk L. Substantiation of the pulling link of the chain flaxs-pulling apparatus

The article describes the design and principle of operation of a

fundamentally new chain flax-pulling apparatus, the use of which will allow to eliminate the stretching of the stems in the tape when harvesting flax. And also, theoretically substantiated the main parameters of the pulling link of the chain flax-pulling apparatus

The principle used for picking flax stems is to clamp the stems between the rotating roller and the fixed clamping plate. The following tasks were solved: 1) the speed of the chain was selected; 2) justified the step of placing the pulling-lifting links on the chain; 3) the radius of the roller and the angular velocity of its rotation are selected; 4) the size of the coverage area of the roller by the pressure plate is determined — the zones of pinching of the stems in the pulling link during pulling.

According to the established parameters, the layout scheme of the pulling link was developed.

Юхимчук С.Ф., Юхимчук С.М., Толстушко Н.Н., Дацюк Л.М.
Обоснование параметров теребильного звена цепного льонотеребильного аппарата

В статье дано описание конструкции и принципа работы принципиально нового цепного теребильного аппарата, использование которого позволит при уборке льна устранить растянутость стеблей в ленте. А также, теоретически обоснованы основные параметры теребильного звена цепного льонотеребильного аппарата.

Использован принцип теребления стеблей льна заключается в заделке стеблей между вращающимся роликом и неподвижной прижимной пластиной. Были решены следующие задачи: 1) подобрано скорость движения цепи; 2) обосновано шаг размещения теребильных звеньев на цепи; 3) подобрано радиус ролика и угловую скорость его вращения; 4) определена величина зоны охвата ролика прижимной пластиной - зоны защемления стеблей в теребильном звене при тереблении.

По установленным параметрам была разработана компоновочная схема теребильного звена.

ЗМІСТ

1. Альбота Д.С. Обґрунтування параметрів декортикатора прес-підбирача валків стеблово-волокнистої маси льону олійного	3
2. Броварець О.О. Методика розрахунку питомої електропровідності агробіологічного ґрунтового середовища стаціонарним контактним методом	9
3. Буснюк В.В. Обґрунтування конструкції та параметрів вальцьового брального апарата для збирання льону олійного	30
4. Голота Б.М., Кірчук Р.В., Тарасюк В.В. Моделювання роботи котка для подрібнення рослинних решток та обґрунтування його параметрів	40
5. Dudarev I., Hunko Yu., Panasyuk S., Determination of design parameters of the conical-disk flax pulling mechanism	49
6. Дударев І.М., Хільчук О.С., Кіпень І.А. Дослідження руху частинки сипкого матеріалу решетом сепаратора ножичного типу	62
7. Забродоцька Л.Ю., Петров В.Л., Кірчук Р.В., Хомич А.В. Вдосконалення сушарки насіння ріпаку	69
8. Ковальчук Н.П. Сквери міста луцька та їх функціональне значення	79
9. Лімонт А.С., Лімонт З.А. Питома вантажопідйомність і маса тракторних причепів як засобів транспортування льонотрести	85
10. Магац М.І., Гошко З.О., Синій С.В. Міні-агрегат для викопування картоплі	92
11. Сацюк В.В., Красовський Є.А., Федорук В.В. Дослідження процесу приготування сушильного агенту у сонячному тепловому колекторі	100
12. Сірко З.С., Коренда В.А. Спосіб виготовлення вогнезахисної фанери	105
13. Сірко З.С., Вишняков І.Ю., Протасов О.С., Бірківська Н.В. Реконструкція існуючих парових котелень в біотец	114
14. Сірко З.С., Коренда В.А., Вишняков І.Ю., Протасов О.С., Бірківська Н.В. Використання теплових насосів для опалення будівель на підприємствах	120
15. Толстушко М.М., Павлюк В.І., Толстушко Н.О. Діагностика систем енергопостачання та пуску колісних транспортних засобів	130
16. Толстушко М.М., Юхимчук С.М., Толстушко Н.О. Аналіз роботи вивідного пристрою льонозбиральної машини	134

17. М.М. Толстушко, С.Ф. Юхимчук, Н.О. Толстушко, А.В. Силивонюк, Динамометрування підрівнювача стрічкистебел льону 138
18. Хітров І.О., Бабич Я.О, Нікітін В.Г., Бундза О.З. Ключові стандарти якості обслуговування покупців при купівлі техніки на підприємстві дилера 143
19. Цизь І.Є., Квач І.В., Цьось В.В., В.В. Хвесик, В.В. Лавренчук Дослідження розміру комірчини гранулюючого транспортера 151
20. Юхимчук С.Ф., Юхимчук С.М., Толстушко М.М., Л.М. Дацюк Обґрунтування параметрів бральної ланки ланцюгового льонобрального апарату 158
Анотації 165

**ВИМОГИ ДО МАТЕРІАЛІВ, ЩО ПРОПОНУЮТЬСЯ ДО
ДРУКУ У ЗБІРНИКУ „СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ
МАШИНИ” ЛУЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ**

Публікуватись будуть статті, які містять теоретичні або експериментальні дослідження. У статтях повинно бути зрозуміло і повністю викладено зміст питання, що розглядається.

ПЛАН СТАТТІ

1. **Постановка проблеми** у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.
2. **Аналіз останніх досліджень і публікацій**, в яких запропоновано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор, виділення раніше невирішених частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття.
3. Формулювання цілей статті (**мета дослідження**).
4. Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих результатів (**результати дослідження**).
5. **Висновки** з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.
6. Використана **література**.

ТЕКСТ

1. Стаття подається на CD або DVD носіях, а також повинна бути роздрукована (на лазерному принтері) на білих аркушах формату A5 (з одного боку). Параметри сторінки: ліве поле – 1 см; праве – 2 см; верхнє – 2,0 см; нижнє – 2,0 см; брошування – 1 см; від краю до колонтитула верхнього – 1,25 см, до нижнього – 1,25 см.
2. Шапка статті містить: шифр УДК, ініціали та прізвище автора (– ів), науковий ступінь. Шифр УДК, прізвище, назва, текст статті розділені 1 інтервалом.

Назва статті повинна бути достатньо короткою (не більше 8 слів). Упродовж всієї статті необхідно строго дотримуватися однакових термінів, позначень, умовних скорочень та символів. Маловідомі скорочення розшифровуються при першому згадуванні. Наукові позначення, терміни та одиниці виміру застосовують згідно з діючими стандартами. Текст статті повинен містити необхідні формули без простих математичних перетворень. Якщо за результатами досліджень отримано

- таблицю і побудовано графік, то в статті наводять щось одне – або графік, або таблицю. Посилання в тексті на джерела слід зазначати порядковим номером за переліком посилань, виділеним двома квадратними дужками. Забезпечити нерозривність виразів типу „258 мм”, „І.П. Прізвище” та ін.
3. Шрифт заголовка статті **ARIAL із напівжирним виділенням**.
 4. На початку статті наводять *анотацію*, яка містить короткий виклад змісту (2–3 речення курсивом).
 5. Набір тексту здійснюється у редакторі не нижче **MS WORD 6.0/7.0**. Для основного тексту необхідно використовувати шрифт **Times New Roman**. Розмір шрифту – 10 пунктів з одинарним інтервалом міжрядь. Абзацний відступ 1,27 см. У параметрах абзацу встановлюють „перед” і „після” на величину 0.
 6. Літературу наводять у кінці статті згідно з вимогами державного стандарту (**ДСТУ ГОСТ 7.1:2006**) через один інтервал від останнього рядка. Літературні джерела розміщуються у порядку посилання на них у тексті статті. Обсяг літератури не повинен перевищувати 0,2 обсягу статті.
 7. Після літератури наводиться назва статті, автори та анотація російською та англійською мовами. Анотація англійською мовою подається у розширеному форматі та повинна містити не менше 200 слів, об’єднаних у 10–15 речень.
 8. Структурні частини статті *обов’язково* виділяються **підзаголовками** відповідно до вказаного вище плану статті.
 9. Нумерація сторінок – лише на роздрукованій копії олівцем.
 10. Роздрукований оригінал закінчується підписом автора.

ФОРМУЛИ

1. Формули будують у редакторах: **MS Equation, Math Type**. Для набирання формул застосовувати шрифти: **Times New Roman, Symbol** (*курсив*). Основний розмір шрифту формул – 10 пунктів. Формули вирівнюють по центру. Надто довгі формули розбивають на дрібні елементи. Формула не повинна займати більше 5/6 ширини рядка.
2. Після формули наводять пояснення усіх значень символів і числових коефіцієнтів у тій послідовності, у якій вони подані у формулі. Перший рядок пояснення починають без абзацного відступу зі слова „де”, без двокрапки. Нумерувати слід лише ті формули, на які є посилання у наступному тексті. Інші нумерувати не рекомендується. Номери позначають арабськими цифрами в круглих дужках біля правого краю сторінки.
3. Формули входять до речення як його рівноправний елемент, тому в кінці формул і в тексті перед ними розділові знаки

ставлять відповідно до правил пунктуації. Двокрапка перед формулою ставиться лише у випадках, передбачених правилами пунктуації: а) у тексті перед формулою є узагальнююче слово; б) цього вимагає побудова речення, що передує формулі.

ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ

1. Рисунки, графіки, діаграми, фотографії та ін. розташовуються у тексті статті (після першого згадування). Їх розмір та контрастність повинні забезпечувати чітке читання.
2. Позиції на рисунках проставляються над виносками.
3. Підрисунковий підпис починається скороченим словом „Рис.”, далі йдуть: пробіл, номер рисунка, який позначається арабськими цифрами, тире, пробіл та назва рисунка. Якщо на рисунку вказані позиції його елементів, то вони *обов'язково* розшифровуються у підрисунковому підписі після назви рисунка і двокрапки або за текстом статті. Крапка в кінці підрисункового підпису не ставиться. Якщо в статті тільки один рисунок, то він не нумерується.

ТАБЛИЦІ

1. Таблиці розташовують у тексті статті (після першого згадування), над таблицею з вирівнюванням по лівому краю необхідно поставити її порядковий номер – Таблиця 1 – і т.д. та назву. Якщо в статті тільки одна таблиця, то вона не нумерується. Таблиця не виходить за поля тексту.
2. Числа та позначення не замінювати „лапками”. Усі позначення вказувати повністю, без скорочень.

ДОДАТКОВІ ДОКУМЕНТИ

1. Анкетні дані автора (–ів): Прізвище І.Б., науковий ступінь, вчене звання, місце роботи, посада, домашня адреса, номери дом., сл. телефонів.
2. Рецензія на статтю, підписана доктором технічних наук.

Подані матеріали будуть редагуватись.

Офіційний сайт видання: agrmash.info

Адреса редакції: 43018 м. Луцьк, вул. Львівська, 75, каб. 359.
Тел. (0332) 74–61–32.
E–mail: lab–amb@ukr.net

Наукове видання

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ МАШИНИ

Збірник наукових статей
Випуск 43, 2019

Збірник входить до "Переліку наукових фахових видань
України...". Галузь наук - технічні
(Наказ Міністерства освіти і науки України № 241 від 09.03.2016)

Відповідальний за випуск: В.Ф. Дідух
Комп'ютерна верстка: О.М. Гапонюк

Підписано до друку 26.12.2019 р., Формат 60×84/16.
Ум. друк. арк. 11,8. Наклад 100.

Друк ПП Іванюк В.П.
43021 м. Луцьк, вул. Винниченка, 65
Свідоцтво Держкомінформу України ВЛн №31 від 04.02.2004р.

Реєстраційне свідоцтво
Міністерства юстиції України КВ №15902–4374 ПР