

МЕТА РОБОТИ

Вивчення будови, призначення та особливостей конструкції засобів механізації для колійного та мостового землеробства.

На підставі даних завдання виконати розрахунки і визначити необхідну вагу та потужність мостового засобу механізації.

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки

Вивчити:

- астраханська технологія; колійна та мостова системи землеробства; точне землеробство [1, с. 37-41, 121-135, 140-155; 3; 4].

Ознайомитися:

- із конструкцією знаряддя для прокладання постійної технологічної колії;

- із будовою пристосування, що застосовуються для паралельного водіння;

- із конструкцією агромоств.

Скласти звіт по роботі:

- номер, найменування та мета роботи;

- класифікацію засобів механізації для колійного та мостового землеробства;

- методику та розрахунок ваги і необхідної потужності мостового енергозасобу.

1.2 Питання для самопідготовки (Додаток Д)

1.2.1 Система «Controlled Traffic Farming» (CTF).

1.2.2 Суть і особливості обробітку ґрунту с.-г. культур із застосуванням постійної технологічної колії.

1.2.3 Перспективи багаторічної експлуатації постійної технологічної колії.

1.2.4 Постійна технологічна колія як основа переходу до системи точного землеробства.

1.2.5 Розвиток системи мостового землеробства.

1.2.6 Теоретичні основи мостового землеробства.

1.2.7 Агроміст як інженерне обладнання поля.

1.2.8 Енергозберігаючі робочі органи для мостового землеробства.

1.3 Рекомендована література

1. *Надикто В.Т.* Колійна та мостова системи землеробства. Монографія / Надикто В.Т., Улексін В.О. – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2008.-270 с.
2. *Улексін В.А.* Мостовое земледелие. Монография / Улексін В.А. – Днепропетровск: Пороги, 2008.-224 с.
3. *Кувачов В.П.* Електрифікований агромодуль – ефективне рішення проблем механізації с.-г. виробництва / Кувачов В.П., Куценко Ю.М., Ковальов О.В. // Праці ТДАТУ.-2012. - Вип. 12, том 2.–С.86-92.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

1. Ознайомитися з особливостями будови, призначення та переваг засобів механізації в колійному та мостовому землеробстві.
2. Розрахувати необхідну вагу мостового енергозасобу для певних умов його використання.
3. Розрахувати необхідну потужність енергоустановки мостового засобу для певних умов його використання.

Скласти звіт та захистити роботу.

2.2 Оснащення робочого місця

1. Робочий зошит.
2. Обчислювальний пристрій.
3. Методичні вказівки до виконання роботи.
4. Експериментальний зразок самохідного мостового енерготехнологічного агрозасобу ТДАТУ.
5. Інструкція з охорони праці (відповідно до ДНАОП 0.00-4.25-98).

2.3 Вказівки по підготовці до роботи.

1. За теоретичними відомостями методичних вказівок ознайомитися з особливостями будови, призначення та переваг засобів механізації в колійному та мостовому землеробстві.
2. Скласти класифікацію засобів механізації для колійного та мостового землеробства.
3. На підставі вихідних даних, отриманих у викладача, розрахувати вагу та необхідну потужність мостового енергозасобу.

Вихідні умови:

1. Агрофон _____
2. Номінальне тягове зусилля $P_{кр}$, кН _____
3. Коефіцієнт навантаження ведучих коліс λ_k _____

4. Коефіцієнт зчеплення f_k (Додаток Б) _____
4. Коефіцієнт опору перекочування f_k (Додаток Б) _____
5. Швидкість руху $v_{ам}$, м/с (Додаток А) _____
6. Коефіцієнт буксування рушіїв δ_n (Додаток Г) _____
7. Механічний ККД трансмісії $\eta_{тр}$ (Додаток В) _____

2.4 Вказівки по оформленню роботи.

Робота повинна бути оформлена окремим звітом на аркушах формату А4 згідно вимог ДСТ 2.105-95 ЄСКД щодо загальних вимог до текстових документів.

3. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Нині практично в усьому світі найбільш актуальною є проблема переущільнення ґрунтів ходовими системами енергетичних засобів та сільськогосподарських машин.

Щільність ґрунту в значній мірі впливає на урожайність культури, а тому показник щільності – об'ємна маса ґрунту повинен знаходитись в допустимих межах. В більшості випадків під впливом ходових систем тракторів і сільськогосподарських машин ґрунт переущільнюється, що негативно впливає на урожайність культур (Рис.4.1). В наведеному прикладі щільність ґрунту $1,30 \text{ г/см}^3$ є граничною (допустимою). Дослідженнями наукових установ доказано, що щільність ґрунту один з вагомих і вирішальних факторів, які впливають на урожай. Для більшості сільськогосподарських культур оптимальна щільність ґрунту є $1,0...1,3 \text{ г/см}^3$. Щільність ґрунту залежить в значній морі від питомого тиску ходових систем тракторів. Тому світові тенденції вирішення проблеми ущільнення ґрунту спрямовані на зменшення площі слідів рушіїв енергозасобів на полі. Тенденції розвитку технологій обробітку ґрунту та засобів механізації шляхом зменшення площі контакту з полем: багато хаотичних слідів на полі – менше хаотичних слідів – упорядкування слідів – зменшення упорядкованих слідів – відсутність контакту (рис. 1).

В традиційному обробітку ґрунту (рис. 1), де використовуються агрегати різної ширини захвату та з різною колією, відсоток покриття площі поля слідами коліс рушіїв становить більше 80%.

Перехід до технологій мінімального обробітку (No-till) зменшує покриття слідами від рушіїв коліс на полі до 46%.


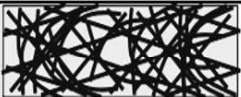










Технологія обробітку ґрунту	Характер взаємодії з полем	Площа покриття поля слідами	Форма і розміщення слідів на полі
Традиційна – багато хаотичних слідів на полі		82%	
Нульова (No-till) - менше хаотичних слідів		46%	
No-till + технологічна колія (СТФ) - упорядкування слідів		14%	
No-till + СТФ + мостовий тягар зменшення упорядкованих слідів		7 - 10%	
No-till + СТФ + з опорами на полі		1%	
No-till + СТФ + агроміст, що не залишає слідів на полі (мостове землеробство)		0%	

Рис. 1. Тенденції розвитку технологій обробітку ґрунту.

Ще більшого ефекту в зменшенні ущільнюючої дії рушіїв коліс ходових систем агрегатів на ґрунт спостерігається в колійній системі землеробства, або як її називають закордонні науковці – Controlled Traffic Farming - CTF «керований рух по полям». Керований рух по коліям дозволяє зменшити покриття площі слідів коліс на полі до 14%.

Якщо реалізувати принципи колійної технології землеробства мостовими тракторами, типу Доулера, BIOTRAC та ін., то площа від слідів їх коліс зменшується до 7-10%. Відмінною особливістю мостових тракторів від інших енергозасобів є те, що вони пересуваються по постійній колії, яка розташована на відстані, рівному їх прольоту, в зоні якій і розміщуються сільськогосподарські знаряддя.

Повне виключення негативного впливу ходових систем на ґрунт можна досягти використанням агромістів, які представляють собою сільськогосподарський агрегат, що базується на парі рушіїв, і який переміщається по напрямниках, прокладених уздовж поля.

Розглянемо більш детально засоби механізації, які реалізують основні принципи колійного та мостового землеробства.

Землеробство з використанням постійної технологічної колії - це відокремлення зон руху від зон оброблення рослин. На практиці це означає, що для обробки ґрунту, посадки рослин, обприскування та збирання використовуються одні й ті самі колії для руху МТА. Тобто функціональне призначення площі поля розділяється на плодоносну (агротехнічну) та технологічну (інженерну) зони (рис. 2).



Рис. 2. Рух агрегату та узгодження колій та рушіїв енергозасобів та машин в колійному землеробстві

Світовою практикою вже накопичений певний досвід в напрямку вивчення та практичної реалізації системи колійного землеробства. Роботи ведуться в США, Ізраїлі, Австралії, Англії, країнах Західної Європи, в Росії та Україні. Досить часто агрегати комплектуються або на основі модифікованих с.-г. енергетичних засобів, або на базі самохідних агромотів з шириною захвату 6-10 м.

Вітчизняна наука намагається реалізувати технологію вирощування сільськогосподарських культур із застосуванням ПТК на основі використання як перспективних, так і серійних енергетичних засобів. Так, Українським НДІ ґрунтознавства та агрохімії разом з Харківським СГП проводилися дослідження по визначенню ефективності застосування постійної технологічної колії на вирощуванні просапних культур. Прокладання ПТК, крок якої становив 5,4 м, здійснювалось одночасно з боронуванням зябу.

З 1989 року дослідження по застосуванню ПТК у сільськогосподарському виробництві проводить Південний філіал ІМЕСГ. Розроблені ним комплекси машин призначені для реалізації колійного землеробства з кроком 8,4 та 12,6 м на вирощуванні просапних, і з кроком 10,5 м на вирощуванні зернових колосових культур. Досліджувані

МТА складались як на базі серійних тракторів Т-150 та ЮМЗ-6, так і на основі перспективного модульного енергетичного засобу перемінного тягового класу 2-4 (МЕЗ-200).

Результати багаторічних теоретичних та експериментальних досліджень на вирощуванні сільськогосподарських культур із застосуванням постійної технологічної колії дозволили зробити висновок, що ефективне впровадження нової колійної системи землеробства можливе при виконанні наступних вимог до параметрів ПТК, енергозасобу та технологічної частини МТА.

Вимоги до параметрів постійної технологічної колії:

- пряmolінійність слідів ПТК повинна відповідати вимогам (як найбільш суворим) до пряmolінійності посівів просапних культур. Згідно агротехнічних вимог відхилення осьової лінії рядка просапних на довжині 50 м не повинне перевищувати 5 см. Дослідження показують, що досягнення на практиці даної вимоги цілком можливе.

- стабільність кроку прокладання ПТК повинна відповідати вимогам до стикових міжрядь просапних культур. Відхилення ширини останніх не повинне перевищувати ± 5 см. Реальні значини середнього квадратичного відхилення кроку ПТК від заданого, як витікає із багаторічних досліджень, можуть вписуватися в ці рамки, якщо енергетичний засіб та МТА на його основі будуть повністю відповідати сформульованим по відношенню до них вимогам (див. нижче).

- прокладання слідів ПТК допустиме на полях зі схилом не більше 3° . У протилежному випадку можлива водна ерозія ґрунту в зоні пролягання слідів постійної технологічної колії. Слід підкреслити, що основна площа полів півдня України відповідає цій вимозі.

Вимоги до енергетичного засобу:

- номінальне тягове зусилля при кроковій ПТК 8 м і більше - не менше 30 кН. Дослідженнями встановлено, що найбільш ефективним є варіант вирощування с.-г. культур з ПТК, крок якої 8 м і більше. Для агрегування ґрунтообробних знарядь з такою шириною захвату потрібен енергетичний засіб, номінальне тягове зусилля якого не менше вищевказаного.

- бажано, щоб ходова система була колісною. У цьому випадку глибина слідів ПТК є більшою і значно рівнішою у поздовжньому напрямку. Останній момент позитивно впливає на плавність ходу енергетичних засобів під час їх руху по ПТК.

- наявність переднього навісного пристрою, конструктивні параметри якого не допускають розвантаження керованих коліс при роботі з фронтальним знаряддям чи машиною.

- компоновка - інтегральна або класична з можливістю руху реверсом. У цьому випадку ймовірність розвантаження керованих коліс енергетичного засобу від впливу тягового опору передньонавісного знаряддя значно зменшується.

- при прокладанні слідів ПТК тиск в шинах повинен бути максимальним. Цим самим забезпечується максимальна значина глибини, а значить і наступного візуального відсліджування слідів ПТК.

- рушії повинні вписуватися в міжряддя вирощуємих просапних культур. Зазначена вимога стосується енергетичних засобів, експлуатація яких планується на вирощуванні просапних культур.

Вимоги до технологічної частини МТА:

- відсутність повороту в горизонтальній площині відносно енергетичного засобу під час руху на гоні. Вільне приєднання технологічної частини МТА до енергетичного засобу являє собою фізичний маятник з його незалежним ступенем вільності. В результаті під час руху агрегату по ПТК причіпне знаряддя завдяки вільним коливанням в горизонтальній площині може загортати її (колії) сліди. Жорстке приєднання технологічної частини МТА до енергетичного засобу позбавлене такої можливості, що є позитивним наслідком з точки зору подальшого руху агрегатів по ПТК.

- технічна здійсненність агрегування спереду чи ззаду та (при необхідності) збоку енергетичного засобу.

- рівність або кратність (з урахуванням перекриття суміжних проходів) конструктивної ширини МТА прийнятому крокові ПТК.

- наявність маркерних пристроїв під час прокладання слідів ПТК. Виліт кожного маркера розраховується з урахуванням кроку технологічної колії.

- наявність передньонавісного розпушувального знаряддя при прокладанні слідів постійної технологічної колії. Дослідженнями встановлено, що для досягнення необхідної глибини слідів ПТК, а також потрібної вирівняності їх в поздовжньому напрямку, спереду агрегату для прокладання слідів технологічної колії повинне бути розміщене знаряддя для розпушення ґрунту. Ширина його захвату (V_p) знаходиться із виразу:

$$V_p \geq V_k + b + 2 \cdot (S + \Delta),$$

де V_k - колія енергетичного засобу;

b - ширина сліду колеса енергетичного засобу;

S - відстань від сліду колії до найближчого робочого органу, при якому колія не загортається ґрунтом. лабораторними дослідженнями встановлено, що значина S повинна бути в межах 20- 30 см;

Δ- перекриття між слідами передньонавісного знаряддя та задніми робочими органами МТА;

- наявність пристроїв для запобігання присипання слідів ПТК під час виконання операцій, пов'язаних з обробіткою ґрунту. В протилежному випадку сліди колії можуть бути повністю загорнуті під час проведення, наприклад, культивації ґрунту і стати практично непомітними на час посіву з усіма впливаючими звідси негативними наслідками.

- наявність пристроїв для розпушування слідів постійної технологічної колії на вирощуванні зернових колосових та зернобобових культур.

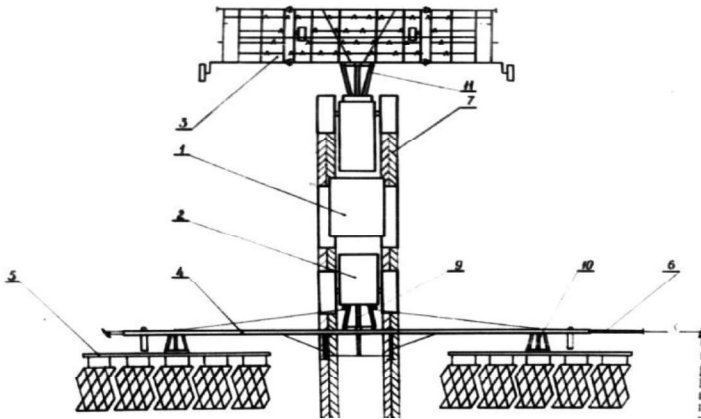
Узагальнення практичного досвіду показує, що ефективність вирощування сільськогосподарських культур із застосуванням постійної технологічної колії багато в чому залежить від якості її прокладки. Так, у горизонтальній площині сліди ПТК повинні бути прокладені прямолінійно і з заданим кроком. Подовжній профіль їх, щоб уникнути підвищених вертикальних коливань наступних МТА, повинний бути досить вирівняним (рис. 3). Для здійснення посіву тієї або іншої культури без застосування маркерних пристроїв сліди ПТК (на момент проведення цієї операції) повинні бути візуально контрольованими.



Рис. 3. Постійна технологічна колія, сформована після проходу трактора в зораному полі

Відомий спосіб прокладання постійної технологічної колії, який реалізується агрегатом, що складається з транспортного засобу, на передній механізм якого навішено культиваторні приставку, а до заднього приєднано зчіпку борін (рис. 4). Причому, в центральній частині зчіпки на ширині захвату фронтальної культиваторної приставки борони видалено. В процесі реалізації способу борони здійснюють мілке

(6...8 см), а культиваторна приставка – більш глибоке (в 1,5...1,6 рази) розпушування ґрунту. Транспортний засіб, рухаючись по такому агрофону, формує не загорнуті сліди технологічної колії, по якій здійснюється переміщення всіх наступних агрегатів.



1—енергетичний засіб (ЕМ); 2—технологічний модуль (ТМ); 3—передня навесна приставка; 4—зчіпка; 5—боронувальна секція; 6—маркер; 7—сліди ПТК; 9—зчіпний пристрій ТМ; 10—зчіпний пристрій зчіпки; 11- зчіпний пристрій ЕМ

Рис. 4. Агрегат для прокладання слідів ПТК

Основний недолік роботи цього агрегату полягає в тому, що глибина слідів ПТК після проходу транспортного засобу по розпушеному фоні знаходиться на рівні 14...15 см. Цього виявляється недостатньо, оскільки після проходу наступних ґрунтообробних агрегатів (культиваторного, наприклад) сліди ПТК присипаються ґрунтом так, що стають невидимими на момент посіву.

Оскільки сліди постійної технологічної колії прокладаються з заданим кроком, то технологічна частина МТА повинна мати маркери.

З метою більшої вирівняності мікрорельєфу агротехнічного фону прокладання слідів ПТК бажано здійснювати поперек оранки. Однак, у місцях незадовільної злитості останньої можливе виникнення підвищених вертикальних коливань остову використовуваного енергетичного засобу, що приводить не тільки до погіршення умов роботи механізатора, але і до зниження робочої швидкості руху МТА.

Науковці з Південного філіалу ІМЕСГ запропонували метод усунення зазначеного недоліку шляхом розпушування ґрунту перед передніми колесами енергетичного засобу. Для цього передній начіпний пристрій енергозасобу було обладнано приставкою з S - подібними

пружинними робочими органами. У якості такої використовували центральну секцію борони-культиватора БП-8, у якого пружинні лапи розвернули на 180° (рис. 5).



Рис. 5. Переднє навісне знаряддя для прокладання слідів ПТК



Рис. 6. МТА на базі ХТЗ-160 для прокладання слідів ПТК

Для забезпечення прокладки слідів ПТК із заданим кроком у першу чергу необхідно, щоб траєкторія маркерного сліду мала як можна менші відхилення від прямої лінії. Досвід показав, що досягти цього при наявності кутової рухливості технологічної частини МТА в горизонтальній площині щодо енергетичного засобу неможливо. Отже, використовувані сільськогосподарські машини повинні бути начіпними або напівначіпними. При кроці ПТК більш 8 м для їхнього агрега-

тування найбільше підходить зчіпка типу СН-75. Заводський варіант її конструкції передбачає приєднання тільки спереду трактора. Але при прокладці ПТК на передній начіпний механізм останнього, як підкреслювалося вище, навішується вирівнююча приставка. У зв'язку з цим конструкція використовуваної зчіпки повинна передбачати її приєднання як позаду, так і (по можливості) збоку енергетичного засобу.

Реалізувати принципи колійної технології землеробства можна і «нетрадиційними» тракторно-комбайновими технологіями. Відомі конструкції мостових тракторів (мостові трактори Доулера, BIOTRAC та ін.) (рис. 7-9), відмінною рисою яких від інших енергозасобів є те, що вони пересуваються по постійній колії, яка розташована на відстані, рівному їх прольоту, в зоні якій і розміщуються сільськогосподарські знаряддя.

Нині інтерес до мостових енергозасобів значно зріс. Над створенням агромоств працюють в США, Англії, Японії, Польщі, Голандії, Росії, Україні та інших країнах. Так, наприклад, в Англії фермер Даулер з 1982 року використовує мостовий трактор на площі 94 га. Результати роботи показали, що урожайність вирощуємих культур при цьому збільшилась не 10%, значно зменшилась енергоємність ґрунту і т.д.

В Ізраїлі на базі трактора з двигуном потужністю 180 к.с. розроблено агроміст із захватом 6 м, який застосовується на культивуванні, сівбі, внесенні мінеральних та органічних добрив.

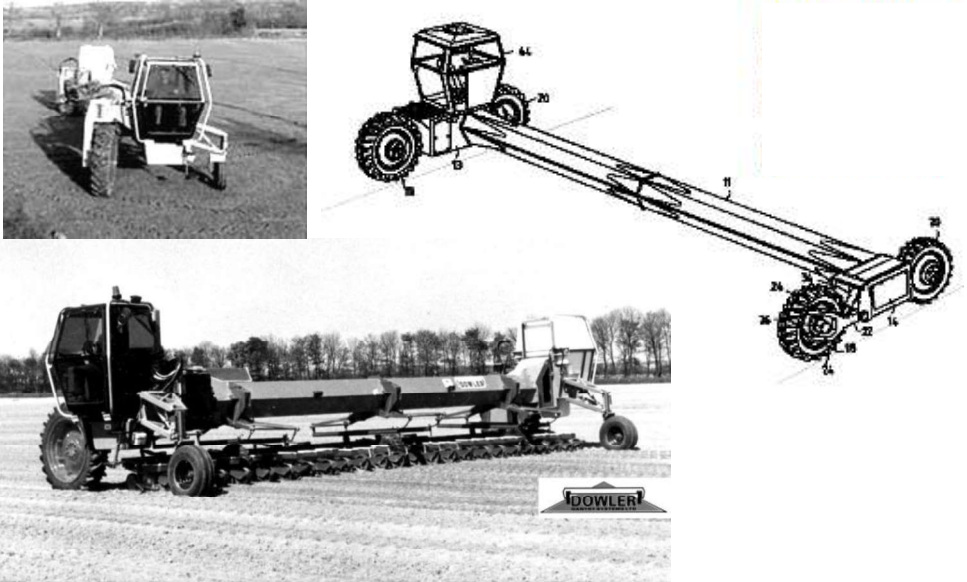


Рис. 7. Мостовий трактор Доулера



Рис. 8. Шведський мостовий трактор BIOTRAC



Рис. 9. Мостовий трактор з шириною прольоту 5,8 метрів

Суттєве вирішення проблеми ущільнення ґрунту можна здійснити використанням мостової системи землеробства, основаної на використанні агромостів.

Агроміст - це потужний сільськогосподарський агрегат, який базується на парі рушіїв, що переміщається по напрямниках, прокладених уздовж поля (рис. 10). Він дозволяє не тільки виключити негативний вплив ходових систем на ґрунт, але і впровадити в сільське господарство індустріальні методи виробництва продукції, характерні для промисловості. Передумовами широкого впровадження агромостів полягають в наступному:

- ґрунт не підлягає впливу збоку ходової частини агрегату, що практично виключає її будь-яке ущільнення;
- продуктивність праці значно зростає із-за збільшення ширини захвату, швидкості руху, суворого додержання прямолінійного переміщення, можливості цілодобової роботи, використання електроприводу робочих органів, застосування електротехнологій тощо;

- створюється можливість автоматизації всіх технологічних операцій по вирощуванню сільськогосподарських культур в оптимально агротехнічні строки;

- виникають умови для ефективного впровадження програмування урожаїв.

Є і інші переваги, які підтверджують великі потенційні можливості мостових агрегатів. Однак, із-за значної матеріалоемкості та високої вартості перших варіантів агромостів, а також значних початкових капіталовкладень ці агрегати в свій час не знайшли якогось-небудь застосування.

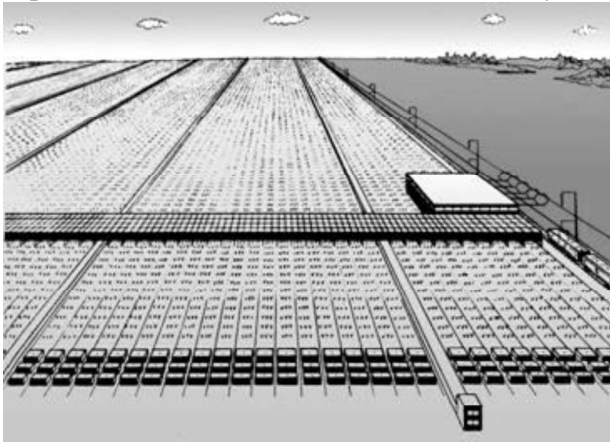


Рис. 10. Мостова технологія землеробства

Якщо реально підійти до питання конструювання мостових агрегатів, то його необхідно вирішувати поетапно. На першому етапі в якості енергетичних станцій можна використовувати трактори, а в якості напрямників - ущільнені доріжки чи напрямні борозни (тобто ПТК).

Один із таких агрегатів представлений на рис. 11. Рама 1 з робочими органами шарнірно з'єднується із двома колісними енергетичними засобами 2, які переміщуються по напрямним доріжкам (ПТК). При координатному способі руху, коли рама 1 не розвертається, енергетичні засоби в кінці гону роблять синхронний поворот на 90° і переходять на іншу позицію. Таку схему можна використовувати з робочими органами ненаправленої дії (фрезами, боронами, котками тощо).

При роботі агрегату з робочими органами направленої дії (культиватори, сіялки, луцільники і т.д.) поворот в кінці гону здійснюється наступним чином. Спочатку один енергозасіб розвертає раму на іншу позицію шляхом її розвороту на 180° , а потім другий енергетич-

ний засіб розвертається на такий же кут відносно вертикального шарніру, що з'єднає його з рамою.

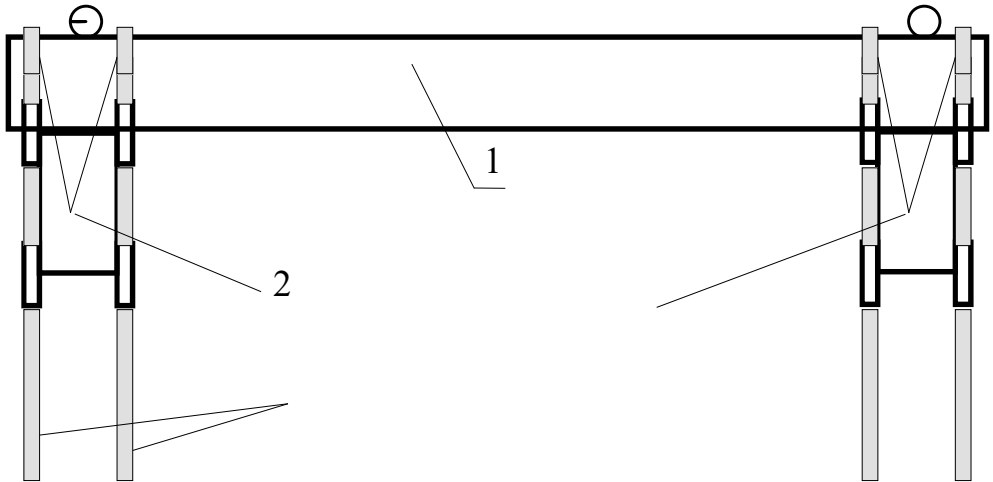


Рис. 11. Схема мостового агрегату на основі мобільних колісних енергетичних засобів та ПТК

Застосування на агрегаті системи дублерного водіння енергозасобом - роботом із кабіни енергозасобу-лідера дозволяє вдвічі скоротити число механізаторів в період польових робіт. Мостовий агрегат, виконаний по розглядуваній або подібній схемі, не потребує великих капітальних витрат і його створення в найближчий час цілком реальне. З допомогою таких агрегатів *першого покоління* можна буде вирішувати задачі створення більш досконалих автоматизованих мостових агротехнічних комплексів (АМАК) (рис. 12).

По суті справи АМАК- це самохідний сільськогосподарський завод, установлений поперек поля чи групи полів по вій його/її (групи) ширини. Заводський корпус АМАК, виконаний із полегшених металоконструкцій та пластику, піднесений над ґрунтом на 2-3 м і з допомогою необхідної кількості опор з електрифікованими ходовими системами установлений на ПТК. Під час роботи він повільно (1-5 км/год) переміщається вздовж поля човниковим способом. В кінці гону не розвертається, не транспортується із угіддя на угіддя і демонтується після закінчення ресурсного строку служіння (25-50 років).

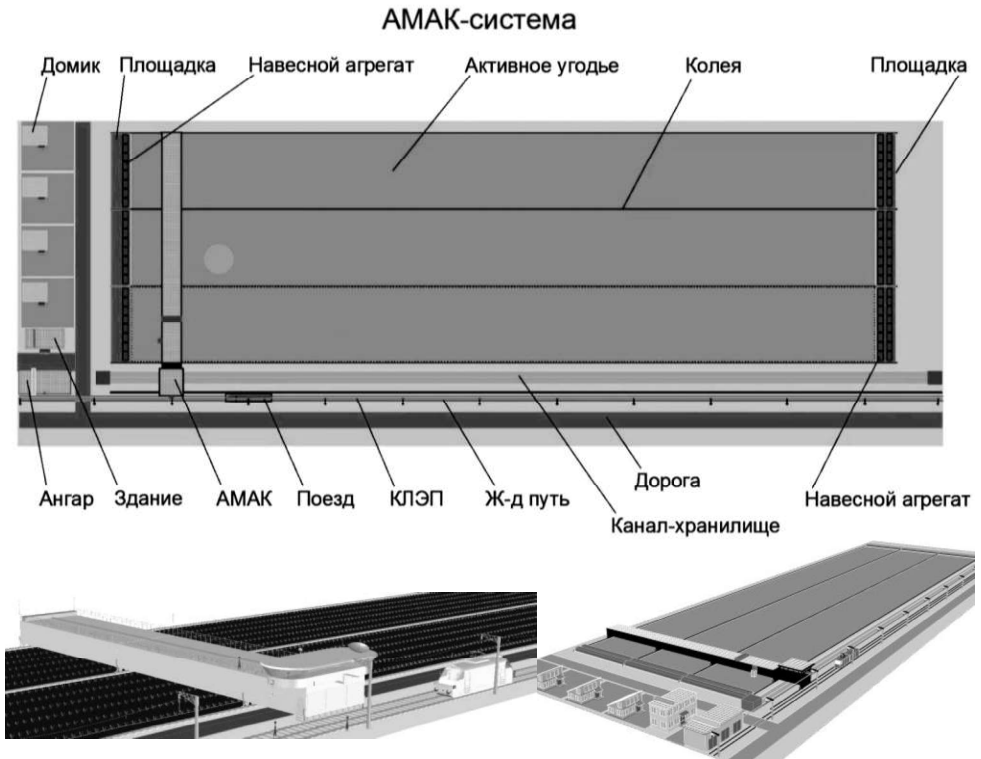


Рис. 12. Автоматизованний мостовий агротехнічний комплекс (АМАК)

Як і на будь-якому заводі, АМАК підключений до державної лінії електропередачі, але на стаціонарно, а з допомогою струмознімачів. АМАК має необхідну кількість службових приміщень, включаючи і гігієнічні.

У вихідній моделі АМАК-системи вирішені питання просторового узгодження транспортування технологічного матеріалу, обслуговуючого персоналу, навісних модулів, збирання та зберігання урожаю, оперативного контролю за технологічним процесом, резервування найбільш відповідальних складових частин, ремонту, забезпечення мікроклімату всередині комплексу. Основні технічні рішення АМАК-системи виконані на рівні винаходів.

Не дивлячись на те, що точну економічну оцінку мостовим агрегатам нині дати досить складно, посередньо про їх можливості можна судити по наступним даним. Одне тільки застосування ПТК дозволи-

ло ряду кооперативів бувшої НДР підняти продуктивність праці, знизити працемісткість і підвищити урожайність зернових із загальним ефектом 100 марок на 1 га. Площа землі, відведеної під сліди ПТК, не перевищувала при цьому 10%.

У 1972-1977 рр. ефективність мостових агрегатів перевірялась на полігоні ПКФ ВІМ у дослідях з використанням електровізка з комплектом сільськогосподарських знарядь, який рухався по сталевих рейках. Отримані багатообіцяючі результати: урожай цукрового буряка (без зрошення) -138,4 т/га, столового буряка- 41,1 т/га без зрошення, а із зрошенням- 88 т/га.

Поява мостових агрегатів передбачає широке застосування такого прогресивного методу зрошення, як кореневе водопостачання рослин. Урожайність сільськогосподарських культур підвищується при цьому на 20-30%, а норма зрошення (у порівнянні із дощуванням) зменшується в 10-15 разів.

Нині умови для створення мостових агрегатів повністю дозріли, що створює потужну основу для переходу до широкого розвертання конструкторських робіт по їх розробці та виробничій перевірці.

Так, науковцями Таврійського державного агротехнологічного університету розроблений мостовий електрифікований енерготехнологічний засіб сільськогосподарського призначення (науковий керівник – к.т.н. Кувачов В.П.) (рис. 13).

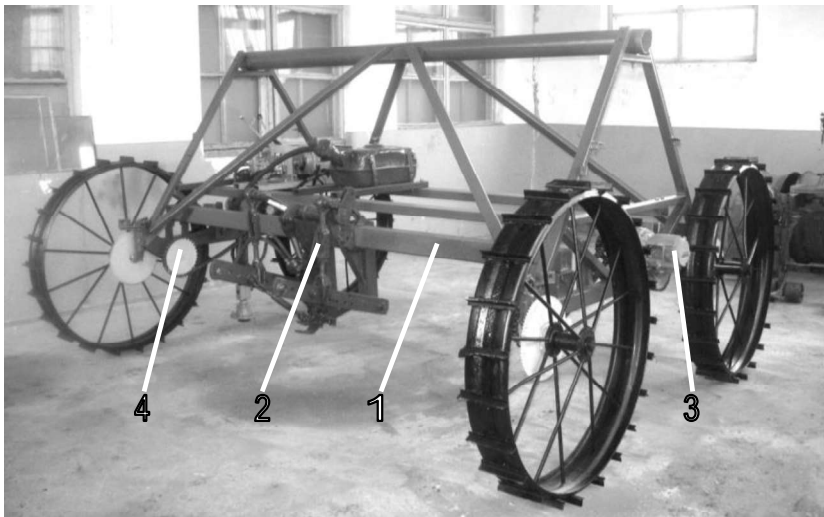


Рис.13. Самохідний мостовий енерготехнологічний засіб ТДАТУ

Мостовий енерготехнологічний засіб (рис. 13) має ширину прольоту 2,8 м і може бути використаний, перш за все, в технологіях овоочівництва. Мостовий засіб складається із самохідного електрифікованого шасі 1 із гідронавісним механізмом 2 для агрегування сільськогосподарських знарядь, комплекту електрообладнання для приводу рушіїв та гідросистеми. На рамі електрошасі розміщені два мотор-редуктори 3, які через ланцюгову і циліндричну зубчасту передачі 4 приводять в обертання колеса.

Для практичної реалізації мостового засобу безпосередньо на сільськогосподарських операціях вирішити питання розвороту мостового засобу, на нашу думку, можливо, шляхом його обертання на місці навколо центру повороту, який розміщений в центрі колії, по якій рухається машина. Для чого мостовий засіб додатково оснащений механічними висувними опорами (рис. 14), прикріпленими до електрошасі для підйому одного із його бортів при розвороті, відносно вісі, яка співпадає з повздовжньою віссю опори. Такий принцип розвороту мостового засобу з некерованими колесами на місці дозволяє здійснювати його переміщення на наступну позицію за мінімальний проміжок часу, що підвищує продуктивність роботи.

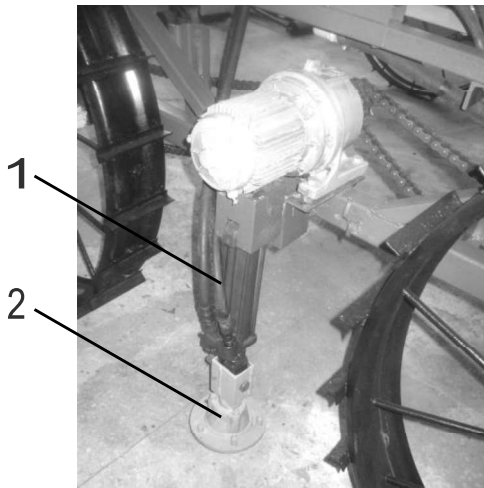


Рис. 14. Гідровисувна опора для реалізації бортового повороту мостового засобу: 1 – гідроциліндр; 2 – опора

Розглянемо, як варіант, вид і спосіб руху мостового засобу (рис. 15), який за загальноприйнятою класифікацією можна віднести:

- за організацією території – загінний;
- за напрямом робочих ходів – гоновий;
- за схемою обробітку загінки – човниковий;
- за видом повороту – безпетльовий.

Зміну напрямку руху мостового агрозасобу на поворотах (рис. 15) доцільно здійснювати його безпетльовим розворотом по колу, де центр повороту знаходиться в зоні транспортної технологічної доріжки одного з бортів (лівого, або правого, в залежності від направленості повороту). Тільки в цьому випадку можна отримати бажаний мінімальний радіус повороту та ширину поворотної смуги. Разом з тим, при такому способі розвороту здійснюється переміщення агрозасобу на наступну позицію за мінімальний проміжок часу, що підвищує продуктивність його роботи. Технічно розворот по колу може бути реалізовано за рахунок поворотних коліс агрозасобу. В іншому випадку, коли його колеса некеровані, поворот по колу можна реалізувати за рахунок підйому одного із бортів, де опираючись на рушії іншого борту при їх русі, можна здійснити обертання навколо опори – центру повороту.

На відміну від тракторно-комбайнової системи машин електрифіковані мостові агрозасоби в рослинництві можуть забезпечити:

- використання єдиного енергетичного модуля для виконання всього комплексу с.-г. робіт при вирощуванні і збиранні культури;
- можливість комплексної автоматизації виробництва в рослинництві;
- маршрутизацію руху с.-г. агрегатів і технологічного транспорту по постійним напрямним коліям протягом всього технологічного циклу вирощування і збирання культури;
- усунення негативного впливу ходових робочих органів машин на ґрунт;
- виконання з високою точністю агроприймів у встановлені строки незалежно від рівня вологості і несучої здатності ґрунту;
- виконання операцій, які неможливо виконати тракторною технікою - ремонт посівів, оброблення проміжних культур та ін.;
- скорочення втрат матеріалів і продукції.

До того ж, впровадження такої системи дозволяє програмувати врожаї; зменшує пошкодженість рослин, питому витрату невідтворних ресурсів, витрати праці; підвищує престиж с.-г. праці, завдяки надання йому інтелектуального характеру. За орієнтовною оцінкою

науковців, застосування мостової системи в порівнянні з тракторною забезпечить підвищення урожайності в 1,6...2,5 разів. Електрифіковані агрегати дозволяють розширити область використання електроенергії, відмовитися, або значно скоротити, застосування хімічних речовин для боротьби з бур'янами, добрив, що забезпечить отримання екологічно чистих продуктів.

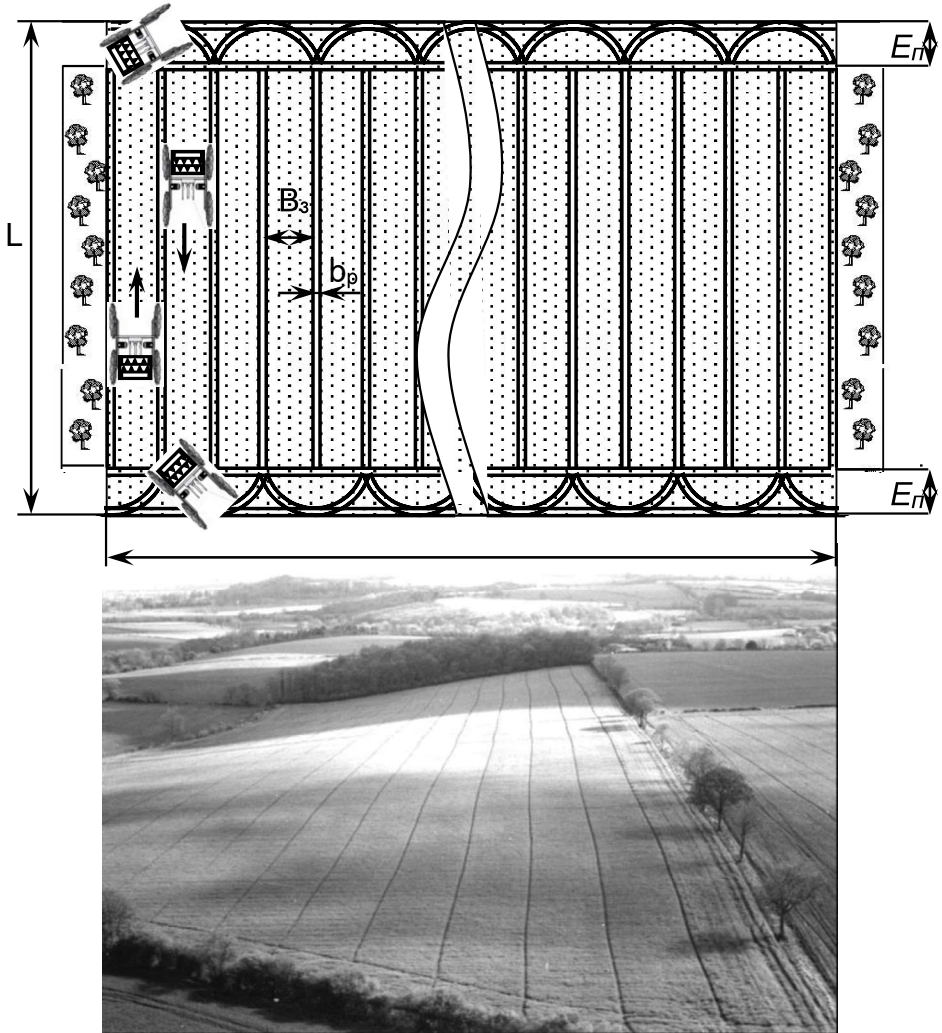


Рис. 15. Схема планування карти поля для роботи мостових агрозасобів: A та L – ширина та довжина поля; B_3 – ширина робочої смуги, $E_{п}$ – ширина поворотних смуг; b_p – ширина транспортної технологічної доріжки.

4 ВИЗНАЧЕННЯ ВАГИ ТА ПОТУЖНОСТІ НА ПРИВІД АГРОМОСТА

4.1 Вага агромоста $G_{ам}$ (кН) визначається за умови зчеплення його рушіїв з ґрунтом. Зчеплення повинно бути достатнім для того, щоб агроміст на горизонтальній ділянці змог розвивати задане номінальне тягове зусилля при роботі на агрофоні нормальної вологості з буксуванням не більше допустимого:

$$G_{ам} = \frac{P_{кр.н}}{\lambda_k \varphi_k - f_k}, \quad (1)$$

де $P_{кр}$ – номінальне тягове зусилля, кН; λ_k – коефіцієнт навантаження ведучих коліс; φ_k – коефіцієнт зчеплення; f_k – коефіцієнт опору перекошування.

Значення коефіцієнта λ_k навантаження ведучих коліс для енергозасобів з колісною формулою 4К2 приймають з урахуванням дії сили тягового опору - $\lambda_k = 0,75 \dots 0,80$. Для енергозасобів з колісною формулою 4К4 і гусеничних – приймають $\lambda_k = 1$.

4.2 Вибір потужності енергоустановки є однією з найбільш складних і відповідальних задач будь-яких мобільних агрегатів і транспортних систем, у тому числі і агромостів на початковій стадії їх розробки.

Основною вимогою і критерієм правильного вибору енергетичної установки є відповідність його потужності і параметрів умовам технологічного процесу робочої машини.

Номінальну експлуатаційну потужність тягового двигуна агромоста $N_{ам}$ (кВт) визначається за умови реалізації на заданому агрофоні номінального тягового зусилля при заданій швидкості руху $v_{ам}$ по горизонтальній ділянці:

$$N_{ам}^e = \frac{(P_{кр.н} + P_f) v_{ам}}{\eta_{тр} (1 - \delta_n)}, \quad (2)$$

де P_f – сила опору перекошування, $P_f = f_k \cdot G_{ам}$, кН; $v_{ам}$ - швидкість руху, м/с; $\eta_{тр}$ – механічний ККД трансмісії; δ_n - коефіцієнт буксування рушіїв.

5 ІНСТРУКЦІЯ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

1. Загальні вимоги безпеки

1.1. До роботи допускаються особи у віці не молодші 18 років, що пройшли інструктаж з охорони праці, не мають протипоказань за станом здоров'я.

1.2. Студенти повинні дотримувати правил внутрішнього розпорядку.

1.3. Лаборанти зобов'язані дотримуватись правил пожежної безпеки, знати місце розташування первинних засобів пожежогасіння.

1.4. Про кожний нещасний випадок із працівником потерпілий або очевидець нещасних випадків зобов'язаний негайно повідомити ректора або проректора. При несправності устаткування припинити роботу і повідомити адміністрацію.

1.5. У процесі роботи студенти повинні дотримувати правил використання засобів індивідуального і колективного захисту, дотримувати правил особистої гігієни, утримувати в чистоті робоче місце.

1.6. Особи, що допустили невиконання або порушення інструкції з охорони праці, притягуються до дисциплінарної відповідальності відповідно до правил внутрішнього трудового розпорядку.

2. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

2.1. У випадку появи несправності в роботі мостового засобу вимкнути його, сповістити про це адміністрацію. Роботу продовжувати тільки після усунення виниклої несправності.

2.2. При ураженні студента електричним струмом негайно вимкнути електромережу, надати першу допомогу потерпілому, при необхідності відправити його в найближчу лікувальну установу.

6 СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Надыкто В.Т.* Колійна та мостова системи землеробства. Монографія / *Надыкто В.Т., Улексін В.О.* – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2008.-270 с.

2. *Улексин В.А.* Мостовое земледелие. Монография / *Улексин В.А.* – Днепропетровск: Пороги, 2008.-224 с.

3. *Кувачов В.П.* Електрифікований агро модуль – ефективне рішення проблем механізації с.-г. виробництва / *Кувачов В.П., Куценко Ю.М., Ковальов О.В.* // *Праці ТДАТУ.*-2012. - Вип. 12, том 2.–С.86-92.

4. *Кувачов В.П.* Мостовое землеробство на базі дощувальних машин / *Кувачов В.П.* // *Науковий вісник ТДАТУ,* 2012. - Вип. 2, Т. 5. – С. 15-23. – Режим доступу: [www.nbuvi.gov.ua /e-journals/nvtdau](http://www.nbuvi.gov.ua/e-journals/nvtdau)

7 ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

Тема: Вивчення конструкції енергетичних засобів і робочих машин, що використовуються при колійній і мостовій системах землеробства

Мета роботи: Ознайомитися з конструкцією самохідного мостового енерготехнологічного засобу ТДАТУ та розрахувати його необхідну вагу та потужність на привід.

Технологічне обладнання, інструмент, матеріали: мостовий енерготехнологічний засіб ТДАТУ, робочий зошит, обчислювальний пристрій.

Хід виконання роботи

1. Скласти класифікацію засобів механізації для колійного та мостового землеробства.
2. Побудувати схему мостового засобу ТДАТУ.
3. На підставі вихідних даних, отриманих у викладача, розрахувати вагу та необхідну потужність мостового енергозасобу.

Вихідні умови:

1. Агрофон _____
2. Номінальне тягове зусилля $P_{кр}$, кН _____
3. Коефіцієнт навантаження ведучих коліс λ_k _____
4. Коефіцієнт зчеплення φ_k _____
5. Коефіцієнт опору перекочування f_k _____
6. Швидкість руху $v_{ам}$, м/с _____
7. Коефіцієнт буксування рушіїв δ_n _____
8. Механічний ККД трансмісії $\eta_{тр}$ _____

Вага агромоста $G_{ам}$ (кН) визначається за умови зчеплення його рушіїв з ґрунтом. Зчеплення повинно бути достатнім для того, щоб агроміст на горизонтальній ділянці змог розвивати задане номінальне тягове зусилля при роботі на агрофоні нормальної вологості з буксуванням не більше допустимого:

$$G_{ам} = \frac{P_{кр.л}}{\lambda_k \varphi_k - f_k}, \quad (1)$$

де $P_{кр}$ – номінальне тягове зусилля, кН; λ_k – коефіцієнт навантаження ведучих коліс; φ_k – коефіцієнт зчеплення; f_k – коефіцієнт опору перекочування.

Номінальну експлуатаційну потужність тягового двигуна агромоста $N_{ам}$ (кВт) визначається за умови реалізації на заданому агрофоні

номінального тягового зусилля при заданій швидкості руху $v_{ам}$ по горизонтальній ділянці:

$$N_{ам}^e = \frac{(P_{кр.л} + P_f)v_{ам}}{\eta_{тр}(1 - \delta_n)}, \quad (2)$$

де P_f – сила опору перекочування, $P_f = f_k \cdot G_{ам}$, кН; $v_{ам}$ - швидкість руху, м/с; $\eta_{тр}$ – механічний ККД трансмісії; δ_n - коефіцієнт буксування рушіїв.

Висновок: За результатами виконання роботи зробіть висновок про місце використання енерготехнологічного засобу ТДАТУ у технологічних процесах рослинництва.

Роботу виконав: студент _____
(Дата) (Підпис)

Роботу перевірів: _____
(Дата) (Підпис)

Додаток А
(Довідниковий)

Агротехнічні-допустимі робочі швидкості руху с.-г. агрегатів

Технологічні операції	V, км/год.
Оранка	4...7; 8...12*
Снігозатримання	5...10
Обробіток ґрунту:	
плоскорізами-глибокорозпушувачами	7...10
культиваторами-плоскорізами	8...12
Лущення стерні лущильниками:	
дисковими	7...12
лемішними	5...7; 8...10*
Обробіток ґрунту боронами:	
дисковими	5...10
зубовими	6...8; 7...12*
сітчастими	3,5...6,5
шлейф-боронами	6...7
Коткування ґрунту котками:	
кільчасто-шпоровими	6...12
кільчасто-зубчастими	4...9
гладкими водоналивними	4...8
Обробіток ґрунту культиваторами:	
паровими	5...8; 9...15*
з пружинними лапами	5...7
Внесення добрив:	
органічних	7...12
мінеральних	5...10
рідких	6...8; 9...12*
туковою сівалкою	6...10; 8...12*
Сівба сівалками:	
рядковими	7...9; 10...15*
стерньовими	5...10
кукурудзи, соняшнику, буряків	6...7,5
льону	5...7
овочевих культур	5...9
Садіння картоплі	4...7; 7...9*
Обробіток міжряддя просапних культур:	
перший	4...7

Технологічні операції	V, км/год.
другий і наступний	7...10
Догляд за посівами цукрових буряків:	
розпушування міжряддя	4...6
букетування	4...5
проріджування	4...5; 6...8*
обприскування та обпилювання	4,5...9,5
підгортання рядків посівів	4...7
Скошування:	
трав на сіно	5...7; 8...12*
з подрібненням	4...8
рядковими жатками	7...10; 8...15*
Загрібання та ворушіння сіна граблями:	
поперечними	5...9
кільцево-пальцевими	8...10

* – для машин з робочими органами, які працюють на підвищених швидкостях руху.

Додаток Б (Довідниковий)

Коефіцієнти опору кочення (f) і коефіцієнти зчеплення (φ) для рушіїв енергосабів на різному агрофоні

Грунти	Клас ґрунтів	Штовпий тисковий опір, γ_0 , кН/м ²	Коефіцієнти опору кочення, f													
			гусеничні рушії тракторів						колісні рушії тракторів							
			Грунтова дорога	Цибука	Стерня	Поле підготовлено під посів	Свіжооране поле	Шосе	Глибока грядюка	Грунтова дорога	Цибука	Стерня	Поле підготовлено під посів	Свіжооране поле	Шосе	Глибока грядюка
легкі	I	до 35	0,070	0,080	0,090	0,120	0,140	0,150	0,230	0,050	0,060	0,090	0,200	0,220	0,200	0,220
середні	II	36..41	0,068	0,078	0,088	0,118	0,138	0,145	0,225	0,048	0,057	0,088	0,195	0,215	0,195	0,215
	III	42..47	0,066	0,076	0,086	0,116	0,136	0,140	0,220	0,046	0,054	0,086	0,190	0,210	0,190	0,210
	IV	48..53	0,064	0,074	0,084	0,114	0,134	0,135	0,215	0,044	0,051	0,084	0,185	0,205	0,185	0,205
важкі	V	54..59	0,062	0,072	0,082	0,112	0,132	0,130	0,210	0,042	0,048	0,082	0,180	0,200	0,180	0,200
	VI	60..65	0,060	0,070	0,080	0,110	0,130	0,125	0,205	0,040	0,045	0,080	0,175	0,195	0,175	0,195
	VII	66..71	0,058	0,068	0,078	0,108	0,128	0,120	0,200	0,038	0,042	0,072	0,170	0,190	0,170	0,190
	VIII	72...79	0,056	0,066	0,076	0,106	0,126	0,115	0,195	0,036	0,039	0,076	0,165	0,185	0,165	0,185
	IX	80..86	0,054	0,064	0,074	0,104	0,124	0,110	0,190	0,034	0,036	0,074	0,160	0,180	0,160	0,180
			Коефіцієнти зчеплення, φ													
легкі	I	до 35	0,90	0,86	0,76	0,60	0,50	0,40	0,30	0,70	0,65	0,68	0,50	0,45	0,30	0,10
середні	II	36..41	0,92	0,88	0,80	0,62	0,52	0,42	0,32	0,72	0,67	0,60	0,52	0,47	0,32	0,12
	III	42..47	0,94	0,90	0,82	0,64	0,54	0,44	0,34	0,74	0,69	0,62	0,54	0,49	0,34	0,14
	IV	48..53	0,96	0,92	0,84	0,66	0,56	0,46	0,36	0,76	0,71	0,64	0,56	0,51	0,36	0,16
важкі	V	54..59	0,98	0,94	0,86	0,68	0,58	0,48	0,38	0,78	0,73	0,65	0,68	0,53	0,38	0,18
	VI	60..65	1,00	0,96	0,88	0,70	0,60	0,50	0,40	0,80	0,75	0,68	0,60	0,65	0,40	0,20
	VII	66..71	1,02	0,98	0,90	0,72	0,62	0,52	0,42	0,82	0,77	0,70	0,62	0,57	0,42	0,22
	VIII	72...79	1,04	1,00	0,92	0,74	0,64	0,54	0,44	0,84	0,79	0,72	0,64	0,59	0,44	0,24
	IX	80..86	1,06	1,02	0,94	0,76	0,66	0,56	0,46	0,86	0,81	0,74	0,66	0,61	0,46	0,26

Додаток В
(довідниковий)

ККД механічних передач

Передача	η_M
Клинопасова:	
звичайна	0,94...0,98
з натяжним пристроєм	0,95...0,98
Клинопасова	0,90...0,98
Ланцюгова	0,70...0,80
Черв'ячна	0,83...0,87
Зубчаста циліндрична	0,95...0,98
Зубчаста конічна	0,94...0,96

Додаток Г
(довідниковий)

Допустиме буксування рушіїв енергозасобів при номінальному тяговому зусиллі

Колісна формула	Допустиме буксування δ_n, %
4К2	16
4К4	14

Додаток Д

Питання по самопідготовці до роботи

1. В чому полягає сутність системи «Controlled Traffic Farming».
2. Що розуміють під постійною технологічною колією.
3. Яка будова агроможів.
4. Що розуміють під колійним землеробством.
5. Що розуміють під мостовим землеробством.
6. Які недоліки традиційних тракторно-комбайнових технологій.
7. В чому полягають головні переваги колійного та мостового землеробства.