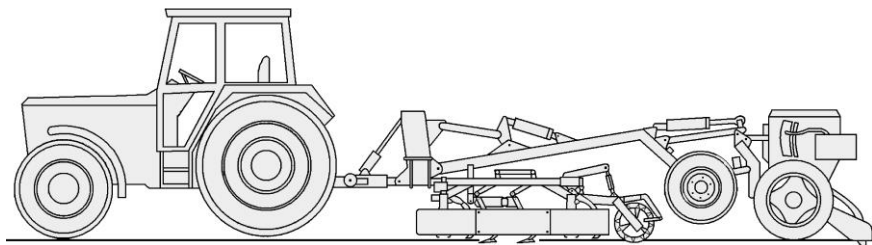


# **ДОВІДНИК**

## **З МАШИНОВИКОРИСТАННЯ**

### **В ЗЕМЛЕРОБСТВІ**



# **ДОВІДНИК З МАШИНОВИКОРИСТАННЯ В ЗЕМЛЕРОБСТВІ**

За редакцією В. І. Пастухова  
Укладач А. Г. Чигрин

Допущено  
Міністерством аграрної політики України  
як навчальний посібник для студентів спеціальності  
“Механізація сільського господарства”

Харків  
“Веста”  
2001

УДК 631.3  
ББК 40.711я73  
П 19

Допущено Міністерством аграрної політики України, як навчальний посібник для студентів спеціальності “Механізація сільського господарства”.

Автори: **В. І. Пастухов, А. Г. Чигрин, П. А. Джолос,  
І. І. Мельник, В. Ю. Ільченко, О. І. Анікєєв,  
М. О Циганенко.**

За редакцією **В. І. Пастухова**  
Укладач **А. Г. Чигрин**

Рецензенти: Ю. П. Нагірний, В. Ф. Пащенко

П 19 **Довідник з машиновикористання в землеробстві** /За ред. В. І Пастухова. – Харків: “Веста” – 2001, 347с.

ISBN 966-679-004-1

Викладені основи машиновикористання, наведені методики інженерних розрахунків, техніко-експлуатаційні характеристики сільськогосподарських машин та енергетичних засобів.

ББК 40.711я73

© В. І. Пастухов, А. Г. Чигрин,  
П. А. Джолос, І. І. Мельник,  
В. Ю. Ільченко, О. І. Анікєєв,  
М. О Циганенко, 2001

ISBN 966-679-004-1

© ООО “Веста”, 2001

## Передмова

В основі сільськогосподарського виробництва знаходиться його головна базова галузь – землеробство (рослинництво), мета якого за допомогою сучасних технічних засобів, тракторів, сільгоспзнарядь, машин з використанням досягнень в хімічній промисловості по виробництву міндобрив, пестицидів, також із застосуванням накопичених органічних добрив в тваринництві, отримати якомога найвищий врожай при найменших витратах і при мінімальному впливі на довкілля.

При цьому необхідно максимально досягти рівня реалізації біопотенціалу сільськогосподарських культур, їх сортів, тобто тієї величини врожайності, яка була отримана при сортовипробуванні за певних ґрунтово-кліматичних умов на високому агрофоні з використанням сільськогосподарської техніки високого рівня виконання технологічних процесів.

Тому завдання інженера, інженерної служби, господаря, фермера відносно сільгосптехніки полягає, в першу чергу, в тому, щоб забезпечити високу якість роботи машини, тому що в сучасному індустріально-розвинутому рослинництві майже всі технологічні операції виконуються технікою – машинно-тракторними агрегатами з набором машин і знарядь та окремими самохідними машинами. Тільки через певний рівень якості реалізуються можливості техніки для забезпечення виконання операцій вирощування та збирання врожаю сільгоспкультур.

Але для забезпечення певного рівня якості роботи сільгоспмашин необхідна їх оптимізація, тобто вибір машин певного рівня досконалості, ширини захвату, певної продуктивності і вартості тощо. А це залежить від можливостей господарства, від умов і особливостей використання машин, від енергетичних засобів, від раціональних варіантів придбання, агрегування і застосування, та функціонування сільськогосподарської техніки. Особливу актуальність мають ці питання за сучасних різнотипних підприємств в сільському

господарстві, з різними величинами посівних площ, з різними формами господарювання, коли часто фермер в одній особі повинен бути і інженером, і агрономом, і менеджером, і маркетологом. Від оптимізації машинно-тракторного парку залежить врожайність, енергоємність і екологічна безпека. Власнику землі не байдуже, наскільки він втручається в екологічний баланс природи свого регіону, наскільки це може в майбутньому вплинути на його діяльність, на його життя і життя його нащадків. Від ефективності використання машинно-тракторних агрегатів і в цілому машинно-тракторного парку залежить і кількість і якість продукції, яка виробляється в господарстві, затрати ресурсів і коштів і, як кінцевий результат, економічне благополуччя підприємства і достаток його працівників.

В представленому довіднику викладені матеріали, які необхідні для навчального процесу підготовки інженерів-механіків сільського господарства, для працівників інженерної служби в селі, а також для спеціалістів аграріїв всіх рівнів, які знайдуть тут необхідні дані для вирішення практичних завдань з оптимізації сільгосптехніки, для експлуатаційних розрахунків з ефективного придбання, комплектування і використання цієї техніки.

Довідник складається з семи основних розділів, де висвітлено умови і особливості використання сільгоспмашин, включаючи природнокліматичні зони України, ґрунти, дороги тощо, забезпечення техніко-енергетичних показників тракторів, сільгоспмашин, їх раціонального складу (методики визначення і розрахунків) і продуктивності з розрахунками експлуатаційних витрат. Значну увагу приділено в довіднику проблемі екологічності сільгосптехніки, включаючи питання екологічної безпеки і ергономіки.

# 1. Основні поняття технології механізованого землеробства

Під поняттями землеробство (рослинництво) розуміють провідну галузь сільськогосподарського виробництва, яка вирощує культурні рослини, постачає населення продуктами харчування рослинного походження, корми для сільськогосподарських тварин, а також сировину для харчової, легкої, фармацевтичної та ін. промисловості. Під цими поняттями також розуміють науку про використання і обробіток землі, про підвищення її родючості та про сільськогосподарські рослини та технології їх вирощування.

**Технологія** взагалі (від грецького *techne* – мистецтво, ремесло, *logos* – вчення) – це сукупність знань про способи і засоби виконання виробничих процесів.

**Технологія сільськогосподарського виробництва** – це і сукупність знань, як галузь науки, і сукупність послідовних технологічних операцій у виробництві сільськогосподарської продукції певної кількості і якості, як в галузі рослинництва, так і в галузі тваринництва, яка базується на рослинництві.

**Технологія виробництва сільськогосподарських культур** – сукупність знань про способи і засоби виробництва сільськогосподарських культур.

**Технологічні процеси в рослинництві**, при виробництві сільгоспкультур – це частина сільськогосподарського виробництва, пов'язана з послідовним виконанням технологічних операцій на вирощуванні і збиранні врожаю культурних рослин.

Часто технологічний процес теж називають скорочено “технологія”. Під цим терміном також називають “технологічну карту” для виробництва тієї чи іншої сільгоспкультури.

**Технологічна карта виробництва сільськогосподарських культур** – це планові розрахунки, в яких в чіткій послідовності визначені порядок, обсяг, строки і вартість проведення технологічних операцій, які потрібно виконати, щоб одержати врожай цієї культури. В цій карті також дають основні вихідні

дані найбільш вагомих показників якості (агровимоги), технічні засоби виконання (трактори, машини, знаряддя), кількість необхідних людських ресурсів і технологічних матеріалів (добрив, насіння, пестицидів, паливно-мастильних і т. п.).

**Технологічна операція в рослинництві** – це частина технологічного процесу, що виконується на одному місці (на одному полі) в певний час (агрострок).

**Технологічними засобами виконання технологічної операції в рослинництві** є відповідні сільськогосподарські знаряддя, машини, трактори сільськогосподарського призначення, які агрегуються з певними знаряддями, машинами, а також самохідна сільгосптехніка. За допомогою технічних засобів проводяться роботи для здійснення технологічних операцій. Ці технологічні засоби називають єдиним терміном – сільськогосподарські машинні агрегати.

**Якісне виконання технологічних операцій** характеризується окремими показниками чи їх сукупністю, які вказують на рівень відповідності виконаної роботи певним вимогам в залежності від технологічних умов.

**Якість роботи засобів виконання технологічної операції** визначається показниками якості операції, яку виконує засіб (машинний агрегат).

Технологічні умови роботи сільгоспмашин, знарядь включають технологічні показники (грунту, рослин тощо), у відповідні до яких проводиться вибір, комплектування і технологічна наладка технічних засобів, їх робочих органів.

Визначення технологічних умов та якості роботи сільгосптехніки ще називають агрооцінкою. Агро оцінку проводять в порівнянні з агро вимогами до машин, до технологічних операцій, які виконують ці машини.

Найбільш досконалим, інтегрованим показником якості роботи сільгоспмашин являється **коефіцієнт реалізації біопотенціалу** культурних рослин, який визначається в частках одиниці, як відношення прогнозованої чи фактичної врожайності певного сорту певної культури до найвищої можливої, яку визначено при сортовипробуванні. Для визначення таких величин по якості необхідно мати перевідні

коефіцієнти абсолютних показників якості (глибина, рівномірність, збереженість тощо) до величин реалізації біопотенціалу в залежності від абсолютних показників.

Ще є таке поняття, як *технологічна ситуація при виробництві рослинної продукції* – це комплекс організаційно-технічних умов, від яких залежить вибір технології і техніки для виконання технологічної операції, технологічного процесу. Далі розглянемо основні поняття відносно технічних засобів, які вживаються в механізованому рослинництві. Механізація робіт при виробництві сільськогосподарських культур здійснюється машинними агрегатами (МА), які за призначенням виконують одну або кілька технологічних операцій.

*Машинний сільськогосподарський агрегат (МА)* – це агрегат з механічним або електричним джерелом енергії, призначений для виконання технологічних операцій в рослинництві.

Агрегати розподіляють за експлуатаційними ознаками на кілька груп:

- а) за призначенням (виконання технологічної операції);
- б) за способом виконання – стаціонарні, стаціонарно-пересувні та мобільні (машинно-тракторні та самохідні);
- в) за характером джерел енергії та передавального механізму – тягові, тягово-приводні та приводні;
- г) за розміщенням робочих органів відносно поздовжньої осі – симетричні та асиметричні;
- д) за кількістю машин знарядь в агрегаті;
- е) за кількістю одночасно виконуваних операцій – прості, складні, комбіновані;
- ж) за способом з'єднання з трактором – причіпні, начіпні та напівначіпні;
- з) за способом розвантаження зібраного врожаю – бункерні, кузовні з причепом чи з супроводженням транспортного засобу.

На роботу сільськогосподарських агрегатів впливає ряд факторів, працюють вони в різноманітних ґрунтово-кліматичних і погодних умовах, в більшості під відкритим небом.



## 2. Особливості роботи машинних сільськогосподарських агрегатів і транспортних засобів та мови їх застосування

### 2.1. Особливості роботи техніки в рослинництві

Розглядаючи технологічний процес як технологічну систему, мета якої ефективне функціонування за певних критеріїв, необхідно враховувати, що на цю систему впливають ряд факторів, які можна об'єднати в кілька груп (рис. 2.1).

**Природнокліматичні фактори** – це кількість фотосинтетичної активної радіації (ФАР) і опадів, природні різновиди ґрунту за механічним складом і щільністю, кількість в ньому гумусу, рельєф місцевості, засміченість кущами, камінням тощо.

**Біологічні фактори** – це біологічні властивості сільськогосподарських рослин і тривалість фаз розвитку, вегетаційного періоду в цілому, співвідношення основної і побічної продукції, фізіологічні особливості рослин (озимі, ярі і т. п.).

**Технологічні фактори:** якість виконання попередньої операції, вологість, щільність, питомий опір, забур'яненість ґрунту його, його структурний і механічний склад, розмірні характеристики культурних рослин, їх вологість і опір на зношування, зрізання на відри, втягування полеглисть, дози внесення дорив, пестицидів, їх фізико-механічні характеристики, глибина обробітку, висота зрізування і т. п.

**Технічні фактори** складають: експлуатаційну надійність, потужність, тягове зусилля, габаритні розміри, ширину захвату, радіус повороту, колію, масу, годинні питомі витрати палива, кількість передач і інтервал швидкостей, маневровість, тип робочих органів, місткість баків, висоту зрізування, ступінь подрібнення і очищення, втрати зерна.

**Енергетичні фактори** включають: енергетичні еквіваленти паливно-мастильних і других матеріалів, тракторів, с.-г. машин, додаткового обладнання, с.-г. продукції.

**Економічні фактори:** це відрахування на податки, на амортизацію, оплата за кредит, страхування, зберігання, зарплата, вартість технологічних матеріалів, ремонту, технічного: технологічного обслуговування; ринкова вартість (ціна) виробленої продукції тощо.

Людські і соціальні фактори характеризуються рівнем кваліфікації і виконавчої дисципліни працівників, формами власності, підприємства, кредитування, договірними відношеннями, інфраструктурою технологічного, технічного побутового обслуговування, загально життєвим рівнем, тощо.

Машинні сільськогосподарські агрегати на відміну від техніки, яка працює в приміщенні, на стаціонарі, обумовлюються рядом особливостей їх застосування.

Це, по-перше, переважна більшість сільгосптехніки потребує переміщення під відкритим небом, контактуючи з ґрунтом і рослинами, які змінюються в залежності від погодних умов, фаз розвитку рослин тощо.

По-друге, виробничі процеси, операції в рослинництві виконуються у певні агростроки, які пов'язані з природно-кліматичними умовами, фазами розвитку рослин і їх біологічними особливостями. В результаті машинні сільськогосподарські агрегати використовують у різних умовах – від засушливих степів до вологого полісся, а також при зрошенні, при досить широкому діапазоні температур – від 30...40°C літом до – 30°C взимку.

Строки використання більшості сільгоспмашин короткі від кількох десятків до кількох сот годин на рік при річному фонду часу до кількох тисяч годин. Якість роботи машин залежить від агрегату, від стану ґрунту, опадів, стану рослинності. Цей агрегат змінюється на протязі року, дня і в багато дечому залежить від кліматичних зон, від типів ґрунтів.



Рис. 2.1 – Мета і критерії технологічного процесу

## 2.2. Кліматичні зони і ґрунти України

В рівнинній частині території України, де здебільшого розміщені посівні площі основних сільгоспкультур, виділяють три основні природні зони: Поліся, лісостеп і Степ. Ще в Україні виділяють гірські та передгірські регіони Криму та Карпат (таблиця 2.1).

Полісся України – зона змішаних лісів, найпівнічніша з природно-економічних зон країни. Її південна межа проходить по лінії Володимир-Волинський – Луцьк – Корець – Березів – Шепетівка – Плоння – Чугуїв – Троянів – Житомир – Коржин – Київ – Ніжин – Комарівка – Батурин – Кролевець – Глухів. Це найменше розорана ачстина України (33% всієї площі проти 55% по всій Україні). Сільгоспугідь 6 млн. га, в т.ч. орних земель – понад 4 млн. га. Вегетаційний період триває 95-125 днів, з другої декади квітня по кінець жовтня За рік в цій зоні випадає в середньому 550-650мм опадів.

Лісостепова зона лежить між Поліссям та степовою зоною по лінії Фрунзівка – Ананьїв – Вільшана – північніше Кіровограда – Знам'янка – Кременчук – Красноград – Зміїв, тут розміщено 70% сільгоспугідь, в т.ч. 60% всієї української ріллі. Вегетаційний період триває 200-210 днів, а кількість опадів складає від 450мм (Пд. Сх. Зони) до 550-700мм (на Заході зони).

Степова зона охоплює південну частину України і межу на півночі з Лесостепом, а на півдні прилягає до Чорного і Азовського морів. Займає територію Миколаївської, Херсонської, Запорізької, Дніпропетровської, Донецької, Ворошиловградської областей, більшу частину Кримського півострова, Одеської області та південні райони Кіровоградської, Полтавської і Харківської областей. Річна кількість опадів від 350мм на півднв Степу до 500мм на півночі. Близько 70% угідь занято культурою рослинністю Вегетативний період 210-245 днів.

Як видно деякі адміністративні регіони, області, можуть мати в своєму складі кілька кліматичних зон.

Так наприклад, Харківська область знаходиться в Лісостеповій зоні, зокрема в кліматичних підрайонах північно-західному (Богодухівський, Краснокутський, Валківський і Ново-Водолазький райони) і Північно-Східному (Золочівський, Дергачівський, Харківський, Зміївський, Чугуївський і Вовчанський р-ни) та Степовій Східній зоні, зокрема в її підрайонах Північно-Східному (Великобурлуцький та Шевченківський райони), Східному (Балакліївський, Ізюмський і Барвінківський р-н) і південному (Красноградський, Кегичівський, Первомайський, Зачепилівський, Сахновщинський, Лозівський і Близнюківський райони).

Ґрунтові умови характеризують типом, різновидом і їх станом.

Згідно з класифікацією ґрунти можна розподілити на наступні таксономічні одиниці: тип, підтип, вид і різновид.

**Тип** – об'єднує ґрунти, які формувалися в однакових природних умовах і мають загальні найбільш характерні властивості.

Основні типи ґрунтів: дерново-підзолисті; сірі лісові; чорноземи; каштанові; сіроземи; бурі лісові.

**Підтип** – об'єднує групу ґрунтів в межах типу, які відрізняються зовнішнім виглядом і властивостями, наприклад, серед чорноземів виділяють наступні підтипи: чорноземи опідзолені; чорноземи лужні; чорноземи звичайні; чорноземи південні; чорноземи типові.

**Вид** – об'єднує групу ґрунтів в межах підтипу по мірі розвитку ґрунтоутворюючого процесу, опідзоленості, засоленості, потужності гумусового шару і т. ін.

**Різновид** ґрунту відображає його механічний склад по вмісту “фізичної глини” (часточки розміром менше 0,01мм) і “фізичного піску” (часточки – більше 0,01мм) – пісок, супісок, суглинки, глина.

Повна назва ґрунту повинна відображати всі класифікаційні одиниці.

Наприклад: чорнозем звичайний опідзолений легкоглинистий  
 (тип) (підтип) (вид) (різновид)

По міцності поверхневого шару *грунти розподілені на 3 групи*: тривкі, середні, слабкі.

Таблиця 2.1 – Розподіл ґрунтів по міцності поверхневого шару

| Типи ґрунтів                     | Різновиди ґрунтів               |           |          |         |        |          |
|----------------------------------|---------------------------------|-----------|----------|---------|--------|----------|
|                                  | Пісчані                         | Супісчані | Суглинки |         |        | Глинисті |
|                                  |                                 |           | легкі    | середні | важкі  |          |
|                                  | Вміст часток менше 0,01мм (в %) |           |          |         |        |          |
| 3-9                              | 9-14                            | 14-20     | 20-25    | 25-50   | 50-70  |          |
| 1                                | 2                               |           | 3        | 4       |        | 5        |
| Дерново-підзолисті і лісові сірі | слабкі                          |           |          | середні |        |          |
| Чорноземи звичайні і вилужені    |                                 | слабкі    |          | середні |        | Тривкі   |
| Чорноземи солонцюваті            |                                 |           |          | середні |        | Тривкі   |
| Південні чорноземи і каштанові   |                                 |           | слабкі   | середні | тривкі |          |
| Сіроземи                         |                                 |           | середні  |         | тривкі |          |
| Кремнеземи і жовтоземи           |                                 |           |          | середні | Тривкі |          |

*Агрофони* по міцності поверхневого шару *розподілені на чотири групи* (по ступеню їх впливу на тягові властивості тракторів):

А – цілина, переліг, ущільнена стерня і пласт багаторічних трав;

Б – стерня зернових колосових і однорічних трав, поле після кукурудзи і соняшника;

В – пар, поле після оранки, поле після коренебульбоплодів та міжряддя просапних культур;

Г – поле підготоване під сівбу, свіжозоране поле.

В залежності від типу ґрунту і агрофону зміна тягової потужності може досягти до 20% для гусеничних і 40% для колісних тракторів. Поскілки на сьогоднішній день не існує жодного способу який дозволив би оцінити вплив ґрунтових умов на тягово-зчіпні властивості тракторів, то тягові випробування проводять окремо на кожному ґрунтовому фоні.

## **2.4. Умови використання транспортних засобів**

### **2.4.1. Особливості доріг та їх класифікація**

Транспортні операції в сільському господарстві виконують автомобілями, тракторами, самохідними шасі і живою тяговою силою.

Умови роботи транспортних засобів у сільськогосподарському виробництві характеризують такі особливості:

- розосередження вантажів і місць їх доставки на значній території;
- сезонна нерівномірність перевезень;
- різнодоріжжя – від асфальту до бездоріжжя;
- різноманітність вантажів за різною об'ємною масою, габаритними розмірами, станом, властивостями тощо;
- складність організації раціональних перевезень (випадки перевезення вантажу тільки в одному напрямку);
- терміновість перевезень.

Все це накладає певні обмеження на вибір типу транспортного засобу. Вибираючи тип транспорту, слід враховувати відстань перевезень, об'ємну масу вантажів, зручність виконання вантажно-розвантажувальних робіт, строки перевезень, стан доріг, тощо.

Дорожні умови в значній мірі обумовлюють ефективність використання транспортних засобів, повноту реалізації транспортного процесу.

Дороги класифікують: по адміністративному признаку, по пропускній здатності та признаку для нормування робіт.

По адміністративному признаку дороги розподіляються на загальнодержавні, обласні, районні, сільські, місцевого сільськогосподарського призначення.

Дороги характеризуються пропускною здатністю, середньодобовою інтенсивністю руху, шириною проїзної частини, допустимими швидкостями руху. Для того щоб дороги не руйнувались, встановлені граничні норми нагрузки на кожен вісь транспортного засобу і загальна його вага.

При нормуванні тракторно-транспортних робіт в сільськогосподарському виробництві дороги розподіляють на три групи. *До першої групи* віднесено звичайні ґрунтові дороги в хорошому стані (сухі), дороги з твердим покриттям та снігові укочені; *до другої* – гравійні (розбиті), ґрунтові (роз'їджені, вологі), задернілі ґрунти, стерня зернових в суху погоду; *до третьої* – розбиті дороги з глибокою колією, бездоріжжя у весняну відлигу, засніжена цілина, сипкі піски, вогкі луки, поле після коренебульбоплодів, зоране поле нормальної вологості.

#### **2.4.2. Класифікація сільськогосподарських вантажів**

В класифікації відображені такі властивості вантажу, які враховують особливості його перевезення і зберігання.

Вантажі класифікують за фізико-механічними властивостями, способами застосування механізмів для завантаження-розвантаження, умовами перевезення і використання номінальної вантажності транспортних засобів.

За фізико-механічними властивостями вантажі поділяються на тверді, рідкі і газоподібні.

По ступеню небезпечності вантажі ділять на сім груп:

- мало небезпечні (будматеріали, харчові продукти, промислові товари);
- небезпечні по своїм розмірам;
- небезпечні пекучі (асфальт, бітум);
- небезпечні, які утворюють пил (цемент, вапно т. ін.);
- небезпечні горючі (бензин, керосин, кислоти, хімікати);



- особливо небезпечні (отруйні, вибухові речовини);
- балони із стисненим газом.

По розмірам вантажі можуть бути великогабаритними і такими що по своїм габаритам можуть бути допущені для перевезення по дорогах загального користування. Допустимі максимальні габарити слідуочі: по ширині – 2,5м; по висоті – 4м (разом з автомобілем); по довжині дорівнюють довжині автомобіля плюс 2м провису за межі заднього борту кузова.

По масі одного штучного місця вантажі розподіляють на легковагові (з малою масою при значному об'ємі), на штучні нормальної маси (до 250кг), підвищеної маси (понад 150кг) і штучні великовагові з неподільною масою 30т. і більше.

За способами застосування механізмів для завантаження і розвантаження вантажі поділяють на штучні, насипні, навалочні, наливні і т. ін.

По виду тари вантажі ділять на тарні і безтарні. При перевезенні затареного вантажу користуються двома визначеннями маси: нетто (чиста маса самого вантажу) і брутто (маса вантажу разом з тарою).

Сільськогосподарські вантажі різняться між собою також і по специфічним властивостям:

- сезонність перевезень яка залежить від агротехнічних строків збирання врожаю;
- нерівномірність вантажопотоків у зв'язку із розташуванням культур по зонам сприятливого їх вирощування;
- нерівномірність вантажопотоків навіть одного виду сільгосппродукції по причині залежності від природно-кліматичних умов;
- терміновість перевезень таких вантажів, які швидко псуються;
- необхідність використання спеціалізованого транспорту для живих тварин і антисанітарних вантажів (нечистоти, сміття).

Найбільший вантажооборот у господарствах Степу припадає на першу половину липня (зерно) та на середину

серпня (кукурудза на силос); у Лісостепу – на другу половину серпня (кукурудза на силос) та на вересень і першу половину жовтня (цукровий буряк); у господарствах Полісся – на другу половину серпня (кукурудза на силос) та на другу половину вересня (картопля).

Для всіх сільськогосподарських вантажів основною фізичною властивістю являється об'ємна маса, від якої залежить використання вантажності транспортного засобу, а для сипких вантажів – кут природного відкосу, який зумовлює конструкцію кузова і способи механізації процесу завантаження-розвантаження.

По умовам використання вантажності автомобіля вантажі розподіляються на чотири класи по ступеню використання вантажності. До першого класу відносяться вантажі з коефіцієнтом можливого використання вантажності  $\alpha = 1$ ; до другого –  $\alpha = 0,99 \dots 0,71$ ; до третього –  $\alpha = 0,70 \dots 0,51$ ; до четвертого –  $\alpha = 0,50 \dots 0,41$ . Таким чином, коефіцієнт використання вантажності залежить від класу вантажу, його затареності (упаковки), розмірів кузова і вантажності автомобіля. Для повнішого використання вантажності транспортних засобів на перевезенні матеріалів з малою об'ємною масою обладнують борти платформи надставними бортами.

Питома вага тракторного транспорту на внутрішньогосподарських перевезеннях становить 50...60%, автомобільного – 40...45% і гужового – до 5%. Позагосподарські перевезення в основному виконуються автомобілями (понад 70%), а решта – тракторним транспортом.

### 3. Оптимізація функціонування системи (трактор + робоча машина)

#### 3.1. Показники енергетичних властивостей тракторів, методи їх визначення та шляхи поліпшення

Тягові показники тракторів являються одним із важливіших нормоутворюючих факторів, які є визначальними енергетичної спроможності використання тракторів в конкретних ґрунтових умовах.

Показники енергетичних властивостей визначають як дослідним шляхом так і розрахунковим.

*Дослідний шлях* полягає у проведенні тягових випробувань згідно з ГОСТом 7057-81. Для того, щоб можна було використовувати результати тягових випробувань при нормуванні механізованих робіт необхідно встановити зв'язок між тяговими властивостями МА і умовами роботи.

По даним випробувань будують *тягову характеристику*. Тягова характеристика – це залежність зміни тягової потужності ( $N_T$ ), робочої швидкості ( $V_p$ ), годинної витрати палива ( $G_T$ ), питомої витрати палива ( $q_e$ ) і буксування ( $\delta$ ) від тягового зусилля ( $P_T$ ).

*Теоретичні тягові характеристики доцільно будувати лише для перспективних тракторів, які тільки проектується. Вони являються прогностичними.*

Раціональною вважається така тягова характеристика у якій максимум тягової потужності знаходиться посередині між існуючими передачами. Лінія, яка з'єднує максимальні значення тягової потужності на різних передачах, утворює *потенційну характеристику*.

Аналіз великої кількості тягових характеристик показує, що трактори різної потужності мають свої конкретні потенційні характеристики і відповідні їм діапазони тягових зусиль ( $P_T$ ).

Таким чином для кожного трактора і конкретних умов роботи існує тільки одне значення  $P_T$  при якому він взмозі

працювати з максимальною ефективністю (з мінімальними непродуктивними затратами потужності).

Принцип тягових класів закладений в основу побудови типорозмірного ряду тракторів (табл. 3.1...3.3).

Таблиця 3.1 – Класифікація сільськогосподарських тракторів по тяговому зусиллю ГОСТ 27021-86

|   |         |         |          |         |       |       |       |       |       |        |
|---|---------|---------|----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Тяговий клас                            | 0,2     | 0,6     | 0,9      | 1,4     | 2,0   | 3,0   | 4,0   | 5,0   | 6,0   | 8,0    |
| Номінальне тягове зусилля $P_{тн}$ , кН | 2       | 6       | 9        | 14      | 20    | 30    | 40    | 50    | 60    | 80     |
| Діапазон тягових зусиль $P_t$ , кН      | 1,8-5,4 | 5,4-8,1 | 8,1-12,6 | 12,6-18 | 18-27 | 27-36 | 36-45 | 45-54 | 54-72 | 72-108 |

Таблиця 3.2 – Міжнародна класифікація по тяговій потужності (ІСО 730/1-77; 730/2-79; 730/3-82)

|   |    |       |        |         |
|---|----|-------|--------|---------|
| Категорія трактора                              | 1  | 2     | 3      | 4       |
| Максимальна тягова потужність $N_{т.маx}$ , кВт | 35 | 30-75 | 70-135 | 135-300 |

Таблиця 3.3 – Співвідношення між тяговими класами по ГОСТ і категоріями тракторів, які встановлені міжнародними стандартами ІСО

|                      |         |         |         |         |         |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Тяговий клас по ГОСТ | 0,2-0,6 | 0,6-0,9 | 0,9-2,0 | 2,0-4,0 | 5,0-8,0 |
| Категорія по ІСО     | 1       |         | 2       | 3       | 4       |

Кожному тяговому класу відповідає певне номінальне тягове зусилля.

Поскільки робочі швидкості МА на найбільш енергоємких технологічних операціях співпадають по своєму рівні як у нас так і у інших країнах, то класифікації можна порівняти між собою.

Кожен тяговий клас складається з одної основної (базової) моделі трактора і декількох її різновидів (модифікацій). Модифікації в основному використовуються для виконання спеціальних с.-г. операцій (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Відповідність моделей тракторів тяговим класам

| Тяговий клас    | 0,2          | 0,6            | 0,9            | 1,4          | 2,0   | 3,0                       | 4,0  | 5,0   | 6,0              | 8,0 |
|-----------------|--------------|----------------|----------------|--------------|-------|---------------------------|------|-------|------------------|-----|
| Модель трактора | T-08<br>T-10 | T-25A<br>T-16M | T-40A<br>T-40M | MTЗ<br>ЮМЗ-6 | T-70С | ДТ-75М<br>T-150<br>T-150К | T-4A | К-701 | T-100М<br>T-130Б |     |

На тяговій характеристиці тягова потужність ( $N_T$ ) являється основним параметром по максимальному значенню якої визначають нормальну силу тяги ( $P_{T \text{ норм}}$ ) яка може співпадати (лише при роботі на щільних ґрунтах), але не обов'язково, з номінальною силою тяги ( $P_{Tн}$ ) (яка відповідає номінальній частоті обертання колінчастого вала).

**Номінальне тягове зусилля** сільськогосподарського трактора – це зусилля яке трактор розвиває на стерні середньої щільності і нормальної вологості ґрунту (від 8 до 18%) в зоні максимального значення тягового ККД, маючи експлуатаційну масу, яка встановлена в технічній характеристиці, при цьому коефіцієнт буксування не перевищує 18% – для колісних тракторів (4к2), 16% – (4к4) і 5% – для гусеничних тракторів.

Для тракторів, які використовуються в промисловості номінальне тягове зусилля визначається як граничне максимальне тягове зусилля по умовам зчеплення з ґрунтом.

Таким чином, номінальне тягове зусилля для с.-г. тракторів установлюють в зоні максимальних значень тягового ККД ( $\eta_{T \text{ max}} = N_{T \text{ max}} / N_{ен}$ ), а для тракторів які використовуються в промисловості – в зоні максимальних тягових зусиль ( $P_{T \text{ max}}$ ).

## *Розрахунковий метод визначення тягових параметрів тракторів*

### **3.1.1. Методика по визначенню сили тяги**

*Для розрахунку необхідно мати такі вихідні дані:*

Марка трактора.

Передачі, на яких він рухається.

Ухил місцевості ( $\alpha^\circ$ ).

Агрофон по якому рухається МА.

#### ***Порядок виконання роботи***

Сила тяги ( $P_T$ ) визначається з рівняння силового балансу для рівномірного руху:

$$P_{руш} - P_T - P_f \pm P_\alpha = 0. \quad (3.1)$$

Розрахунок складових балансу сил виконується в наступному порядку:

1. Рушійна сила має подвійну природу виникнення, з однієї сторони вона обмежується дотичною силою тяги ( $P_D$ ), яка утворюється двигуном, а з другої сторони – силою зчеплення ( $F_z$ ) рушіїв трактора з ґрунтом.

Визначитися з тим, яка з двох сил  $P_D$  чи  $F_z$  буде рушійною в конкретних дорожніх умовах допоможе графік балансу сил.

- 1.1. Визначається номінальна дотична сила тяги, яка прикладена до ведучих коліс (зірочок) трактора:

$$P_{D.n} = 0,159 \frac{N_{en} i_{тр} \eta_{тр}}{r_k n_n}, \quad (3.2)$$

де  $N_{en}$  – номінальна ефективна потужність двигуна, кВт (табл. 3.8.);

$i_{тр}$  – передаточне число трансмісії на заданих передачах (табл. 3.8.);

$n_n$  – номінальна частота обертання колінчастого валу двигуна,  $c^{-1}$  (табл. 3.8.);

$\eta_{тр}$  – ККД трансмісії:

$$\eta_{тр} = \eta_m \eta_z, \quad (3.3)$$

де  $\eta_z$  – ККД гусеничного ланцюга ( $\eta_z=0,95\dots0,97$ );

$\eta_m$  – ККД механічний передач:

Таблиця 3.5 – Механічний ККД ( $\eta_m$ ) різних передач

| Передача  | $\eta_m$    |
|---|-------------|
| Плоскоремінна: - звичайна<br>- з натяжним пристроєм | 0,94...0,98 |
|   | 0,95...0,98 |
| Клиноремінна  | 0,90...0,98 |
| Ланцюгова   | 0,70...0,80 |
| Черв'ячна   | 0,83...0,87 |
| Зубчата циліндрична                                 | 0,95...0,98 |
| Зубчата конічна                                     | 0,94...0,96 |

*Довідка: ККД механічних зубчастих передач трансмісії залежить від багатьох факторів – тип шестерен і спосіб їх взаємодії; число пар зубчастих передач, які знаходяться в зачепленні; тип, конструкція та число опор валів, частота обертання валів; кількості та рівня мастила, його в'язкості в залежності від температури і т. ін. (табл. 3.6).*

Таблиця 3.6 – Значення ККД трансмісії залежно від температури навколишнього середовища

| Температура повітря, $^{\circ}C$ | ККД трансмісії |             |              |
|----------------------------------|----------------|-------------|--------------|
|                                  | мінімальний    | осереднений | максимальний |
| -22                              | 0,31           | 0,760       | 0,905        |
| -14                              | 0,54           | 0,828       | 0,905        |
| -7                               | 0,70           | 0,860       | 0,905        |
| 0                                | 0,75           | 0,869       | 0,910        |
| 9                                | 0,83           | 0,892       | 0,910        |

|    |      |       |       |
|----|------|-------|-------|
| 20 | 0,89 | 0,910 | 0,915 |
| 30 | 0,90 | 0,912 | 0,915 |

$$\eta_m = \eta_{\text{цил}}^{\alpha} \eta_{\text{кон}}^{\beta}, \quad (3.4)$$

- де  $\eta_{\text{цил}}$  – ККД циліндричних зубчатих передач (табл. 3.5);  
 $\eta_{\text{кон}}$  – ККД конічних зубчатих передач (табл. 3.5);  
 $\alpha$  – число циліндричних зубчатих пар в зачепленні (табл. 3.8.);  
 $\beta$  – число конічних зубчатих пар в зачепленні (табл. 3.8.);  
 $r_k$  – радіус кочення, м:  
– для гусеничних тракторів він дорівнює радіусу початкового кола ( $r_o$ ) ведучої зірочки (табл. 3.8):

$$r_k = r_o, \quad (3.5)$$

- для колісних тракторів на пневматичних шинах:

$$r_k = r_o + h_{ш} k_{ш}, \quad (3.6)$$

- де  $r_o$  – радіус посадочного кола сталюго обода (табл. 3.8);  
 $h_{ш}$  – висота поперечного профілю шини, м (табл. 3.8);  
 $k_{ш}$  – коефіцієнт прогинання шини (табл. 3.7):

Таблиця 3.7 – Коефіцієнт прогинання шини ( $k_{ш}$ ) для різних дорожніх умов

| Дорожні умови (агрофон)     | $k_{ш}$ |
|-----------------------------|---------|
| Ґрунтова дорога             | 0,7     |
| Цілина, переліг             | 0,72    |
| Стерня                      | 0,75    |
| Поле підготовлене під сівбу | 0,8     |
| Культивоване поле           | 0,82    |
| Оране поле                  | 0,84    |
| Глибокий сніг               | 0,85    |
| Болото                      | 0,86    |
| Пісок                       | 0,83    |



1.2. Визначається максимальна сила зчеплення рушіїв трактора з ґрунтом:

$$F_{z \max} = G_z \mu, \quad (3.7)$$

де  $\mu$  – коефіцієнт зчеплення рушіїв з ґрунтом;  
 $G_z$  – зчіпна вага трактора (нагрузка на рушії), кН:

для гусеничних тракторів або колісних з двома ведучими осями:

$$G_z = G_{mp} \cos \alpha, \quad (3.8)$$

для колісних тракторів з однією ведучою віссю:

$$G_z = \frac{G_{mp} \cos \alpha (L - a) + M_o}{L}, \quad (3.9)$$

де  $G_{mp}$  – експлуатаційна вага трактора, кН (табл. 3.8);  
 $L$  – поздовжня база трактора, м (табл. 3.8);  
 $a$  – відстань від центру ваги трактора до вертикальної площини, яка проходить через геометричну вісь кочення ведучих коліс, м (табл. 3.8);  
 $M_o$  – крутний момент на ведучих колесах трактора, кН м:

$$M_o = P_{\partial n} r_k. \quad (3.10)$$

Для побудови графіка максимальна сила зчеплення ( $F_{z \max}$ ) визначається для двох крайніх станів дорожніх умов:

I – пісок, глибока грязюка  $\mu_k=0,4$  (колісний трактор);  
 $\mu_e=0,3$  (гусеничний трактор);  
 II – асфальт, гравій  $\mu_k=0,9$  (колісний трактор);  
 $\mu_e=1,0$  (гусеничний трактор).

2. Сила опору, яка виникає при подоланні підйому, кН:

$$P_{\alpha} = G_{mp} \sin \alpha . \quad (3.11)$$

3. Сила опору кочення трактора на різних агрофонах (дорожніх умовах); кН:

$$P_f = G_{mp} f , \quad (3.12)$$

де  $f$  – коефіцієнт опору кочення трактора;

Для побудови графіка сила опору кочення визначається для двох крайніх станів дорожніх умов:

- |                            |                                   |
|----------------------------|-----------------------------------|
| I – пісок, глибока грязюка | $f_k=0,2$ (колісний трактор);     |
|                            | $f_z=0,118$ (гусеничний трактор); |
| II – асфальт, гравій       | $f_k=0,02$ (колісний трактор);    |
|                            | $f_z=0,06$ (гусеничний трактор).  |

Як видно із рівняння силового балансу, для визначення тягового зусилля необхідно від рушійних сил відняти сили опору:

$$P_{\tau} = P_{руш} - (P_f \pm P_{\alpha}) . \quad (3.13)$$

4. Побудова графіка рівняння силового балансу (див. рис. 3.1).
- 4.1. По осі абсцис будуємо дві шкали для коефіцієнтів зчеплення ( $\mu$ ) в межах значень від 0,3 до 1,0 і відповідних їм значень коефіцієнтів опору кочення ( $f$ ) трактора (гусеничного або колісного).
- 4.2. По осі ординат відкладаємо, у вибраному масштабі, раніше розраховані зусилля  $P_{ди}$ ,  $F_z \max$ ,  $P_f$ , для двох крайніх станів дорожніх умов. Відмічені точки з'єднуємо лініями.
- 4.3. Сила опору на подолання підйому відкладається зверху над силою опору кочення, інакше береться сума ( $P_f + P_{\alpha}$ ). А для умов “спуск” силу  $P_{\alpha}$  відкладають вниз від сили  $P_f$ , інакше береться різниця ( $P_f - P_{\alpha}$ ).
- 4.4. На побудованому графіку визначають агрофон, по якому рухається агрегат, проводячи вертикальну

лінію через значення коефіцієнта зчеплення ( $\mu$ ), який кількісно характеризує даний агрофон. А в якій зоні (недостатнього чи достатнього зчеплення) буде знаходитись коефіцієнт  $\mu$ , Для цих умов знаходять силу тяги, як для “підйому” так і до “спуску”.

5. Визначення тягового зусилля в зоні недостатнього зчеплення (при  $P_{\delta n} > F_{z.max}$ ). Величина рушійної сили в даному випадку буде обмежуватися силою зчеплення, отже  $P_{руш} = F_{z.max}$ :

$$P_T = F_{z.max} - (P_f + P_\alpha) \text{ – для умов “підйом”,} \quad (3.14)$$

$$P_T = F_{z.max} - (P_f - P_\alpha) \text{ – для умов “спуск”} \quad (3.15)$$

(числові значення складових рівняння визначаються з графіка).

6. Визначення тягового зусилля в зоні достатнього зчеплення (при  $P_{\delta n} < F_{z.max}$ ). Величина рушійної сили в цьому випадку буде обмежуватися дотичною силою тяги ( $P_{руш} = P_{\delta n}$ ):

$$P_T = P_{\delta n} - (P_f + P_\alpha) \text{ – для умов “підйом”,} \quad (3.16)$$

$$P_T = P_{\delta n} - (P_f - P_\alpha) \text{ – для умов “спуск”} \quad (3.17)$$

(числові значення складових рівняння визначаються з графіка).

7. Складові рівняння силового балансу необхідно нанести на графік, як показано на рисунку 3.1.



Таблиця 3.8 – Технічні характеристики тракторів

| Найменування  | Т-16М   | Т-25А   | Т-40М   | Т-40АМ | ЮМЗ-6Л    | МТЗ-80                                   | МТЗ-82  |
|---|---------|---------|---------|--------|-----------|--|---------|
| 1   | 2       | 3       | 4       | 5      | 6         | 7  | 8       |
| Номінальна потужність двигуна $N_{en}$ , кВт  | 14,7    | 18,4    | 36,8    |        | 44,2      | 58,9                                     | 58,9    |
| Номінальна частота обертання колінчатого валу двигуна $n$ , $c^{-1}$                                      | 26,7    | 30,0    | 30,0    |        | 29,2      | 36,7                                     | 36,7    |
| Вага трактора (експлуатаційна) $G_{mp}$ , кН  | 19,0    | 17,6    | 26,3    | 28,2   | 33,3      | 31,5                                     | 33,5    |
| Поздовжня база $L$ , м  | 2,5     | 1,775   | 2,145   | 2,250  | 2,45      | 2,37                                     | 2,45    |
| Відстань від центру ваги до вертикальної площини що проходить через геометричну вісь задніх коліс $a$ , м | 0,472   | -       | 0,723   |        | -         | 0,82                                     | 0,85    |
| Радіус сталюого ободу колеса чи початкового кола ведучих зірочок $r_o$ , м                                | 0,406   | 0,406   | 0,483   |        | 0,483     | 0,483                                    | 0,483   |
| Висота профілю шин ведучих коліс $h_w$ , м  | 0,216   | 0,216   | 0,262   |        | 0,305     | 0,305                                    |         |
| Коля, м   | 1,2-1,8 | 1,1-1,5 | 1,2-1,9 |        | 1,26-1,86 | 1,4-2,1                                  | 1,3-2,1 |
| Ширина колеса, м  | 0,24    | 0,24    | 0,30    |        | 0,33      | 0,24 – просапні<br>0,33...0,40 – основні |         |

Продовження таблиці 3.8

| 1  |   | 2     | 3     | 4     | 5 | 6     | 7                                | 8 |
|--|---|-------|-------|-------|---|-------|----------------------------------|---|
| Число циліндричних пар в зачепленні $\alpha$               |   | 3     | 3-4   | 3-4   |   | 3-4   | 6 (1п); 5(2п);<br>4(3-8п); 2(9п) |   |
| Число конічних пар в зачепленні $\beta$                    |   | 1     | 1     | 1     |   | 1     | 1                                |   |
| Передаточні числа трансмісії $i_{np}$<br>по передачам      | 1 | 97,0  | 63,6  | 260   |   | 62,0  | 249,0                            |   |
|  | 2 | 78,0  | 50,3  | 68,7  |   | 52,3  | 142,0                            |   |
|  | 3 | 64,0  | 48,4  | 57,6  |   | 42,6  | 83,5                             |   |
|  | 4 | 54,0  | 34,2  | 49,0  |   | 25,2  | 68,0                             |   |
|  | 5 | 27,0  | 27,3  | 41,8  |   | 19,0  | 57,4                             |   |
|  | 6 | 19,0  | 18,2  | 22,6  |   | -     | 49,0                             |   |
|  | 7 | -     | -     | 15,8  |   | -     | 39,9                             |   |
| Швидкість руху по передачах $V_r$ ,<br>км/год (теоретична) | 1 | 4,89  | 6,40  | 1,82  |   | 7,06  | 2,50                             |   |
|  | 2 | 6,25  | 8,10  | 6,90  |   | 9,00  | 4,26                             |   |
|  | 3 | 7,62  | 9,40  | 8,93  |   | 11,10 | 7,24                             |   |
|  | 4 | 9,02  | 11,90 | 9,74  |   | 19,02 | 8,90                             |   |
|  | 5 | 14,57 | 14,90 | 11,35 |   | 24,50 | 10,54                            |   |
|  | 6 | 20,60 | 21,90 | 20,96 |   | -     | 12,33                            |   |
|  | 7 | -     | -     | 30,10 |   | -     | 15,15                            |   |

## Продовження таблиці 3.8

| 1  |   | 2    | 3    | 4     | 5     | 6     | 7     | 8 |
|--|---|------|------|-------|-------|-------|-------|---|
| Тягові зусилля по передачах $P_{т}$ , кН | 1 | 7,00 | 7,74 | 11,00 | 13,2  | 14,00 | 14,00 |   |
|  | 2 | 5,89 | 5,76 | 10,45 | 11,00 | 12,50 | 14,00 |   |
|  | 3 | 4,49 | 4,70 | 8,45  | 9,60  | 9,60  | 14,00 |   |
|  | 4 | 3,49 | 3,38 | 6,45  | 7,20  | 4,30  | 14,00 |   |
|  | 5 | 2,35 | 2,36 | -     |       | 2,65  | 11,50 |   |
|  | 6 | 1,41 | 1,06 | -     |       | -     | 9,50  |   |
|  | 7 | -    | -    | -     |       | -     | -     |   |

## Продовження таблиці 3.8

| Найменування   | Т-70С | ДТ-75М | Т-150 | К-701 |
|--|-------|--------|-------|-------|
| 1  | 2     | 3      | 4     | 5     |
| Номінальна потужність двигуна $N_{en}$ , кВт                               | 51,5  | 74,3   | 110,4 | 221,0 |
| Номінальна частота обертання колінчатого валу двигуна $n$ , $c^{-1}$       | 35,0  | 29,2   | 33,3  | 31,7  |
| Вага трактора (експлуатаційна) $G_{mp}$ , кН                               | 44,8  | 66,6   | 71,1  | 131,3 |
| Поздовжня база $L$ , м   | 1,895 | 1,7    | 1,8   | 3,2   |
| Радіус сталюого ободу колеса чи початкового кола ведучих зірочок $r_o$ , м | 0,326 | 0,358  | 0,382 | 0,332 |
| Висота профілю шин ведучих коліс $h_w$ , м                                 | -     | -      | -     | 0,523 |

Продовження таблиці 3.8

| 1   | 2     | 3     | 4                 | 5   |      |      |      |      |      |
|---|-------|-------|-------------------|---|------|------|------|------|------|
| Коля, м   | 1,35  | 1,33  | 1,435             | 2,115   |      |      |      |      |      |
| Ширина гусениці (колеса), м                           | 0,30  | 0,39  | 0,39 або<br>0,415 | 0,71  |      |      |      |      |      |
| Число циліндричних пар в зачепленні $\alpha$          | 3–4   | 3     | 3–4               | 5   |      |      |      |      |      |
| Число конічних пар в зачепленні $\beta$               | 1     | 1     | 1                 | 1   |      |      |      |      |      |
| Передаточні числа трансмісії $i_{np}$<br>по передачам |       |       |                   |   |      |      |      |      |      |
|   |       | ПКМ   | ХЗ                | Ip<br>177,<br>9<br>147,<br>0<br>Pr<br>IIIp<br>IVp |      |      |      |      |      |
| 1   | 154,6 | 52,72 | 44,6              | 107,3   | 37,5 | 122, | 72,6 | 65,3 | 26,7 |
| 2   | 90,5  | 49,95 | 39,8              | 95,0  | 32,1 | 0    | 60,2 | 54,2 | 22,2 |
| 3   | 56,4  |       | 35,8              | 84,3  | 29,7 | 101, | 50,0 | 45,0 | 18,4 |
| 4   | 45,8  |       | 32,2              | 77,1  | 27,0 | 3    | 41,5 | 37,3 | 15,3 |
| 5   | 38,7  |       | 29,0              |   | 25,1 |      |      |      |      |
| 6   | 33,1  |       | 26,0              |   | 22,2 |      |      |      |      |
| 7   | 26,9  |       | 21,0              |   | 19,7 |      |      |      |      |
| 8   | 22,7  |       |                   |   | 18,1 |      |      |      |      |



ПКМ – підсилювач крутного моменту;  
I<sub>p</sub>, II<sub>p</sub>, III<sub>p</sub>, IV<sub>p</sub> – режими роботи трансмісії.

ХЗ – ходозменшувач;

Продовження таблиці 3.8

| 1  |   | 2     | 3    |       | 4    |       | 5    |       |       |       |
|--|---|-------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|
| Швидкість руху по передачах<br>(теоретична) $V_T$ , км/год |   |       | ПКМ  |       | ХЗ   |       | Ір   | ІІр   | ІІІр  | ІVр   |
|  | 1 | 1,67  | 4,24 |       | 2,68 | 7,65  | 2,90 | 7,10  | 7,90  | 19,40 |
|  | 2 | 2,85  | 4,73 | 5,30  | 3,03 | 8,62  | 3,51 | 8,57  | 9,51  | 23,26 |
|  | 3 | 4,58  |      | 5,90  | 3,41 | 9,72  | 4,23 | 10,33 | 11,47 | 28,04 |
|  | 4 | 5,63  |      | 6,58  | 3,73 | 10,62 | 5,09 | 12,44 | 13,81 | 33,75 |
|  | 5 | 6,67  |      | 7,30  |      | 11,44 |      |       |       |       |
|  | 6 | 7,81  |      | 8,14  |      | 12,90 |      |       |       |       |
|  | 7 | 9,59  |      | 9,06  |      | 14,54 |      |       |       |       |
|  | 8 | 11,36 |      | 11,17 |      | 15,81 |      |       |       |       |

|   |       |       |       |       |       |       |                              |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------------|-------|-------|-------|
| Тягові зусилля по передачах $P_r$ ,<br>кН |       |       |       |       |       |       | Ip<br>65,0<br>0<br>65,0<br>0 |       |       |       |
|   |       |       | ПКМ   |       | ХЗ    |       |                              | Pr    | Шр    | IVр   |
|   | 1     | 25,00 | 43,30 | 35,40 | 30,00 | 42,50 | 65,0                         | 65,00 | 60,00 | 30,00 |
|   | 2     | 25,00 | 38,30 | 31,20 | 30,00 | 37,00 | 0                            | 62,80 | 55,96 | 19,04 |
|   | 3     | 25,00 |       | 27,50 | 30,00 | 32,20 | 65,0                         | 51,00 | 45,29 | 14,61 |
|   | 4     | 25,00 |       | 24,30 | 30,00 | 29,10 | 0                            | 41,25 | 36,51 | 11,10 |
|   | 5     | 23,00 |       | 20,70 |       | 26,60 |                              |       |       |       |
|   | 6     | 19,00 |       | 18,20 |       | 23,10 |                              |       |       |       |
|   | 7     | 14,50 |       | 13,8  |       | 20,00 |                              |       |       |       |
| 8   | 11,50 |       |       |       | 17,80 |       |                              |       |       |       |

Продовження таблиці 3.8

| Найменування  | T-150K | T-151K-07 | ХТЗ-120 | ХТЗ-120 | ХТЗ-121 | ХТЗ-121 |
|---|--------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 1   | 2      | 3         | 4       | 5       | 6       | 7       |
| Номінальна потужність двигуна<br>$N_{en}$ , кВт                         | 121,3  |           | 88,2    | 106,6   | 88,2    | 106,6   |
| Номінальна частота обертання<br>колінчатого валу двигуна $n$ , $c^{-1}$ | 35     |           | 30,83   |         | 30, 83  |         |

|   |   |    |       |       |
|---|---|----|-------|-------|
| Вага трактора (експлуатаційна) $G_{тр}$ , кН  | 76,0  | 92 | 80    | 80    |
| Поздовжня база $L$ , м  | 2,86  |    |       |       |
| Відстань від центру ваги до вертикальної площини що проходить через геометричну вісь задніх коліс $a$ , м | 1,83  |    |       |       |
| Радіус сталюого ободу колеса чи початкового кола вед зірочок $r_o$ , м                                    | 0,305   |    | 0,483 | 0,483 |
| Висота профілю шин ведучих коліс $h_{ш}$ , м  | 0,395   |    | 0,395 | 0,395 |
| Коля, м   | 1,68 або 1,86                                     |    | 1,435 |       |
| Ширина колеса, м  | 0,54  |    | 0,415 |       |
| Число циліндричних пар в зачепленні $\alpha$  | I діапазон – 5; II діапазон – 3; III діапазон – 3 |    |       |       |

Продовження таблиці 3.8

| 1  |                | 2 | 3     | 4 | 5     | 6     | 7 |
|--|----------------|---|-------|---|-------|-------|---|
| Число конічних пар в зачепленні $\beta$  |                | 1 |       | 1 |       | 1     |   |
| ні числа<br>$i_{тр}$<br>трансмисії<br>по | I діапазон     | 1 | 263,6 |   | 373,5 | 373,5 |   |
|  | (з редуктором) | 2 | 222,0 |   | 326,4 | 326,4 |   |
|  |                | 3 | 196,0 |   | 276,2 | 276,2 |   |
|  |                | 4 | 168,0 |   | 195,2 | 195,2 |   |

|  |                               |   |       |       |        |        |
|--|-------------------------------|---|-------|-------|--------|--------|
|  | II діапазон<br>(з редуктором) | 1 | 122,0 | 156,4 | 162,26 | 162,26 |
|  |                               | 2 | 104,0 | 133,4 | 141,84 | 141,84 |
|  |                               | 3 | 91,3  | 112,8 | 119,99 | 119,99 |
|  |                               | 4 | 78,0  | 99,4  | 84,82  | 90,51  |
|  | III діапазон                  | 1 | 64,9  | 74,49 | 72,76  | 72,76  |
|  |                               | 2 | 55,4  | 63,5  | 63,61  | 63,61  |
|  |                               | 3 | 48,6  | 53,7  | 53,8   | 53,80  |
|  |                               | 4 | 41,4  | 47,34 | 38,03  | 40,58  |
|  | IV діапазон                   | 1 | 29,8  | 32,4  | 31,61  | 31,61  |
|  |                               | 2 | 25,2  | 27,6  | 27,64  | 27,64  |
|  |                               | 3 | 22,2  | 23,4  | 23,38  | 23,38  |
|  |                               | 4 | 19,0  | 20,6  | 16,53  | 17,63  |

Продовження таблиці 3.8

| 1  |                               | 2 | 3     | 4     | 5     | 6     | 7 |
|--|-------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|---|
| Швидкість руху по передачах $V_r$ , км/год<br>(теоретична) | I діапазон<br>(з редуктором)  | 1 | 1,80  |       | 1,44  | 1,44  |   |
|  |                               | 2 | 2,14  |       | 1,68  | 1,68  |   |
|  |                               | 3 | 2,42  |       | 1,97  | 1,97  |   |
|  |                               | 4 | 2,82  |       | 2,79  | 2,62  |   |
|  | II діапазон<br>(з редуктором) | 1 | 3,88  | 3,72  | 3,35  | 3,35  |   |
|  |                               | 2 | 4,58  | 4,36  | 3,85  | 3,85  |   |
|  |                               | 3 | 5,20  | 5,16  | 4,53  | 4,53  |   |
|  |                               | 4 | 6,09  | 5,85  | 6,41  | 6,00  |   |
|  | III діапазон                  | 1 | 8,53  | 7,81  | 7,47  | 7,47  |   |
|  |                               | 2 | 10,08 | 9,16  | 8,56  | 8,56  |   |
|  |                               | 3 | 11,44 | 10,84 | 10,12 | 10,12 |   |
|  |                               | 4 | 13,38 | 12,29 | 14,29 | 13,41 |   |
|  | IV діапазон                   | 1 | 18,65 | 17,96 | 17,2  | 17,2  |   |
|  |                               | 2 | 22,00 | 21,08 | 19,67 | 19,67 |   |
|  |                               | 3 | 24,90 | 24,87 | 23,26 | 23,26 |   |
|  |                               | 4 | 30,10 | 29,6  | 32,93 | 30,85 |   |

Продовження таблиці 3.8

| 1                                      |                               | 2 | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |       |
|--|-------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Тягові зусилля по передачах $P_T$ , кН | I діапазон<br>(з редуктором)  | 1 | 30,00 |       | 60    |       | 60    |       |
|  |                               | 2 | 30,00 |       | 60    |       | 60    |       |
|  |                               | 3 | 30,00 |       | 60    |       | 60    |       |
|  |                               | 4 | 30,00 |       | 60    |       | 60    |       |
|  | II діапазон<br>(з редуктором) | 1 | 15,00 | 60    | 30    |       | 30    |       |
|  |                               | 2 | 15,00 | 60    | 30    |       | 30    |       |
|  |                               | 3 | 15,00 | 60    | 30    |       | 30    |       |
|  |                               | 4 | 15,00 | 58,04 | 30    |       | 30    |       |
|  | III діапазон                  | 1 | 35,00 | 43,59 | 32,33 | 40,41 | 32,33 | 40,41 |
|  |                               | 2 | 33,25 | 36,04 | 27,46 | 34,52 | 27,46 | 34,52 |
|  |                               | 3 | 28,45 | 29,34 | 22,21 | 28,20 | 22,21 | 28,2  |
|  |                               | 4 | 23,60 | 25,02 | 13,85 | 18,08 | 15,22 | 19,73 |
|  | IV діапазон                   | 1 | 19,05 | 19,4  | 14,44 | 17,94 | 14,44 | 17,94 |
|  |                               | 2 | 15,80 | 16,12 | 12,29 | 15,36 | 12,29 | 15,36 |
|  |                               | 3 | 13,60 | 13,25 | 10,06 | 12,64 | 10,06 | 12,64 |
|  |                               | 4 | 10,25 | 11,33 | 8,41  | 8,26  | 6,99  | 8,95  |

Продовження таблиці 3.8

| Найменування   | ХТЗ-160-31      | ХТЗ-161-31 | ХТЗ-170-21       | ХТЗ-171-21 | ХТЗ-172-21       | ХТЗ-172-21 |
|--|-----------------|------------|------------------|------------|------------------|------------|
| 1  | 2               | 3          | 4                | 5          | 6                | 7          |
| Номінальна потужність двигуна $N_{en}$ , кВт                           | 117,7           |            | 125,0            | 121,3      | 147,0            | 132,3      |
| Номінальна частота обертання колінчатого валу двигуна $n$ , $c^{-1}$   | 33,33           |            | 36,66            | 35         | 33,33            | 35         |
| Вага трактора (експлуатаційна) $G_{tr}$ , кН                           | 82              |            | 86,25            |            | 86,25            |            |
| Поздовжня база $L$ , м   | 2,860           | 2,860      | 2,860            | 2,860      | 2,860            | 2,860      |
| Радіус сталюого ободу колеса чи початкового кола вед зірочок $r_o$ , м | 0,483           |            | 0,332            |            | 0,332            |            |
| Висота профілю шин ведучих коліс $h_{ш}$ , м                           | 0,395           |            | 0,523            |            | 0,523            |            |
| Коля, м  | 1,435           |            | 1,68 або 1,86    |            |                  |            |
| Ширина колеса, м   | 0,415           |            | 0,566            |            |                  |            |
| Число циліндричних пар в зачепленні $\alpha$                           | I діапазон – 5; |            | II діапазон – 3; |            | III діапазон – 3 |            |



Продовження таблиці 3.8

| 1  |                | 2 | 3      | 4     | 5      | 6 | 7 |
|--|----------------|---|--------|-------|--------|---|---|
| Число кінцевих пар в зацепленні $\beta$              |                | 1 |        | 1     |        | 1 |   |
| Передаючі числа $i_{\Gamma}$ трансмісії по передачах | I діапазон     | 1 | 429,5  |       |        |   |   |
|  | (з редуктором) | 2 | 373,5  |       |        |   |   |
|  |                | 3 | 326,4  |       |        |   |   |
|  |                | 4 | 243,3  |       |        |   |   |
|  | II діапазон    | 1 | 186,7  | 156,4 | 152,75 |   |   |
|  | (з редуктором) | 2 | 162,26 | 133,4 | 133,55 |   |   |
|  |                | 3 | 141,84 | 112,8 | 112,99 |   |   |
|  |                | 4 | 105,8  | 99,4  | 85,23  |   |   |
|  | III діапазон   | 1 | 83,66  | 74,49 | 72,79  |   |   |
|  |                | 2 | 72,76  | 63,5  | 63,61  |   |   |
|  |                | 3 | 63,61  | 53,7  | 53,8   |   |   |
|  |                | 4 | 47,5   | 47,34 | 40,58  |   |   |
|  | IV діапазон    | 1 | 36,65  | 32,4  | 31,61  |   |   |
|  |                | 2 | 31,61  | 27,6  | 27,64  |   |   |
|  |                | 3 | 27,64  | 23,4  | 23,38  |   |   |
|  |                | 4 | 20,58  | 20,6  | 17,63  |   |   |

Продовження таблиці 3.8

| 1  |                | 2 | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
|--|----------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| Швидкість руху по передачам $V_T$ , км/год<br>(теоретична) | I діапазон     | 1 | 1,37  |       |       |       |       |
|  | (з редуктором) | 2 | 1,57  |       |       |       |       |
|  |                | 3 | 1,80  |       |       |       |       |
|  |                | 4 | 2,42  |       |       |       |       |
|  | II діапазон    | 1 | 3,15  | 3,9   | 3,72  | 3,54  | 3,72  |
|  | (з редуктором) | 2 | 3,63  | 4,57  | 4,36  | 4,15  | 4,36  |
|  |                | 3 | 4,15  | 5,41  | 5,16  | 4,91  | 5,16  |
|  |                | 4 | 5,52  | 6,13  | 5,85  | 5,57  | 5,85  |
|  | III діапазон   | 1 | 7,02  | 8,18  | 7,81  | 7,44  | 7,81  |
|  |                | 2 | 8,08  | 9,60  | 9,16  | 8,72  | 9,16  |
|  |                | 3 | 9,25  | 11,36 | 10,84 | 10,32 | 10,84 |
|  |                | 4 | 12,38 | 12,88 | 12,29 | 11,70 | 12,29 |
|  | IV діапазон    | 1 | 16,18 | 18,82 | 17,96 | 17,10 | 17,96 |
|  |                | 2 | 18,61 | 22,08 | 21,08 | 20,08 | 21,08 |
|  |                | 3 | 21,30 | 26,05 | 24,87 | 23,7  | 24,87 |
|  |                | 4 | 28,60 | 31,01 | 29,6  | 28,2  | 29,6  |

Продовження таблиці 3.8

| 1                                      |                | 2 | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
|--|----------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| Тягові зусилля по передачах $P_T$ , кН | I діапазон     | 1 | 60    |       |       |       |       |
|  | (з редуктором) | 2 | 60    |       |       |       |       |
|  |                | 3 | 60    |       |       |       |       |
|  |                | 4 | 60    |       |       |       |       |
|  | II діапазон    | 1 | 30    | 60    | 60    | 60    | 60    |
|  | (з редуктором) | 2 | 30    | 60    | 60    | 60    | 60    |
|  |                | 3 | 30    | 60    | 60    | 60    | 60    |
|  |                | 4 | 30    | 60    | 58,5  | 60    | 58,5  |
|  | III діапазон   | 1 | 51,75 | 43,2  | 44,05 | 49,9  | 44,05 |
|  |                | 2 | 44,15 | 35,8  | 36,5  | 41,5  | 36,5  |
|  |                | 3 | 37,78 | 29,2  | 29,8  | 34,0  | 29,8  |
|  |                | 4 | 26,55 | 24,9  | 25,48 | 29,2  | 25,48 |
|  | IV діапазон    | 1 | 22,88 | 19,2  | 19,58 | 22,12 | 19,58 |
|  |                | 2 | 19,57 | 16,02 | 16,3  | 18,42 | 16,30 |
|  |                | 3 | 16,81 | 13,17 | 13,43 | 15,26 | 13,43 |
|  |                | 4 | 11,23 | 11,28 | 11,51 | 3,12  | 11,51 |

Таблиця 3.9 – Коефіцієнти опору кочення ( $f$ ) і зчеплення ( $\mu$ ) рушіїв тракторів з ґрунтами для різних агрофонів (1...7)\*

| Ґрунти  | Класи ґрунтів         | Питомий тяговий опір $K_0$ , кН/м <sup>2</sup> | Коефіцієнти опору кочення |       |       |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |
|---------|-----------------------|--|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |                       |  | гусеничні трактори        |       |       |       |       |       |       | колісні трактори |       |       |       |       |       |       |
|         |                       |  | 1                         | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 1                | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
| 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 |
|         | 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 |
| важкі   | 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 |  |                           |       |       |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |
| 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  |
|         | 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  |
| важкі   | 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  |

\* Агрофони: 1 – ґрунтова дорога; 2 – цілина; 3 – стерня; 4 – поле підготовлене під сівбу; 5 – свіжозоране поле; 6 – пісок; 7 – глибока грязюка.



### 3.1.2. Методика по визначенню балансу потужності та його складових

*Для розрахунку необхідно мати такі вихідні дані:*

Марка трактора.

Передачі, на яких він рухається.

Ухил місцевості ( $\alpha^\circ$ ).

Агрофон по якому рухається МА.

#### *Порядок виконання роботи*

При визначенні фактичних витрат потужності ефективна потужність ( $N_e$ ), яка виробляється двигуном, являється результативною величиною ( $N_e=f(N_T)$ ) і для даного випадку приймають номінальне її значення:

$$N_{e.n} = N_T + \Sigma N_o, \quad (3.18)$$

де  $N_T$  – тягова потужність, кВт;

$\Sigma N_o$  – сума втрат потужності на подолання різноманітних опорів, кВт.

Співвідношення (3.18) являє собою баланс потужності трактора.

1. Розрахунок складових балансу потужності для умов “підйом” при достатньому зчепленні:

$$N_{e.n} = N_T + N_f + N_\alpha + N_\delta + N_{тр}, \quad (3.19)$$

$$N_T = \frac{P_T V_p}{3,6} \text{ – тягова потужність, кВт;} \quad (3.20)$$

$$N_f = \frac{P_f V_p}{3,6} \text{ – втрати потужності на перекочування, кВт;} \quad (3.21)$$

$$N_\alpha = \frac{P_\alpha V_p}{3,6} \text{ – втрати потужності на подолання підйому, кВт;} \quad (3.22)$$

$$N_{\delta} = \frac{P_{руш}(V_{т} - V_{р})}{3,6} - \text{втрати потужності на буксування, кВт}; \quad (3.23)$$

$$N_{тр} = N_{эф}(1 - \eta_{тр}) - \text{втрати потужності в трансмісії, кВт}. \quad (3.24)$$

Чисельні значення сил  $P_{т}$ ,  $P_f$ ,  $P_{\alpha}$ ,  $P_{руш}$  і ККД трансмісії ( $\eta_{тр}$ ) приймається за результатами розрахунків сили тяги (див. підрозділ 3.1.1), так рушійну силу ( $P_{руш}$ ) визначається згідно пункту 6; силу опору кочення ( $P_f$ ) – по графіку в зоні достатнього зчеплення для коефіцієнта  $\mu_2$ ; тягове зусилля ( $P_{т}$ ) – по формулі 3.16.

Швидкості руху розраховується по залежностям:  
теоретична швидкість руху, км/год:

$$V_{т} = \frac{22,6 \cdot r_k \cdot n_n}{i_{тр}}. \quad (3.25)$$

Всі чисельні значення складових цієї формули беруться з таблиці 3.8:

робоча швидкість руху, км/год:

$$V_{р} = V_{т} \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (3.26)$$

де  $\left(1 - \frac{\delta}{100}\right) = \eta_{\delta}$  – коефіцієнт, що враховує втрати на подолання буксування.

Величину буксування ( $\delta$ ) в залежності від тягової навантаження ( $P_{т}$ ), типу ходового апарату трактора і заданих ґрунтових умов визначається по графіку (рис. 3.2). Порядок користування поданою номограмою для трактора К-701 позначений стрілочками.

*Наприклад, із розрахованого значення  $P_{т}=63\text{кН}$  проводимо вертикаль до перетину із кривою, яка відображає функціональну залежність буксування від тягового зусилля*

$\delta=f(P_T)$  для трактора К-701. далі проводимо горизонталь до перетину з умовною вертикальною лінією, яка проходить через кінці похилих залежностей буксування від коефіцієнта зчеплення  $\delta=\psi(\mu)$ ; потім паралельно цим залежностям дістаємося до заданого значення  $\mu_2$  (наприклад  $\mu_2=0,5$ ) і по горизонталі повертаємося до шкали буксування, де визначаємо, що для заданих умов величина буксування матиме значення  $\delta=24\%$ .

При визначенні втрат потужності в трансмісії (формула 3.24) необхідно користуватися фактичним значенням ефективної потужності двигуна ( $N_{ef}$ ):

$$N_{ef} = \frac{P_{руш} V_p}{3,6\eta_{тр}\eta_b} . \quad (3.27)$$

2. Розрахунок складових балансу потужності для умов “підйом” при недостатньому зчепленні:

$$N_{e.n}=N_T+N_f+N_a+N_\delta+N_{тр}+N_{не} . \quad (3.28)$$

Для розрахунку складових користуємося формулами (3.20-3.24) але тягове зусилля ( $P_T$ ) визначаємо по формулі 3.14; силу опору коченню ( $P_f$ ) – по графіку в зоні недостатнього зчеплення; рушійну силу – із попередньої роботи (пункт 5.), а робоча швидкість ( $V_p$ ) залежить від буксування ( $\delta$ ), величину якого визначаємо по номограмі (рис. 3.2), але для умов недостатнього зчеплення і відповідного цим умовам тягового зусилля.

Потужність двигуна, яка не використовується за умовами зчеплення ( $N_{не}$ ) визначається із залежності:

$$N_{не} = \frac{P_{не} V_T}{3,6\eta_{тр}} , \quad (3.29)$$



де  $P_{нев}$  – зусилля, яке втрачається при подоланні ділянок із поганими ґрунтовими умовами (тобто рух при недостатньому зчепленні рушіїв трактора з ґрунтом).

Чисельне значення сили  $P_{нев}$  визначаємо із графіка (рис. 3.1) в зоні недостатнього зчеплення (для коефіцієнту  $\mu_1$ ) по слідуючій залежності:

$$P_{нев} = P_{дн} - F_{зmax} . \quad (3.30)$$

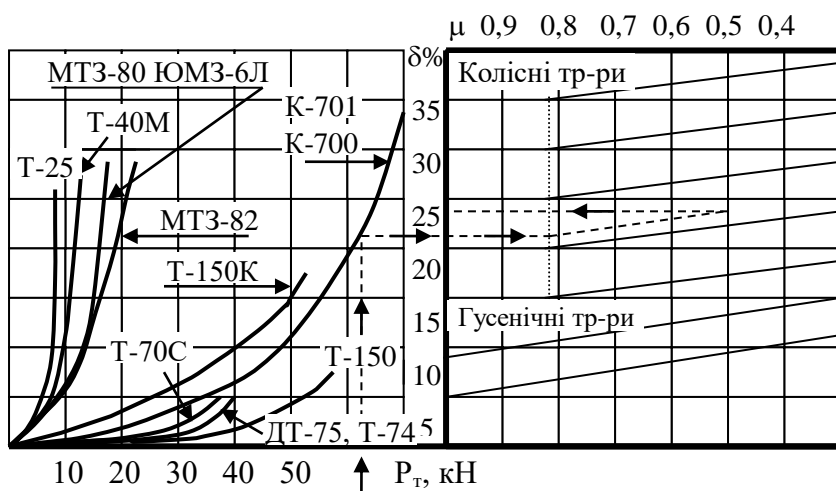


Рис 3.2 – Номограма для визначення буксування

3. Аналіз використання трактором потужності, яку розвиває його двигун.

Оцінка роботи трактора визначається:

тяговим ККД  $\eta_{\tau} = \frac{N_{\tau}}{N_{ef}} , \quad (3.31)$

умовним тяговим ККД  $\eta_{y} = \frac{N_{\tau}}{N_{e.n}} . \quad (3.32)$

*Довідка: значення тягового ККД залежать від конструктивних параметрів трактора і ґрунтових умов. Для використання в практичних цілях користуються осередненими значеннями ККД (табл. 3.10).*

Таблиця 3.10 – Залежність тягового ККД тракторів від ґрунтових умов

| Трактори       | Робота на стерні | Робота на полі, підготовленому для сівби |
|----------------|------------------|--|
| Гусеничні      | 0,78             | 0,68                                     |
| Колісні (4 к4) | 0,70             | 0,62                                     |
| Колісні (4 к2) | 0,62             | 0,52                                     |

Таблиця 3.11 – Тягові показники енергетичних властивостей тракторів (в режимі експлуатації  $N_{т max}$ )

| Марка трактора       | Агрофон                     | Передача | Показники          |                   |                   |                 |      |
|----------------------|-----------------------------|----------|--------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------|
|                      |                             |          | $N_{т max}$<br>кВт | $P_{т н}$ ,<br>кН | $V_P$ ,<br>км/год | $\delta$ ,<br>% |      |
| 1                    | 2                           | 3        | 4                  | 5                 | 6                 | 7               |      |
| Самохідне шасі Т-16М | Поле підготовлене під сівбу | 1        | 5,44               | 5,75              | 3,48              | 49,0            |      |
|                      |                             | 2        | 6,32               | 4,60              | 5,05              | 24,0            |      |
|                      |                             | 3        | 6,54               | 3,63              | 6,66              | 13,5            |      |
|                      |                             | 4        | 6,47               | 3,05              | 7,78              | 9,9             |      |
|                      | Бетонна дорога              | 1        | 1,86               | 10,25             | 4,60              | 9,0             |      |
|                      |                             | 2        | 13,08              | 8,15              | 5,88              | 6,8             |      |
|                      | Бетонна дорога              | 3        | 13,38              | 6,65              | 7,40              | 5,0             |      |
|                      |                             | 4        | 13,16              | 5,50              | 8,77              | 4,0             |      |
|                      |                             | 5        | 12,20              | 3,25              | 13,81             | 2,0             |      |
|                      |                             | 6        | 10,44              | 2,10              | 18,28             | 1,7             |      |
|                      | Т-25А                       | Стерня   | 1                  | 13,13             | 8,80              | 5,47            | 26,0 |
|                      |                             |          | 2                  | 12,64             | 7,40              | 6,27            | 18,0 |
| 3                    |                             |          | 12,90              | 6,00              | 7,90              | 15,8            |      |
| 4                    |                             |          | 12,50              | 4,88              | 9,40              | 15,2            |      |

Продовження таблиці 3.11

| 1      | 2                                 | 3  | 4     | 5     | 6     | 7    |
|--------|-----------------------------------|----|-------|-------|-------|------|
| Т-25А  | Поле<br>підготовлене під<br>сівбу | 1  | 9,11  | 7,28  | 4,60  | 34,0 |
|        |                                   | 2  | 10,58 | 6,32  | 6,15  | 26,0 |
|        |                                   | 3  | 9,70  | 5,00  | 7,12  | 22,0 |
|        | Асфальт                           | 4  | 17,12 | 5,52  | 11,39 | 6,2  |
|        |                                   | 5  | 16,90 | 4,48  | 13,86 | 6,0  |
| Т-40М  | Стерня                            | 1  | 16,24 | 11,70 | 9,10  | 26,0 |
|        |                                   | 2  | 21,68 | 11,50 | 6,92  | 24,0 |
|        |                                   | 3  | 23,90 | 10,50 | 8,35  | 19,0 |
|        |                                   | 4  | 25,00 | 9,00  | 10,20 | 12,0 |
|        | Поле<br>підготовлене під<br>сівбу | 1  | 16,54 | 11,68 | 5,20  | 29,0 |
|        |                                   | 2  | 18,74 | 10,12 | 6,80  | 19,0 |
|        |                                   | 3  | 20,06 | 9,00  | 8,18  | 12,0 |
|        |                                   | 4  | 20,87 | 8,00  | 9,58  | 11,0 |
|        | Бетонна дорога                    | 1  | 29,18 | 16,51 | 6,50  | 3,0  |
|        |                                   | 2  | 32,19 | 15,55 | 7,60  | 2,5  |
|        |                                   | 3  | 32,71 | 13,50 | 8,90  | 2,0  |
|        |                                   | 4  | 32,49 | 11,26 | 10,60 | 1,6  |
| Т-40АМ | Стерня                            | 1  | 23,20 | 15,80 | 5,30  | 11,0 |
|        |                                   | 2  | 26,00 | 14,00 | 6,70  | 15,6 |
|        |                                   | 3  | 27,10 | 11,70 | 8,35  | 12,3 |
|        |                                   | 4  | 27,50 | 10,00 | 9,90  | 11,1 |
|        | Поле<br>підготовлене під<br>сівбу | 1  | 22,60 | 13,30 | 6,10  | 8,2  |
|        |                                   | 2  | 23,00 | 12,20 | 6,80  | 7,5  |
|        |                                   | 3  | 23,30 | 9,70  | 8,65  | 6,0  |
|        |                                   | 4  | 23,00 | 8,10  | 10,25 | 5,0  |
|        | Бетонна дорога                    | 1  | 30,06 | 16,50 | 6,70  | 7,0  |
|        |                                   | 2  | 30,65 | 15,24 | 7,40  | 6,0  |
|        |                                   | 3  | 31,60 | 13,00 | 8,93  | 4,5  |
|        |                                   | 4  | 30,94 | 11,25 | 10,10 | 3,0  |
| ЮМЗ-6М | Стерня                            | 5р | 25,60 | 16,50 | 5,60  | 22,0 |
|        |                                   | 1  | 27,20 | 16,10 | 6,10  | 21,0 |
|        |                                   | 2  | 29,00 | 13,90 | 7,50  | 16,5 |

|  |  |   |       |       |      |      |
|--|--|---|-------|-------|------|------|
|  |  | 3 | 28,60 | 11,20 | 9,20 | 13,0 |
|--|--|---|-------|-------|------|------|

Продовження таблиці 3.11

| 1      | 2                                 | 3     | 4     | 5     | 6     | 7    |
|--------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|
| ЮМЗ-6М | Поле<br>підготовлене під<br>сівбу | 5р    | 29,50 | 17,30 | 5,30  | 23,0 |
|        |                                   | 1     | 26,50 | 15,70 | 6,20  | 18,5 |
|        |                                   | 2     | 27,30 | 12,80 | 7,65  | 12,6 |
|        |                                   | 3     | 26,40 | 9,90  | 9,60  | 9,6  |
|        | Бетонна дорога                    | 5р    | 35,87 | 20,60 | 6,40  | 6,5  |
|        |                                   | 1     | 37,78 | 19,5  | 7,12  | 6,0  |
|        |                                   | 2     | 37,65 | 16,20 | 8,53  | 5,0  |
|        |                                   | 3     | 36,90 | 13,0  | 10,42 | 4,0  |
| МТЗ-80 | Стерня                            | 4     | 28,80 | 14,70 | 7,05  | 24,0 |
|        |                                   | 5     | 32,00 | 13,30 | 8,75  | 18,0 |
|        |                                   | 7р    | 32,10 | 12,20 | 9,60  | 19,0 |
|        |                                   | 6     | 32,30 | 11,00 | 10,60 | 12,0 |
|        |                                   | 8р    | 31,90 | 9,90  | 11,60 | 11,0 |
|        |                                   | 7     | 31,60 | 8,40  | 13,50 | 9,0  |
|        |                                   | 3     | 22,80 | 14,80 | 5,70  | 23,0 |
|        | Поле<br>підготовлене під<br>сівбу | 4     | 28,60 | 14,70 | 7,00  | 24,5 |
|        |                                   | 5     | 31,00 | 12,20 | 9,20  | 16,0 |
|        |                                   | 7р    | 31,30 | 11,30 | 9,90  | 12,0 |
|        |                                   | 6     | 31,10 | 10,30 | 10,90 | 10,8 |
|        |                                   | 8р    | 29,10 | 8,80  | 11,90 | 9,2  |
|        |                                   | 3     | 40,42 | 22,50 | 6,60  | 6,5  |
|        | Бетонна дорога                    | 4     | 46,01 | 20,00 | 8,45  | 308  |
|        |                                   | 5     | 48,22 | 17,50 | 10,12 | 3,5  |
|        |                                   | 7р    | 48,51 | 16,50 | 10,80 | 3,2  |
|        |                                   | 6     | 48,80 | 15,35 | 11,68 | 3,0  |
|        |                                   | 7     | 46,75 | 11,65 | 14,74 | 2,5  |
| 2      |                                   | 29,80 | 21,10 | 3,40  | 29,5  |      |
| МТЗ-82 | Стерня                            | 3     | 30,80 | 17,90 | 6,20  | 20,5 |
|        |                                   | 4     | 33,30 | 15,00 | 8,00  | 14,5 |
|        |                                   | 5     | 33,80 | 13,10 | 9,30  | 12,6 |
|        |                                   | 6     | 34,00 | 11,00 | 11,20 | 10,4 |

|  |  |   |       |      |       |     |
|--|--|---|-------|------|-------|-----|
|  |  | 7 | 33,40 | 9,70 | 12,40 | 9,2 |
|  |  | 8 | 32,20 | 7,75 | 19,00 | 7,4 |

Продовження таблиці 3.11

| 1                                 | 2                                 | 3              | 4     | 5     | 6     | 7    |     |
|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------|-------|-------|-------|------|-----|
| МТЗ-82                            | Поле<br>підготовлене під<br>сівбу | 2              | 16,30 | 19,60 | 3,00  | 35,0 |     |
|                                   |                                   | 3              | 28,10 | 18,10 | 5,60  | 28,5 |     |
|                                   |                                   | 4              | 31,20 | 15,40 | 7,30  | 19,5 |     |
|                                   |                                   | 5              | 31,60 | 13,70 | 8,30  | 15,1 |     |
|                                   |                                   | 6              | 30,00 | 11,25 | 9,60  | 12,4 |     |
|                                   |                                   | 7              | 27,00 | 9,00  | 10,80 | 10,3 |     |
|                                   |                                   | Бетонна дорога | 2     | 25,95 | 26,50 | 3,60 | 9,0 |
|                                   | 3                                 |                | 45,86 | 24,10 | 7,00  | 7,0  |     |
|                                   | 4                                 |                | 48,07 | 20,10 | 8,80  | 5,5  |     |
|                                   | 5                                 |                | 48,95 | 17,10 | 10,51 | 4,5  |     |
|                                   | 6                                 |                | 49,39 | 14,60 | 12,42 | 4,0  |     |
|                                   | 7                                 |                | 48,36 | 12,15 | 14,60 | 3,0  |     |
|                                   | 8                                 |                | 50,53 | 9,80  | 17,56 | 3,0  |     |
|                                   | Т-70С                             | Стерня         | 3     | 36,7  | 32,7  | 4,05 | 3,2 |
| 4                                 |                                   |                | 40,3  | 27,8  | 5,25  | 2,4  |     |
| 5                                 |                                   |                | 42,1  | 23,7  | 6,38  | 2,2  |     |
| 6                                 |                                   |                | 41,6  | 20,4  | 7,35  | 1,9  |     |
| 7                                 |                                   |                | 37,5  | 14,5  | 9,30  | 1,4  |     |
| 8                                 |                                   |                | 33,9  | 11,1  | 11,00 | 1,1  |     |
| Поле<br>підготовлене під<br>сівбу |                                   |                | 3     | 35,2  | 28,0  | 4,55 | 9,8 |
|                                   |                                   |                | 4     | 36,4  | 22,6  | 5,80 | 3,6 |
|                                   |                                   | 5              | 37,2  | 19,4  | 6,90  | 2,8  |     |
|                                   |                                   | 6              | 36,0  | 15,9  | 8,15  | 2,2  |     |
|                                   |                                   | 7              | 33,3  | 11,8  | 10,23 | 1,6  |     |
|                                   |                                   | 8              | 32,1  | 9,8   | 11,80 | 1,4  |     |
| ДТ-75М                            |                                   | Стерня         | 1укм  | 46,75 | 42,2  | 4,04 | 5,5 |
|                                   |                                   |                | 2укм  | 48,50 | 40,0  | 4,47 | 3,5 |
|                                   | 1                                 |                | 50,00 | 36,0  | 5,10  | 2,2  |     |
|                                   | 2                                 |                | 50,60 | 32,0  | 5,80  | 1,4  |     |
|                                   | 3                                 |                | 50,20 | 29,5  | 6,30  | 1,2  |     |

|  |  |   |       |      |      |      |
|--|--|---|-------|------|------|------|
|  |  | 4 | 49,60 | 26,0 | 7,00 | 1,0  |
|  |  | 5 | 48,10 | 23,0 | 7,70 | 0,95 |
|  |  | 6 | 46,30 | 20,0 | 8,50 | 0,9  |

Продовження таблиці 3.11

| 1      | 2                                 | 3     | 4     | 5     | 6     | 7   |
|--------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----|
| ДТ-75М | Стерня                            | 7     | 40,80 | 13,7  | 10,75 | 0,8 |
|        | Поле<br>підготовлене під<br>сівбу | 1     | 46,70 | 35,0  | 4,90  | 8,2 |
|        |                                   | 2     | 47,20 | 33,0  | 5,25  | 7,0 |
|        |                                   | 3     | 47,40 | 28,5  | 6,10  | 4,8 |
|        |                                   | 4     | 47,00 | 36,0  | 6,65  | 4,0 |
|        |                                   | 5     | 46,00 | 22,5  | 7,50  | 3,0 |
|        |                                   | 6     | 44,70 | 19,5  | 8,40  | 2,4 |
|        |                                   | 7     | 35,50 | 12,2  | 10,40 | 1,5 |
|        | Ущільнена<br>глиниста дорога      | 1     | 56,20 | 40,34 | 5,01  | 1,8 |
|        |                                   | 2     | 58,89 | 36,30 | 5,41  | 1,4 |
|        |                                   | 3     | 56,10 | 32,13 | 6,03  | 1,0 |
|        |                                   | 4     | 55,15 | 28,32 | 6,73  | 0,9 |
|        |                                   | 5     | 54,00 | 24,40 | 7,64  | 0,8 |
|        |                                   | 6     | 53,00 | 22,25 | 8,23  | 0,7 |
| 7      |                                   | 51,60 | 17,50 | 10,18 | 0,6   |     |
| Т-150  | Стерня                            | 1     | 83,80 | 42,80 | 7,20  | 2,0 |
|        |                                   | 2     | 84,42 | 38,00 | 8,20  | 1,5 |
|        |                                   | 3     | 82,70 | 33,00 | 9,20  | 1,0 |
|        |                                   | 4     | 80,48 | 39,60 | 10,00 | 0,9 |
|        |                                   | 5     | 77,91 | 26,50 | 10,80 | 0,9 |
|        |                                   | 6     | 73,06 | 22,20 | 12,10 | 0,7 |
|        |                                   | 7     | 67,62 | 18,40 | 13,50 | 0,6 |
|        |                                   | 8     | 63,21 | 15,80 | 14,70 | 0,5 |
|        | Поле<br>підготовлене під<br>сівбу | 1     | 68,50 | 37,00 | 6,80  | 4,5 |
|        |                                   | 2     | 71,30 | 30,40 | 7,70  | 3,5 |
|        |                                   | 3     | 71,30 | 30,40 | 8,60  | 2,8 |
|        |                                   | 4     | 69,10 | 27,00 | 9,40  | 2,2 |
|        |                                   | 5     | 66,15 | 23,80 | 10,20 | 1,8 |
|        |                                   | 6     | 60,78 | 19,60 | 11,40 | 1,4 |

|  |                              |   |       |       |       |     |
|--|------------------------------|---|-------|-------|-------|-----|
|  |                              | 7 | 55,12 | 15,80 | 12,80 | 1,1 |
|  |                              | 8 | 50,00 | 13,20 | 13,90 | 0,9 |
|  | Ущільнена<br>глиниста дорога | 1 | 89,96 | 45,00 | 7,35  | 1,0 |
|  |                              | 2 | 90,26 | 39,50 | 8,40  | 0,8 |

Продовження таблиці 3.11

| 1      | 2                                 | 3       | 4      | 5     | 6     | 7    |
|--------|-----------------------------------|---------|--------|-------|-------|------|
| Т-150  | Ущільнена<br>глиниста дорога      | 3       | 88,35  | 34,40 | 9,45  | 0,7  |
|        |                                   | 4       | 86,00  | 30,70 | 10,30 | 0,6  |
|        |                                   | 5       | 83,80  | 27,70 | 11,10 | 0,5  |
|        |                                   | 6       | 79,35  | 23,50 | 12,40 | 0,4  |
|        |                                   | 7       | 74,23  | 19,70 | 13,85 | 0,3  |
|        |                                   | 8       | 69,82  | 17,00 | 19,10 | 0,2  |
| Т-150К | Стерня                            | 1       | 79,60  | 41,60 | 7,75  | 13,0 |
|        |                                   | 2       | 92,50  | 35,80 | 9,30  | 9,5  |
|        |                                   | 3       | 92,00  | 31,40 | 10,55 | 8,2  |
|        |                                   | 4       | 88,10  | 26,90 | 11,75 | 7,0  |
|        | Поле<br>підготовлене під<br>сівбу | 1       | 72,30  | 37,20 | 7,00  | 23,1 |
|        |                                   | 2       | 77,00  | 30,90 | 9,00  | 14,0 |
|        |                                   | 3       | 77,80  | 25,50 | 11,00 | 8,8  |
|        |                                   | 4       | 75,60  | 21,10 | 12,90 | 6,0  |
|        |                                   | 5       | 73,50  | 19,00 | 14,20 | 5,0  |
|        | Бетонна дорога                    | 1       | 95,55  | 55,00 | 6,40  | 4,5  |
|        |                                   | 2       | 100,70 | 47,00 | 7,87  | 4,0  |
|        |                                   | 3       | 95,55  | 38,00 | 9,20  | 3,5  |
|        |                                   | 4       | 95,55  | 29,00 | 12,10 | 2,5  |
|        |                                   | 5       | 94,82  | 25,00 | 13,90 | 2,0  |
|        |                                   | 6       | 94,45  | 21,00 | 16,50 | 1,7  |
|        |                                   | 7       | 94,08  | 17,20 | 20,00 | 1,5  |
| 8      |                                   | 87,46   | 12,50  | 25,70 | 1,1   |      |
| К-701  | Стерня                            | Пр 1    | 114,8  | 71,00 | 5,95  | 23,9 |
|        |                                   | 2       | 130,0  | 64,50 | 7,40  | 16,6 |
|        |                                   | 3       | 139,7  | 55,25 | 9,30  | 10,0 |
|        |                                   | Шр<br>1 | 122,0  | 66,50 | 6,75  | 18,6 |

|          |        |   |       |       |       |      |
|----------|--------|---|-------|-------|-------|------|
|          |        | 2 | 138,8 | 60,00 | 8,50  | 13,2 |
|          |        | 3 | 138,0 | 48,50 | 10,45 | 7,0  |
| Т-150-07 | Стерня | 1 | 81,20 | 42,3  | 6,94  | 13,5 |
|          |        | 2 | 80,80 | 34,71 | 8,35  | 8,5  |
|          |        | 3 | 80,18 | 28,02 | 10,24 | 5,5  |
|          |        | 4 | 78,54 | 23,96 | 11,80 | 4,0  |

Продовження таблиці 3.11

| 1                     | 2                                 | 3 | 4      | 5     | 6     | 7    |
|-----------------------|-----------------------------------|---|--------|-------|-------|------|
| Т-150-07              | Поле<br>підготовлене під<br>сівбу | 1 | 39,40  | 33,00 | 6,48  | 17,0 |
|                       |                                   | 2 | 63,88  | 28,71 | 8,01  | 12,5 |
|                       |                                   | 3 | 62,48  | 22,19 | 10,14 | 6,5  |
|                       |                                   | 4 | 58,57  | 17,96 | 11,74 | 4,5  |
|                       | Асфальт                           | 1 | 80,40  | 48,03 | 7,11  | 9,0  |
|                       |                                   | 2 | 97,93  | 40,71 | 8,66  | 5,5  |
|                       |                                   | 3 | 101,61 | 35,14 | 10,41 | 4,0  |
|                       |                                   | 4 | 99,20  | 22,96 | 11,92 | 3,0  |
| Т-160-31              | Стерня                            | 1 | 81,93  | 45,80 | 6,44  | 17,5 |
|                       |                                   | 2 | 87,63  | 38,90 | 8,11  | 11,5 |
|                       |                                   | 3 | 92,11  | 33,06 | 10,03 | 7,5  |
|                       |                                   | 4 | 74,70  | 22,79 | 11,80 | 4,0  |
|                       | Поле<br>підготовлене під<br>сівбу | 1 | 54,39  | 28,50 | 6,87  | 12,0 |
|                       |                                   | 2 | 63,81  | 28,50 | 8,06  | 12,0 |
|                       |                                   | 3 | 72,91  | 27,06 | 9,70  | 10,5 |
|                       |                                   | 4 | 54,75  | 16,79 | 11,74 | 4,5  |
|                       | Асфальт                           | 1 | 80,4   | 48,03 | 7,11  | 9,0  |
|                       |                                   | 2 | 97,93  | 40,71 | 8,66  | 5,5  |
|                       |                                   | 3 | 101,61 | 35,14 | 10,41 | 4,0  |
|                       |                                   | 4 | 99,20  | 29,96 | 11,92 | 3,0  |
| ХТЗ-121<br>(88,2 кВт) | Стерня                            | 1 | 59,10  | 30,56 | 6,95  | 7,0  |
|                       |                                   | 2 | 62,56  | 27,84 | 8,09  | 5,5  |
|                       |                                   | 3 | 56,66  | 20,77 | 9,82  | 3,0  |
|                       |                                   | 4 | 46,10  | 12,63 | 13,14 | 2,0  |
|                       | Поле<br>підготовлене під          | 1 | 48,20  | 25,56 | 6,80  | 9,0  |
|                       |                                   | 2 | 47,06  | 30,84 | 8,13  | 5,0  |



|  |         |   |       |       |       |     |
|--|---------|---|-------|-------|-------|-----|
|  | сівбу   | 3 | 43,24 | 15,77 | 9,87  | 2,5 |
|  |         | 4 | 28,00 | 7,63  | 13,21 | 1,5 |
|  | Асфальт | 1 | 72,25 | 36,28 | 7,14  | 4,0 |
|  |         | 2 | 75,04 | 31,56 | 8,26  | 3,5 |
|  |         | 3 | 72,63 | 26,49 | 9,87  | 2,5 |
|  |         | 4 | 66,98 | 18,35 | 13,14 | 2,0 |

Продовження таблиці 3.11

| 1                      | 2                                 | 3     | 4     | 5     | 6     | 7    |
|------------------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|
| ХТЗ-121<br>(106,6 кВт) | Стерня                            | 1     | 69,82 | 38,49 | 6,53  | 12,5 |
|                        |                                   | 2     | 71,64 | 32,77 | 7,87  | 8,0  |
|                        |                                   | 3     | 73,37 | 27,63 | 9,56  | 5,5  |
|                        |                                   | 4     | 64,55 | 17,78 | 13,07 | 2,5  |
|                        | Поле<br>підготовлене під<br>сівбу | 1     | 51,1  | 28,00 | 6,57  | 12,0 |
|                        |                                   | 2     | 58,78 | 27,77 | 7,62  | 11,0 |
|                        |                                   | 3     | 57,14 | 21,63 | 9,51  | 6,0  |
|                        |                                   | 4     | 43,00 | 11,78 | 13,14 | 2,0  |
|                        | Асфальт                           | 1     | 85,35 | 44,21 | 6,95  | 7,0  |
|                        |                                   | 2     | 86,92 | 38,49 | 8,13  | 5,0  |
|                        |                                   | 3     | 87,35 | 32,35 | 9,72  | 4,0  |
|                        |                                   | 4     | 81,69 | 22,5  | 13,07 | 2,5  |
| ХТЗ-171-21             | Стерня                            | 1     | 79,35 | 42,51 | 6,72  | 14,0 |
|                        |                                   | 2     | 81,08 | 35,21 | 8,29  | 9,5  |
|                        |                                   | 3     | 81,21 | 28,69 | 10,19 | 6,0  |
|                        |                                   | 4     | 80,17 | 24,46 | 11,80 | 4,5  |
|                        | Поле<br>підготовлене під<br>сівбу | 1     | 59,43 | 31,51 | 6,79  | 14,0 |
|                        |                                   | 2     | 64,66 | 29,21 | 7,97  | 13,0 |
|                        |                                   | 3     | 62,84 | 22,69 | 9,97  | 8,0  |
|                        |                                   | 4     | 60,20 | 18,46 | 11,74 | 4,5  |
| Асфальт                | 1                                 | 95,06 | 48,13 | 7,11  | 9,0   |      |
| ХТЗ-171-21             | Асфальт                           | 2     | 98,00 | 40,83 | 8,64  | 5,5  |
|                        |                                   | 3     | 94,64 | 34,31 | 9,93  | 4,0  |
|                        |                                   | 4     | 99,10 | 30,08 | 11,86 | 3,5  |
| ХТЗ-172-21             | Стерня                            | 1     | 82,11 | 49,68 | 5,95  | 20,0 |

|  |                                   |   |       |       |       |      |
|--|-----------------------------------|---|-------|-------|-------|------|
|  |                                   | 2 | 88,65 | 42,55 | 7,50  | 14,0 |
|  |                                   | 3 | 91,54 | 34,91 | 9,44  | 8,5  |
|  |                                   | 4 | 76,77 | 24,61 | 11,23 | 4,0  |
|  | Поле<br>підготовлене під<br>сівбу | 1 | 55,71 | 31,00 | 6,47  | 13,0 |
|  |                                   | 2 | 65,36 | 31,00 | 7,59  | 13,0 |
|  |                                   | 3 | 72,52 | 28,91 | 9,03  | 12,5 |
|  |                                   | 4 | 57,48 | 18,61 | 11,12 | 5,0  |
|  | Асфальт                           | 1 | 97,08 | 55,30 | 6,32  | 15,0 |

Продовження таблиці 3.11

| 1          | 2       | 3 | 4      | 5     | 6     | 7   |
|------------|---------|---|--------|-------|-------|-----|
| ХТЗ-172-21 | Асфальт | 2 | 106,24 | 48,17 | 7,94  | 9,0 |
|            |         | 3 | 109,77 | 40,53 | 9,75  | 5,5 |
|            |         | 4 | 94,80  | 30,23 | 11,29 | 3,5 |

### 3.1.3. Заходи по поліпшенню тягових властивостей тракторів

Основна мета поліпшення енергетичних властивостей тракторів – це отримання таких параметрів і режимів роботи, при яких забезпечується максимальне корисне використання потужності двигуна при мінімальних питомих витратах палива і найменшій негативній дії на навколишнє середовище.

Один із напрямків поліпшення властивостей енергомашин – це створення двигунів з оптимальною для сільськогосподарських робіт регуляторною характеристикою (двигун постійної потужності). Такі двигуни мають високий коефіцієнт пристосованості за крутним моментом в широкому діапазоні зміни частоти обертів колінчастого валу при майже постійній ефективній потужності.

Другим напрямком можна вважати забезпечення оптимального ступеня використання номінальної потужності двигуна. Суттєвого ефекту в цьому напрямку можна досягти за рахунок:

- створення більш прогресивних трансмісій, які забезпечують згладжування (вирівнювання) коливань сил опору;
- вирівнювання поверхні поля;
- усунення перешкод, збирання каміння;
- підвищення загальної культури землеробства;
- забезпечення високоякісного технічного обслуговування.

Підвищення показників експлуатаційних властивостей тракторів зводиться в основному до мінімізації непродуктивних втрат потужності в трансмісії, на буксування і на самопресування. Досягнення вказаної мети можливо якщо:

- зменшувати втрати потужності в трансмісії;
- зменшувати втрати потужності правильним з'єднанням с.-г. машин в агрегаті;
- застосовувати машини з активними робочими органами;
- поліпшувати зчіпні властивості трактора шляхом:
  - застосування раціональних розмірів шин і рисунка протектора;
  - встановлення оптимального тиску в шинах;
  - збільшення опорної поверхні ходової частини;
  - блокування диференціала ведучих коліс;
  - збільшення зчіпної ваги:
    - навішуючи додаткові вантажі;
    - заповнюючи шини рідиною;
    - застосуванням довантажувачів ведучих коліс (ДВК) – механічних і гідравлічних (ГЗВ).

Важливо також систематично підвищувати рівень підготовки механізаторів з метою ефективного використання нової техніки.

## **3.2. Показники енергетичних властивостей с.-г. машин**

Показники енергетичних властивостей характеризують питомі витрати енергії в розрахунку на одиницю об'єму виконаної роботи, яка в повній мірі залежить від сил опору робочих органів при їх взаємодії з середовищем, яке підлягає обробітку.

### **3.2.1. Фактори, які впливають на опір машин**

#### ***Природно-кліматичні:***

- тип ґрунту, його структура;
- властивості матеріалу, який обробляється;
- метеорологічні умови.

Вплив *першої групи факторів* враховують при:

- визначенні нормативних показників;
- виборі технології вирощування с.-г. культур;
- аналізі показників роботи в даних умовах.

#### ***Конструкційні:***

- тип робочих органів, їх форма, число, матеріал виготовлення;
- технологія виготовлення;
- вага машини;
- наявність допоміжних пристроїв;
- тип та конструкція ходового апарату.

Вплив *другої групи факторів* враховують при:

- виборі конструкції машини для конкретної технологічної операції;
- визначенні експлуатаційних вимог до конструкції;
- розробці технічних завдань для вдосконалення конструкції робочих машин.

#### ***Експлуатаційні:***

- технічний стан машин: (ступінь спрацьованості, якість проведення ТО, правильність виконання регулювальних робіт);

- режим роботи: (швидкість руху, глибина обробки, ступінь використання пропускну здатності).

Вплив *третьої групи факторів* враховують при:

- виборі режимів роботи;
- встановленні норм виробітку.

### 3.2.2. Тяговий опір робочих органів машин ( $R$ )

*Дослідний шлях* визначення тягового опору полягає у проведенні тягових випробувань.

*Випробування проводять при швидкості руху  $V_o=5\text{км/год}$ .*

В процесі роботи с.-г. агрегату має місце *значна нерівномірність* опору машин у зв'язку із змінними факторами, що впливають на тяговий опір, це:

- фізико-механічні властивості ґрунту;
- мікрорельєф поля;
- режими роботи ( $V, P_t, B$ ).

Тому то тяговий опір машин має випадковий характер в імовірно-статистичному розумінні.

Випадковий характер опору машин призводить до наявності великої кількості значень тягових опорів ( $\bar{R}$ ).

Для упорядкування випадкових величин тягових опорів ( $\bar{R}$ ) ввели поняття *питомий опір* ( $k$ ) – це тяговий опір, який припадає на одиницю ширини захвату машини. Цей показник характеризує групи однотипних робочих машин.

Для однотипних машин, які відрізняються тільки шириною захвату (борони, культиватори, сівалки та ін.) він визначається за виразом:

$$k = \frac{\bar{R}}{B}, \text{ кН/м} \quad (3.33)$$

де  $R$  – тяговий опір машини, кН;  
 $B$  – ширина захвату машини, м.

Для машин, які відрізняються як шириною захвату ( $B$ ), так і глибиною обробітку ( $a$ ) наприклад плуги:

$$k_{пл} = \frac{\bar{R}_{пл}}{a \cdot B}, \text{ кН/м}^2 \quad (3.34)$$

де  $a$  – глибина оранки, м.

Для машин, у яких опір пропорційно зв'язаний з їх вагою (зчіпки):

$$k = \frac{\bar{R}}{G_m} = f_m, \quad (3.35)$$

де  $f_m$  – коефіцієнт опору кочення машин;

$G_m$  – вага машини, кН.

Для машин, у яких робочі органи приводяться в дію від ВВП:

$$k = \frac{N_{ВВП}}{VB}, \quad (3.36)$$

де  $N_{ВВП}$  – потужність, яка витрачається на привід робочих органів від ВВП, кВт;

$V$  – швидкість руху машини, км/год.

**Осередненні значення питомого опору**, які розраховані на основі тягових опорів і які, в свою чергу, одержані проведенням дослідних випробувань при швидкості руху  $V_0=5$ км/год **приведені в довідниках** і позначаються  $k_0$ .

Таблиця 3.12 – Питомий тяговий опір плугів (кпл, кН/м<sup>2</sup>) при швидкості  $V_0=5$ км/год в залежності від типу ґрунтів

| Ґрунти | Агрофон | Різновид ґрунтів |       |         |       |         |
|--------|---------|------------------|-------|---------|-------|---------|
|        |         | глинисті         | важкі | середні | легкі | супісок |
|        |         |                  |       |         |       |         |

| 1                  | 2             | 3  | суглинки |    |    | 7  |
|--------------------|---------------|----|----------|----|----|----|
|                    |               |    | 4        | 5  | 6  |    |
| Чорноземи          | Стерня озимих | 68 | 49       | 35 | 25 | 25 |
|                    | Трави         | 86 | 57       | 45 | 31 | 31 |
|                    | Цілина        | 90 | 71       | 52 | 39 | 39 |
| Дерново-підзолисті | Стерня озимих | 66 | 47       | 34 | 26 | 26 |
|                    | Трави         | 74 | 56       | 43 | 30 | 30 |
|                    | Цілина        | 92 | 71       | 50 | 40 | 40 |
| Каштанові          | Стерня озимих | 69 | 47       | 36 | 22 | 22 |
|                    | Трави         | -  | -        | -  | -  | -  |
|                    | Цілина        | 98 | 68       | 55 | 29 | 29 |
| Засолені           | Стерня озимих | -  | 82       | 73 | 65 | 65 |

Таблиця 3.13 – Питомий тяговий опір сільськогосподарських машин ( $k_0$ ) при швидкості  $V_0=5\text{км/год}$

| Технологічна робота   | Сільськогосподарські машини | $k_0$ , кН/м                            |
|---|-----------------------------|---|
| 1   | 2                           | 3                                       |
| Оранка на глибину 25см:<br>легких ґрунтів;<br>середніх ґрунтів;<br>важких ґрунтів | Плуги безполицеві           | 3,0...8,0<br>12,0...15,0<br>19,0...25,0 |

|                           |   |             |
|---------------------------|---|-------------|
| Боронування               | Борони зубові:                          |             |
|                           | важкі                                   | 0,4...0,7   |
|                           | середні                                 | 0,3...0,6   |
|                           | легкі, або посівні                      | 0,25...0,45 |
|                           | сітчасті та шлейф-борони                | 0,45...0,65 |
|                           | пружинні та лапчасті                    | 1,0...1,8   |
|                           | голчасті (мотики)                       | 0,45...0,65 |
|                           | Борони дискові:                         |             |
|                           | на дискуванні стерні                    | 1,6...2,2   |
|                           | на дискуванні оранки                    | 3,0...6,0   |
|                           | на дискуванні луків                     | 4,0...6,0   |
| Культивація<br>суцільна   | Культиватори:                           |             |
|                           | паровий – глибина<br>обробітку 6-8см    | 1,2...2,6   |
|                           | паровий – глибина<br>обробітку 10-12см  | 1,6...3,0   |
|                           | штанговий –глибина<br>обробітку 10-12см | 1,6...2,6   |
| Глибоке рихлення          | Глибокорозпушувачі                      | 8,0...13,0  |
| Обробіток<br>плоскорізами | Плоскорізи                              | 4,0...6,0   |

Продовження таблиці 3.13

| 1              | 2                                       | 3          |
|----------------|---|------------|
| Лущення стерні | Луцильники:                             |            |
|                | дисковий – глибина<br>обробітку 8-10см  | 1,2...2,6  |
|                | лемішний – глибина<br>обробітку 10-14см | 2,5...6,0  |
|                | лемішний – глибина<br>обробітку 14-18см | 6,0...10,0 |



|   |   |   |
|---|---|---|
| Рядковий посів зернових   | Сівалки: дискова з міжряддям 0,15м<br>вужькорядна<br>зернопресова<br>сівалка-луцильник            | 1,1...1,6<br>1,5...2,5<br>1,2...1,8<br>1,2...2,8                |
| Сівба буряків   |   | 0,6...1,0   |
| Сівба кукурудзи   |   | 1,0...1,4   |
| Посадка картоплі  |   | 2,5...3,5   |
| Коткування:   | Котки:<br>гладкі водоналивні<br>кільцево-шпорові  | 0,55...1,2<br>0,6...1,0   |
| Обробіток міжряддя цукрових буряків:<br>– з підкормкою<br>– з окучуванням | Культиватори із стрілчастими лапами:<br>– проріджувач<br>– підживлювач<br>– окучник               | 1,2...1,8<br>1,2...2,0<br>1,4...1,8<br>1,5...2,5                |
| Збирання трав і зернових (соломи)   | Косарки брусові<br>Косарки-подрібнювачі<br>Жатки валкові<br>Граблі: поперечні<br>колісно-пальцеві | 0,7...1,1<br>0,8...1,3<br>1,2...1,5<br>0,50...0,75<br>0,7...0,9 |

### Продовження таблиці 3.13

| 1                          | 2   | 3   |
|----------------------------|---|---|
| Збирання технічних культур | Комбайни:<br>силосозбиральні<br>кукурудзозбиральні<br>бурякозбиральні;<br>картоплезбиральні<br>льонозбиральні<br>Бурякокопачі<br>Картоплекопачі<br>Гичкозбиральні | 1,2...1,6<br>1,5...1,7<br>8,0...12,0<br>10,0...12,0<br>4,0...6,0<br>3,0...4,0<br>5,8...6,5<br>2,0...3,5 |
| Снігозатримання            | Валкувачі   | 1,0...1,5   |

Основною конструктивною особливістю являється той факт, що різноманітні робочі органи сільськогосподарських машин мають здатність якісно виконувати конкретну технологічну операцію тільки в де-якому діапазоні агротехнічно-допустимих швидкостей.

Таблиця 3.14 – Агротехнічно-допустимі робочі швидкості руху МТА

| Технологічні операції                                  | $V_{lim}$ , км/год |
|--|--------------------|
| 1  | 2                  |
| Оранка   | 4...7; 8...12*     |
| Снігозатримання  | 5...10             |
| Обробіток ґрунту:<br>плоскорізами-глибокорозпушувачами | 7...10             |
| культиваторами-плоскорізамим                           | 8...12             |
| Лущення стерні лушильниками:<br>дисковими              | 7...12             |
| лемішними  | 5...7; 8...10*     |
| Обробіток ґрунту боронами:<br>дисковими                | 5...10             |
| зубовими   | 6...8; 7...12*     |
| сітчастими   | 3,5...6,5          |
| шлейф-боронами   | 6...7              |

Продовження таблиці 3.14

| 1  | 2                             |
|--|-------------------------------|
| Коткування ґрунту котками:<br>шпоровими      | кільчасто-шпоровими<br>6...12 |
| кільчасто-зубчастими                         | 4...9                         |
| гладкими водоналивними                       | 4...8                         |
| Обробіток ґрунту культиваторами:<br>паровими | 5...8; 9...15*                |
| з пружинними лапами                          | 5...7                         |
| Внесення добрив:                             | 7...12                        |

|                                       |                 |
|---------------------------------------|-----------------|
| органічних                            |                 |
| 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           |
| другий і наступні                     | 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* |

Продовження таблиці 3.14

| 1                                      | 2      |
|--|--------|
| Загрібання та ворущіння сіна граблями: |        |
| поперечними                            | 5...9  |
| кільцево-пальцевими                    | 8...10 |
| Пресування сіна                        | 6...8  |
| Копнування і стогоутворення            | 5...9  |
| Збирання врожаю:                       |        |
| зернових                               | 3...8  |

|                             |                |
|-----------------------------|----------------|
| кукурудзи на силос          | 4...8; 8...12* |
| кукурудзи на зерно          | 3...7; 6...10* |
| гички цукрових буряків      | 3...6; 6...9*  |
| коренеплодів                | 4,5...8        |
| льону і коноплі             | 4...6          |
| капусти                     | До 2,8         |
| помідорів                   | 0,7...3        |
| огірків                     | 1,6...3,4      |
| Збирання картоплі комбайном | 1,8...4        |
| Копання бульб копачем       | 2,5...5        |

\* Для машин з робочими органами, які працюють з підвищеними швидкостями руху.

Вплив швидкості руху на питомий опір в переважній більшості випадків, характеризується параболічною залежністю. Ця залежність в межах реального діапазону робочих швидкостей від  $V_o$  до  $V_p$  описується формулою:

$$k_v = k \left[ 1 + \frac{\Delta C}{100} (V_p^c - V_o^c) \right], \quad (3.37)$$

де  $\Delta C$  – темп приросту опору на 1км/год приросту швидкості.

$c$  – показник степені, величина якої залежить від особливостей конструкції машини і від умов роботи.

Для практичних розрахунків частіше всього користуються слідуючими показниками  $c = 1$  або  $c = 2$ .

Таблиця 3.15 – Доля приросту  $\left( \frac{\Delta C}{100} \right)$  тягового опору у і степінь ( $c$ ) залежно від виду роботи

| Вид роботи | $\left( \frac{\Delta C}{100} \right)$ | $c$ |
|------------|---------------------------------------|-----|
|------------|---------------------------------------|-----|

|                             | ЗВ    | ШВ    | ЗВ  | ШВ   |
|-----------------------------|-------|-------|-----|------|
| Оранка на глибину 20...22см | 0,006 | 0,005 | 2,0 | 1,50 |
| Культивуація                | 0,005 | 0,004 | 1,8 | 1,30 |
| Боронування                 | 0,005 | 0,004 | 1,9 | 1,40 |
| Сівба                       | 0,004 | 0,003 | 1,6 | 1,20 |
| Дискування (лущення)        | 0,002 | -     | 1,5 | -    |
| Прикочування                | 0,002 | -     | 0,9 | -    |
| Скошування у валки          | -     | 0,003 | -   | 1,25 |

ЗВ – звичайні машини (знаряддя); ШВ – швидкісні.

Академік Горячкін В.П. запропонував квадратичну залежність зміни опору машин від швидкості руху: для плугів з культурними корпусами:

$$k_{V_{.nl}} = k_{o_{.nl}} [1 + 0,006(V_p^2 - V_o^2)], \quad (3.38)$$

для плугів із швидкісними корпусами:

$$k_{V_{.nl}} = k_{o_{.nl}} \{1 - 0,004[(V_p - 2)^2 - V_o^2]\}. \quad (3.39)$$

При  $c=1$  параболічну залежність в робочому діапазоні швидкостей ( $V_o \dots V_p$ ) наближено можна замінити лінійною. Таке спрощення цілком прийнятне для експлуатаційних розрахунків.

Для плугів в даному випадку формула 3.37 прийме вигляд:

$$k_{V_{.nl}} = ak_{o_{.nl}} [1 + \frac{\Delta C}{100}(V_p - V_o)]. \quad (3.40)$$

Для машин інших типів:

$$k_v = k_o [1 + \frac{\Delta C}{100}(V_p - V_o)]. \quad (3.41)$$

Таблиця 3.16 – Приріст тягового опору машин ( $\Delta C$ ) в %, при збільшенні швидкості руху на 1км/год

| Робота                         | Машини                               | Швидкість,<br>км/год |         |
|--------------------------------|--------------------------------------|----------------------|---------|
|                                |                                      | 5...9                | 9...15  |
| 1                              | 2                                    | 3                    | 4       |
| Оранка                         | плуги:<br>серійні                    | 4...5                | 5...8   |
|                                | швидкісні                            | 2...4                | 4...5   |
| Лущення,<br>дискування         | дискові лущильники<br>дискові борони | 2...3                | 3...4   |
| Культивация                    | культиватори:<br>серійні             | 4...5                | 5...8   |
|                                | швидкісні                            | 2...4                | 4...6   |
| Боронування                    | борони зубові:<br>серійні            | 2...4                | 4...6   |
|                                | швидкісні                            | 1,5...3              | 3...4   |
| Сівба                          | сівалки:<br>серійні                  | 1,5...3              | 3...4   |
|                                | швидкісні                            | 1...2                | 2...3   |
| Збирання силосних<br>культур   | силосні комбайни                     | 1...2                | 2...4   |
| Збирання<br>кукурудзи на зерно | кукурудзозбиральні<br>комбайни       | 1,5...3              | 3...6   |
| Скошування<br>колосових        | жатки:<br>рядкові                    | 1,5...3              | 3...5   |
|                                | швидкісні                            | 0,8...1,4            | 1,4...2 |

### 3.2.3. Методика розрахунку тягового опору робочих органів машин

Для розрахунку використовують осередненні значення питомого опору ( $k_v$ ) з урахуванням впливу на нього робочих швидкостей руху, конструктивні параметри робочих машин ( $B$ ,  $G$ ) і параметри умов роботи ( $f$ ).

### **Тяговий опір робочих органів, кН:**

для борін, культиваторів, сівалок:

$$R_m = k_v \cdot B, \quad (3.42)$$

для плугів:  $R_{nl} = k_{vnl} \cdot B \cdot a, \quad (3.43)$

для зчіпок:  $R_{зч} = G_{зч} \cdot f_{зч}. \quad (3.44)$

Додатковий опір, який виникає при подоланні підйому:

$$R_{нід} = G_m \cdot \sin \alpha. \quad (3.45)$$

З урахуванням додаткового опору формули, які приведені вище, матимуть наступний вигляд:

$$R_m = k_v \cdot B \pm G_m \cdot \sin \alpha, \quad (3.46)$$

$$R_{nl} = k_{vnl} \cdot B \cdot a \pm G_{nl} \cdot \sin \alpha, \quad (3.47)$$

$$R_{зч} = G_{зч} (f_{зч} \pm \sin \alpha). \quad (3.48)$$

Тяговий опір агрегату, який складено з причіпних машин:

$$R_a = R_m + R_{зч}; \quad (3.49)$$

$$R_m = k_v \cdot B_m \cdot n_m \pm G_m \cdot \sin \alpha + G_{зч} (f_{зч} \pm \sin \alpha). \quad (3.50)$$

Тяговий опір агрегату з начіпною машиною:

$$R_{ми} = k_v \cdot B_m \cdot n_m + G_m (\lambda_0 f_{mp} \pm \sin \alpha), \quad (3.51)$$

де  $f_{mp}$  – коефіцієнт опору кочення трактора;

$\lambda_0$  — коефіцієнт догрузки, який враховує частину ваги начіпної машини та вертикальні складові сили тягового опору, які додатково навантажують ходову систему трактора (на оранці –  $\lambda_0=0,5\dots 1,0$ ; на сівбі, культивації –  $\lambda_0=0,1,0\dots 0,15$ ; на глибокому рихленні –  $\lambda_0=1,5\dots 2,0$ ).  
 Поскільки начіпні машини мають меншу вагу ніж відповідні їм по ширині причіпні машини, то і опір їх буде меншим на 10-15%;

**Тяговий опір агрегату з тягово-привідними машинами:**

$$R_{m-пр} = R_m + P_{пр}, \quad (3.52)$$

де  $P_{пр}$  — зусилля, яке витрачається на привід робочих органів від ВВП, кН.

$$P_{пр} = 0,159 \cdot \frac{N_{ВВП} \cdot \eta_{м2}}{V_p \cdot \eta_{ВВП}}, \quad (3.53)$$

де  $\eta_{ВВП}$  – коефіцієнт корисної дії валу відбору потужності ( $\eta_{ВВП} \approx 0,93$ ).

Зусилля  $P_{пр}$  не створює додаткового буксування.

Усі вище приведені формули по визначенню опору машин дійсні тільки для рівномірного руху, коли прискорення дорівнює нулю.

При зрушенні з місця опір агрегату збільшується за рахунок сил інерції, які необхідно перебороти на початку руху.

### **3.2.4. Потужність, яка споживається машиною (енергоємність сільськогосподарської операції)**

Визначення споживаної енергії проводиться при виборі енергозберігаючих машин і агрегатів, а також технологій вирощування сільськогосподарських культур.



Енергомiсткiсть технологiчної операцiї з урахуванням швидкостi руху можна подати так:

$$k = \frac{R_m \cdot V}{B \cdot V}. \quad (3.54)$$

Питомий опiр машини можна розглядати не тiльки, як зусилля, а по фiзичному явищу i як витрати механiчної енергiї на одиницю площi, Дж/м<sup>2</sup>, або витрати потужностi на одиницю виробiтку, кВт/(м<sup>2</sup>с<sup>-1</sup>):

$$k_{nl} = \frac{R_{nl} \cdot V}{a \cdot B \cdot V}. \quad (3.55)$$

Питомий опiр плуга можна розглядати, як: витрати механiчної енергiї на обробiток об'єму ґрунту, який проходить по вiдвалу плуга, Дж/м<sup>3</sup>, або витрати потужностi на обробiток об'єму ґрунту, який проходить по вiдвалу плуга за одиницю часу (продуктивнiсть), кВт/(м<sup>3</sup>·с<sup>1</sup>).

Таке тлумачення питомого опору знаходить мiсце при оцiнюваннi: енергетичної сутi с.-г. операцiї, енерговитрат для виконання с.-г. операцiї. Іншими словами, це – **енергетична характеристика питомого опору**.

Таким чином, *питомий опiр* – це показник, який дозволяє дати оцiнку технологiчним енерговитратам на одиницю виконаної роботи.

Складовi опору сiльськогосподарських машин можуть бути розподiленi на кориснi i некориснi (табл. 3.17). Такi, що витрачаються на деформацiю матерiалу i на надання кiнетичної енергiї часточкам ґрунту, який пiдлягає обробiтку, будуть корисними. А складовi, якi йдуть на перекочування (пересування) машини i на подолання сил тертя – некориснi.

Таблиця 3.17 – Складові опору сільськогосподарських машин

| Машини<br>(знаряддя) | Складові опору машин   |  |
|----------------------|--|--|
|                      | Корисні  | Некорисні  |
| 1                    | 2  | 3  |
| Плуги                | підрізання скиби ґрунту, розкришення ґрунту, оборот скиби                                    | пересування, тертя об ґрунт  |
| Культиватори         | підрізування бур'янів, розпушення ґрунту   | пересування, тертя об ґрунт, переміщення часточок ґрунту   |
| Борони               | розпушення ґрунту  | тертя об ґрунт   |
| Сівалки              | утворення борідок, загортання борідок, переміщення по полю насіннєвого матеріалу             | тертя сошника об ґрунт, внутрішнє тертя в масі насіння і добрив, тертя насіння і добрив об деталі висівного апарату, тертя в механізмах приводу, переміщення часточок ґрунту |
| Розкидачі            | подрібнення матеріалу, розкидання його по ширині захвату, переміщення по полю маси матеріалу | внутрішнє тертя в масі матеріалу, тертя матеріалу об деталі розкидача, тертя в механізмах приводу  |
| Косилки              | зрізування стебел в прокіс   | пересування тертя деталей косилки об ґрунт і стебла рослин, тертя в механізмах приводу   |
| Жатки                | зрізування стебел, перенесення і складування стебел у валок                                  | пересування, тертя деталей жатки об стебла рослин, тертя в механізмах приводу  |

При виконанні технологічної операції, тобто при подоланні сил опору, витрачається повна енергія (потужність). Приблизні значення втрат потужності на виконання окремих елементів технологічної операції різними машинами приведені в таблиці 3.18.

Таблиця 3.18 – Втрати потужності на виконання елементів робіт сільськогосподарськими машинами

| Машини (знаряддя)          | Складові балансу потужностей, % |                  |                       |                    |                      |
|----------------------------|---------------------------------|------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|
|                            | Пересування                     | Тертя обсередище | Переміщення матеріалу | Тертя в механізмах | Деформація матеріалу |
| 1                          | 2                               | 3                | 4                     | 5                  | 6                    |
| Плуг 5-корпусний причіпний | 11                              | 15               | 16                    | -                  | 58                   |
| Плуг 4-корпусний начіпний  | 5                               | 20               | 15                    | -                  | 60                   |
| Культиватор причіпний      | 20                              | 28               | 8                     | -                  | 44                   |
| Культиватор начіпний       | 13                              | 30               | 11                    | -                  | 46                   |
| Борона зубова              | -                               | 34               | 10                    | -                  | 56                   |
| Луцильник дисковий         | 13                              | 13               | 5                     | -                  | 699                  |
| Сівалка зернова причіпна   | 50                              | 4                | 7                     | 8                  | 31                   |
| Сівалка зернова начіпна    | 31                              | 7                | 10                    | 12                 | 40                   |
| Косилка начіпна            | -                               | 35               | 4                     | 16                 | 44                   |
| Жатка рядкова причіпна     | 32                              | 11               | 5+4*                  | 19                 | 29                   |
| Комбайн силосозбиральний   | 18                              | 6                | 10                    | 12                 | 54                   |

|                             |    |    |    |    |    |
|-----------------------------|----|----|----|----|----|
| Комбайн<br>бурякозбиральний | 14 | 15 | 19 | 24 | 28 |
|-----------------------------|----|----|----|----|----|

Продовження таблиці 3.18

|                               |    |    |    |    |    |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|
| 1                             | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  |
| Комбайн<br>картоплезбиральний | 16 | 16 | 17 | 23 | 28 |

\* *Транспортування стебел та складання їх у валок*

Відношення агротехнічно корисної роботи до загальних втрат механічної енергії являє собою **коефіцієнт корисної дії сільськогосподарських машин**. Користуючись складовими опору с.-г. машин (табл. 3.17) і балансу потужностей (табл. 3.18) можна легко визначити ККД сільськогосподарської машини.

ККД робочих машин – величина непостійна, яка залежить від конструктивних і експлуатаційних факторів, характеру технологічного процесу, режимів роботи агрегату і режимів обробітку, маси машини і маси матеріалу, який вона переміщає.

Найбільші значення ККД у плугів і луцильників – 0,7...0,8; у культиваторів і борін 0,4...0,6. Для сівалок ККД нижчий – 0,3...0,4; для косилок і жаток – 0,3...0,45. Для складних збиральних машин іще нижчий – 0,2...0,3.

Такі порівняно низькі значення ККД машин потребують впровадження заходів, які дозволять підвищити ККД.

### **3.2.5. Заходи по зменшенню опору машин і енергоємкості технологічних операцій, процесів**

#### ***Технологічні:***

- удосконалення конструкції робочих органів у відповідності з вимогами технології;
- використання комбайнових агрегатів;
- суміщення технологічних операцій.

### ***Експлуатаційні:***

- своєчасне проведення ТО;
- правильне регулювання механізмів;
- правильна причіпка (начіпка);
- вибір раціональних напрямків руху;
- підбір машин згідно з умовами роботи;
- робота на ґрунтах з оптимальним станом.

### ***Покращення природних умов:***

- вирівнювання поверхні поля;
- ліквідування захаращених ділянок, засмічених;
- поліпшення структури ґрунтів;

### ***Конструкційні:***

- зменшення ваги машини;
- використання начіпних машин;
- використання пневматичних шин низького тиску;
- використання еластичної підвіски;
- заміна тертя ковзання – коченням;
- покращення якості робочих органів за рахунок:
  - спец. покриття поверхні робочих органів;
  - зміни форми робочих органів;
  - спец. обробки при виготовленні роб. органів.
- використання позиційно-силового регулювання глибини обробки ґрунту начіпними машинами;
- використання довантажувачів (ДВК) ведучих коліс (механічних, гідравлічних) (ГЗВ).

При використанні *ДВК* опір машин зменшується за рахунок утримання їх у зваженому (плаваючому) стані.

## **4. Забезпечення раціонального складу і режиму роботи МА**

### **4.1. Вимоги та завдання оптимального агрегування**

Комплектування МА – науково обґрунтований процес вибору складу агрегату і робочої швидкості згідно з вимогами, які пред'являються до виконання технологічної операції.

При комплектуванні МА повинні враховуватись наступні вимоги: висока якість виконання технологічного процесу; максимальна продуктивність при мінімальних питомих затратах ресурсів (трудових, паливно-енергетичних, матеріальних, фінансових) в розрахунку на одиницю роботи або врожаю; якнайменший негативний вплив на навколишнє середовище; створення умов для довгострокової високопродуктивної праці персоналу по обслуговуванню і т. ін.

Виконання всіх вищеприведених вимог можливе тільки при комплексному вирішенні задач комплектування МА як на стадії конструювання, так і безпосередньо у виробничих умовах експлуатації.

Основні задачі комплектування МА зводяться до вибору складу та швидкісного режиму і відповідно вирішуються в два етапи. На першому етапі в залежності від природно-виробничих умов виконання операції (довжина гону, розмір поля, питомий опір робочих органів машин і т. ін.) вибирають трактор і робочу машину, які задовольняють вимогам ресурсозбереження, охорони навколишнього середовища, високій продуктивності і т. ін.

На другому етапі для вибраного агрегату по відповідному критерію ресурсозбереження розраховують оптимальні значення робочої швидкості, ширини захвату агрегату з подальшим вибором числа машин та зчіпки.

**Ефективність роботи МА** визначається агротехнічними, енергетичними та екологічними показниками трактора та с.-г. машин, правильністю їх вибору, правильним з'єднанням їх та вибором раціональних режимів роботи.

**Режим роботи характеризується:**

- швидкістю руху;
- величиною загрузки двигуна.

На **швидкісний режим роботи** впливають наступні фактори:

- агротехнічні вимоги до технологічної операції;
- пропускна здатність основного робочого органу;
- потужність двигуна.

Задача агрегування зводиться до встановлення оптимального швидкісного режиму роботи з урахуванням вищеприведених факторів. Існують дослідний та розрахунковий методи визначення кількості робочих машин в агрегаті.

**Дослідний метод** (на основі практичного досвіду). Користуючись інструкціями заводів-виготовлювачів, спеціальною літературою і досвідом роботи *складають агрегат*, а потім перевіряють його в роботі по додержанню швидкісного режиму, по використаній потужності двигуна, по продуктивності та втратам палива.

У випадку відхилення від оптимальних режимів кількість машин в агрегаті уточнюють.

У виробничих умовах агрегування здійснюється *тяговими етапами*. Під тяговим етапом розуміють тяговий опір *неподільного елемента*: для оранки – корпус плуга (0,35м); для боронування – ланка борін (1,0м); для дискового лущення – батарея лущильника (1,5...2,0м); для вирівнювання – брус (2,0м); для сівби, обробітку міжряддя, збирання і т. ін. – окрема машина (3,6...6,0м).

**Розрахунковий метод** має місце у двох варіантах:

***I варіант*** – по заздалегідь вибраній швидкості (згідно вимогам агротехніки) визначають ширину захвату агрегату (*розрахунок складу агрегату*).

***II варіант*** – визначається швидкість руху агрегату при заздалегідь заданій пропускній здатності основного робочого органу, яка в свою чергу, є визначальною для ширини захвату агрегату (*вибирається раціональний режим роботи агрегату*).

Вибір варіанта розрахунку залежить від особливостей конструкції агрегата та умов використання його при виконанні технологічної операції.

***Оптимальне агрегування*** – це раціональне поєднання робочої швидкості й ширини захвату МА, при якому забезпечується економний режим роботи трактора в зоні максимального значення тягового ККД з використанням потужності біля 90%.

## **4.2. Методики визначення складу агрегатів за використанням тяговим зусиллям**

### ***(I варіант)***

#### **4.2.1. Простий причіпний тяговий агрегат**

##### ***Вихідні дані:***

Технологічна операція та агротехнічні вимоги до її виконання.

Умови роботи (конфігурація і розміри робочої ділянки, рельєф, агрофон, тип ґрунту, його різновид, глибина обробітку).

##### ***Порядок виконання роботи***

1. Марку трактора і робочої машини вибрати згідно умовам роботи і агротехнічних вимог до її виконання
2. Відповідно з агротехнічними вимогами, які пред'являються до операції, визначити робочу швидкість агрегату, для чого виконати наступні пункти:



- 2.1. Встановити інтервал агротехнічно допустимих робочих швидкостей для с.-г. машин, які виконують основну технологічну операцію (табл. 3.14).
- 2.2. Вибрати питомий тяговий опір ( $k_o$ ) робочих машин при швидкості  $V_o=5$ км/год (табл. 3.13).
- 2.3. Із тягової характеристики (табл. 3.11) трактора, заданої марки, в режимі експлуатації  $N_T=N_{T,max}$  з урахуванням агрофону вибрати всі передачі, які по чисельному значенні швидкості входять в діапазон агродопустимих швидкостей. З метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання конкретної операції, із вибраних передач вибирається та, на якій трактор розвиває найбільшу потужність ( $N_{T,max}$ ). Робоча швидкість ( $V_{pi}$ ) і номінальне тягове зусилля ( $P_{T,n}$ ) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку.

*Довідка: при відсутності тягових характеристик передачі для руху трактора вибираємо із його технічних характеристик з умовою, що по чисельному значенні швидкості вони входять в діапазон агротехнічно-допустимих (п. 2.1). Величину тягового зусилля трактора на вибраних передачах для заданих умов роботи (агрофон, ухил місцевості і т. ін.) визначають із рівняння балансу сил (методика по визначенню сили тяги).*

*Робочу швидкість руху визначають із залежності, яка приведена в методиці по визначенню складових балансу потужності.*

*Величину буксування ( $\delta$ ) в залежності від тягової навантаження ( $P_T$ ), типу ходового апарату трактора і заданих ґрунтових умов ( $\mu$ ) визначається із номограми (рис 3.2).*

3. Визначити питомий тяговий опір робочих органів машин (для випадку  $V_p > V_o$ ).

$$k_v = k_o \cdot \left[ 1 + (V_p - V_o) \cdot \frac{\Delta C}{100} \right], \quad (4.1)$$

де  $\Delta C$  – темп зростання питомого тягового опору при збільшенні швидкості понад  $V_o=5$ км/год (табл. 3.16).

4. Визначити склад агрегату.

4.1. Визначити максимальну ширину захвату агрегату:

$$B_{\max} = \frac{(P_{\text{тн}} \pm G_{\text{тп}} \sin \alpha) \xi_{\text{Рн}}}{k_v \pm q_m \sin \alpha + q_{3ч} (f_{3ч} \pm \sin \alpha)}, \text{ м} \quad (4.2)$$

(знак “–” в чисельнику і “+” у знаменнику відповідає руху на підйом),

де  $\xi_{\text{Рн}}$  – раціональне значення ступеня використання номінальної сили тяги для заданої роботи і марки трактора (табл. 4.1);

$q_m$  – відношення ваги машини до її конструктивної ширини захвату кН/м:

$$q_m = \frac{G_m}{b_m}, \quad (4.3)$$

$q_3$  – відношення ваги довільно вибраної зчіпки до її максимальної ширини захвату, кН/м, (табл. 4.2.11);

$G_{\text{тп}}$  – експлуатаційна вага трактора, кН (табл. 3.8);

$G_m$  – вага робочої машини, кН (табл. 4.2);

$b_m$  – конструктивна ширина захвату машини, м (табл. 4.2);

$f_{3ч}$  – коефіцієнт опору коченню зчіпки (табл. 4.3).

4.2. Визначити число машин в агрегаті:

$$n_m = \frac{B_{\max}}{b_m}, \quad (4.4)$$

результат округлити до цілого меншого числа.

#### 4.3. Обґрунтувати необхідність використання зчіпки.

При виборі зчіпки необхідно знати її фронт ( $\Phi_{зч}$ , м) в залежності від кількості робочих машин для виконання основної технологічної операції:

$$\Phi_{зч} = b_m (n_m - 1). \quad (4.5)$$

По величині фронту зчіпки підібрати конкретну її марку і вагу ( $G_{зч}$ , кН) (табл. 4.2.11).

5. Визначити сумарний тяговий опір робочої частини агрегату:

$$R_a = (k_v b_m \pm G_m \sin \alpha) n_m + G_{зч} (f_{зч} \pm \sin \alpha) \quad (4.6)$$

(знак “+” в формулі береться для випадку руху на підйом, знак “-” під ухил).

6. Оцінка тягового розрахунку складу агрегату.

Оцінка правильності вибору робочої передачі трактора і розрахунку складу агрегату проводиться за допомогою коефіцієнтів:

а) *ступінь завантаження трактора за номінальним тяговим зусиллям:*

$$\xi_p = \frac{R_a}{P_{тн} \pm G_{тп} \sin \alpha} \quad (4.7)$$

(знак “-” в формулі береться для випадку руху на підйом).

Якщо розрахункове значення коефіцієнта використання номінального тягового зусилля ( $\xi_p$ ) буде значно нижче його раціонального значення ( $\xi_{pn}$ ), то розрахунок необхідно повторити з використанням суміжної вищої передачі, а якщо вище – суміжної нижчої передачі.

б) *ступінь завантаження трактора за максимальною тяговою потужністю:*

$$\xi_{N_T} = \frac{N_T}{N_{T \max} - N_\alpha}, \quad (4.8)$$

де  $N_{T \max}$  – максимальна тягова потужність трактора на вибраній передачі, кВт:

$$N_{T \max} = \frac{P_{TН} V_{PН}}{3,6}, \quad (4.9)$$

Складові формули  $P_{TН}$  і  $V_{PН}$ , а також значення  $N_{T \max}$  вибираються із тягової характеристики, виконуючи пункт 2.3.

$N_\alpha$  – витрати потужності на подолання підйому, кВт:

$$N_\alpha = \frac{P_\alpha V_p}{3,6}, \quad (4.10)$$

де  $P_\alpha$  – сила опору, яку сприймає трактор при подоланні підйому, кН:

$$P_\alpha = G_{mp} \sin \alpha, \quad (4.11)$$

де  $N_T$  – витрати потужності на подолання опору робочих машин, кВт:

$$N_T = \frac{R_a \cdot V_p}{3,6}, \quad (4.12)$$

де  $V_p$  – фактична робоча швидкість, яка відповідає конкретним умовам виконання технологічної операції.

В експлуатаційних розрахунках приймають:

$$\begin{aligned} V_p &= 1,03 V_{PН} && \text{при} && P_T = 0,95 P_{TН}, \\ V_p &= 1,05 V_{PН} && \text{при} && P_T = 0,90 P_{TН}, \\ V_p &= 1,07 V_{PН} && \text{при} && P_T = 0,85 P_{TН}. \end{aligned}$$

Фактичне тягове зусилля ( $P_T$ ) визначається із рівняння силового балансу  $P_T = P_{руш} - (P_f \pm P_\alpha)$ . Для визначення  $P_{руш}$  необхідно розрахувати дотичну силу тяги ( $P_d$ ) і силу зчеплення ( $F_{з, max}$ ) і меншу із них використати для знаходження  $P_T$ .

При правильних розрахунках повинна виконуватись умова  $\xi_N > \xi_p$ , тому що  $R_a < P_{Tн}$  і  $V_p > V_{Pн}$ .

в) *ступінь завантаження трактора за номінальною ефективною потужністю двигуна:*

$$\xi_{Ne} = \frac{N_{ef}}{N_{en}}, \quad (4.13)$$

де  $N_{en}$  – номінальна ефективна потужність двигуна трактора, кВт (із технічної характеристики трактора, табл. 3.8);

$N_{ef}$  – ефективна фактична потужність двигуна, яка витрачається на тягу і переміщення агрегату при даному завантаженні з урахуванням втрат в трансмісії і на буксування:

$$N_{ef} = (N_T + N_f \pm N_\alpha) \frac{1}{\eta_{тр} \eta_\delta}, \quad (4.14)$$

де  $N_f$  – втрати потужності на переміщення агрегату, кВт:

$$N_f = \frac{P_f V_p}{3,6}, \quad (4.15)$$

де  $P_f$  – сила опору перекошування, кН:

$$P_f = G_{mp} f, \quad (4.16)$$

$\eta_\delta$  – коефіцієнт, що враховує втрати на подолання буксування:

$$\eta_{\delta} = 1 - \frac{\delta}{100}, \quad (4.17)$$

$\eta_{\text{тр}}$  – ККД трансмісії трактора (методика розрахунку сили тяги – формули 3.3 і 3.4).

Економічній роботі двигуна і трактора відповідають такі режими, при яких номінальне тягове зусилля ( $P_{\text{тн}}$ ) використовується не менше, ніж на 75...90%, а ефективна потужність ( $N_{\text{ен}}$ ) – не менше, ніж на 70...80%.

Таблиця 4.1 – Раціональні значення ступеня використання тягового зусилля

| Технологічна операція           | $\xi_{P_n}$ |
|---------------------------------|-------------|
| Оранка                          | 0,80...0,92 |
| Культивация суцільна            | 0,92...0,94 |
| Боронування                     | 0,93...0,95 |
| Обробіток плоскорізами          | 0,90...0,93 |
| Луцнення дисковими луцильниками | 0,94...0,96 |
| Сівба                           | 0,95...0,97 |
| Транспортування вантажів        | 0,90...0,95 |

*Примітка: менші значення  $\xi_{P_n}$  відповідають важчим умовам роботи МТА і більшому значенню ступеня нерівномірності тягового опору.*

## 4.2.2. Комбінований причіпний тяговий агрегат

### *Вихідні дані:*

Технологічна операція та агротехнічні вимоги до її виконання.

Умови роботи (конфігурація і розміри робочої ділянки, рельєф, агрофон, тип ґрунту, його різновид, глибина обробітку).

### *Порядок виконання роботи*

1. Марку трактора і робочої машини вибрати згідно умовам роботи і агротехнічних вимог до її виконання

2. Відповідно з агротехнічними вимогами, які пред'являються до операції, визначити робочу швидкість агрегату для чого виконати наступні пункти:
  - 2.1. Встановити інтервал агротехнічно допустимих робочих швидкостей для с.-г. машин, які виконують основну технологічну операцію (табл. 3.14).
  - 2.2. Вибрати питомий тяговий опір ( $k_o$ ) робочих машин (основних  $k_{ом}$ , додаткових  $k_{оq}$ ) при швидкості  $V_o=5$ км/год (табл. 3.13).
  - 2.3. Із тягової характеристики (табл. 3.11) трактора, заданої марки, в режимі експлуатації  $N_T=N_{T,max}$  з урахуванням агрофону вибрати всі передачі, які по чисельному значенні швидкості входять в діапазон агродопустимих швидкостей. З метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання конкретної операції, із вибраних передач вибираємо ту, на якій трактор розвиває найбільшу потужність ( $N_{T,max}$ ). Робоча швидкість ( $V_{рн}$ ) і номінальне тягове зусилля ( $P_{T,н}$ ) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку.

*Довідка: при відсутності тягових характеристик передачі для руху трактора вибираємо із його технічних характеристик з умовою, що по чисельному значенні швидкості вони входять в діапазон агротехнічно-допустимих (п. 2.1). Величину тягового зусилля трактора на вибраних передачах для заданих умов роботи (агрофон, ухил місцевості і т. ін.) визначають із рівняння балансу сил (методика по визначенню сили тяги).*

*Робочу швидкість руху визначають із залежності, яка приведена в методиці по визначенню складових балансу потужності.*

Величина буксування ( $\delta$ ) в залежності від тягової навантаження ( $P_T$ ), типу ходового апарату трактора і заданих ґрунтових умов ( $\mu$ ) визначається із номограми (рис 3.2).

1. Визначити питомий тяговий опір робочих органів машин (для випадку  $V_p > V_o$ ):

$$k_v = k_o \left[ 1 + (V_p - V_o) \frac{\Delta C}{100} \right]. \quad (4.18)$$

Питомий тяговий опір розраховується для кожної конкретної робочої машини, яка входить в агрегат, як основної ( $k_{vm}$ ), так і додаткової ( $k_{vq}$ ).

$\Delta C$  – темп зростання питомого опору для:

- основних робочих машин  $\Delta C_m$  (%) (табл. 3.16);
- додаткових машин  $\Delta C_q$  (%) (табл. 3.16).

2. Визначити склад агрегату.

- 4.1. Визначити максимальну ширину захвату агрегату:

$$B_{\max} = \frac{(P_{\text{тн}} \pm G_{\text{тп}} \sin \alpha) \xi_{Pn}}{k_v + k_{vq} \pm (q_m + q_q) \sin \alpha + q_{3ч} (f_{3ч} \pm \sin \alpha)}, \text{ м} \quad (4.19)$$

(знак “–” в чисельнику і “+” у знаменнику відповідає руху на підйом),

де  $\xi_{Pn}$  – раціональне значення коефіцієнта використання номінальної сили тяги для заданої роботи і марки трактора (табл. 4.1);

$q_m, q_q$  – відношення ваги основної (додаткової) машини до її конструктивної ширини захвату, кН/м:

$$\text{основної: } q_m = \frac{G_{m0}}{b_{m0}}, \quad \text{додаткової: } q_q = \frac{G_{mq}}{b_{mq}} \quad (4.20)$$



$q_{зч}$  – відношення ваги довільно вибраної зчіпки до її максимальної ширини захвату, кН/м, (табл. 4.2.11);

$G_{тр}$  – експлуатаційна вага трактора, кН (табл. 3.8);

$G_{мо}, G_{мқ}$  – вага робочої машини (основної, додаткової), кН (табл. 4.2);

$b_{мо}, b_{мқ}$  – конструктивна ширина захвату машини (основної, додаткової), м (табл. 4.2);

$f_{зч}$  – коефіцієнт опору коченню зчіпки (табл. 4.3).

4.2. Визначити число машин в агрегаті:

– для виконання основної технологічної операції:

$$n_{мо} = \frac{B_{max}}{b_{мо}}, \quad (4.21)$$

результат округлити до цілого меншого числа;

– для виконання додаткової технологічної операції:

$$n_{мқ} = n_{мо} \frac{b_{мо}}{b_{мқ}}, \quad (4.22)$$

результат округлити до цілого більшого числа.

4.3. Обґрунтувати необхідність використання зчіпки.

При виборі зчіпки необхідно знати її фронт ( $\Phi_{зч}$ , м) в залежності від кількості робочих машин для виконання основної технологічної операції:

$$\Phi_{зч} = b_{мо}(q_{мо} - 1). \quad (4.23)$$

По величині фронту зчіпки підібрати конкретну її марку і вагу ( $G_{зч}$ , кН) (табл. 4.2.11).

3. Визначити сумарний тяговий опір робочої частини агрегату:

$$R_a = (k_{vm} b_{мо} \pm G_{мо} \sin \alpha) n_{мо} + (k_{vq} b_{мқ} \pm C_{мқ} \sin \alpha) n_{мқ} + G_{зч} (f_{зч} \pm \sin \alpha), \quad (4.24)$$

(знак "+" в формулі береться для випадку руху на підйом, знак "-" під ухил).

4. Оцінка тягового розрахунку складу агрегату виконується згідно з "Методикою визначення складу простого причіпного тягового агрегату".

#### **4.2.3. Комбінований причіпний тяговий агрегат для оранки**

##### ***Вихідні дані:***

Технологічна операція та агротехнічні вимоги до її виконання.

Умови роботи (конфігурація і розміри робочої ділянки, рельєф, агрофон, тип ґрунту, його різновид, глибина обробітку).

##### ***Порядок виконання роботи***

1. Марку трактора і робочої машини вибрати згідно умовам роботи і агротехнічних вимог до її виконання
2. Відповідно з агротехнічними вимогами, які пред'являються до операції, визначити робочу швидкість агрегату для чого виконати наступні пункти:
  - 2.1. Встановити інтервал агротехнічно допустимих робочих швидкостей для с.-г. машин, які виконують основну технологічну операцію (табл. 3.14).
  - 2.2. Вибрати питомий тяговий опір ( $k_o$ ) робочих машин при швидкості  $V_o=5$ км/год з урахуванням виду і стану оброблюваного ґрунту (для плуга  $k_{o пл}$  – табл. 3.12, для с.-г. машин  $k_{o с-г}$  – табл. 3.13).
  - 2.3. Із тягової характеристики (табл. 3.11) трактора, заданої марки, в режимі експлуатації  $N_T=N_{T,max}$  з урахуванням агрофону вибрати всі передачі, які по чисельному значенні швидкості входять в діапазон агропустимих швидкостей. З метою раціонального використання енергії, яку витрачає

трактор на виконання конкретної операції, із вибраних передач вибираємо ту, на якій трактор розвиває найбільшу потужність ( $N_{T,max}$ ). Робоча швидкість ( $V_{pn}$ ) і номінальне тягове зусилля ( $P_{T,n}$ ) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку.

*Довідка:* при відсутності тягових характеристик передачі для руху трактора вибираємо із його технічних характеристик з умовою, що по чисельному значенні швидкості вони входять в діапазон агротехнічно-допустимих (п. 2.1). Величину тягового зусилля трактора на вибраних передачах для заданих умов роботи (агрофон, ухил місцевості і т. ін.) визначають із рівняння балансу сил (методика по визначенню сили тяги).

Робочу швидкість руху визначають із залежності, яка приведена в методиці по визначенню складових балансу потужності.

Величину буксування ( $\delta$ ) в залежності від тягової навантаження ( $P_T$ ), типу ходового апарату трактора і заданих ґрунтових умов ( $\mu$ ) визначаємо із номограми (рис 3.2).

3. Визначити питомий тяговий опір робочих органів машин (для випадку  $V_p > V_o$ ).

Для плугів із звичайним корпусами:

$$k_{vnn} = k_{onl} [1 + 0,006(V_p^2 - V_o^2)], \quad (4.25)$$

для плугів із швидкісними корпусами:

$$k_{v.nl} = k_{o.nl} \{1 + 0,004((V_p - 2)^2 - V_o^2)\}. \quad (4.26)$$

Швидкість руху агрегатів з плугами, що мають звичайні корпуси, коливається в межах 4...7,5км/год, а із швидкісними корпусами – 8...12км/год.

Для додаткових машин:

$$k_{vq} = k_{oq} \left[ 1 + (V_p - V_o) \frac{\Delta C_q}{100} \right], \quad (4.27)$$

де  $\Delta C_q$  – темп зростання питомого тягового опору додаткової с.-г. машини при збільшенні швидкості понад  $V_o=5\text{км/год}$  (табл. 3.16).

4. Визначити склад агрегату.

4.1. Визначити тяговий опір, який приходить на один плужний корпус, з урахуванням тягового опору додаткових робочих машин, кН:

$$R_k' = k_{vnl} b_k a \pm q_k c \sin \alpha + (k_{vq} \pm q_q \sin \alpha) b_m, \quad (4.28)$$

де  $a$  – глибина оранки, м;

$b_k$  – ширина захвата плужного корпусу (табл. 4.2.1), м;

$c$  – поправочний коефіцієнт, який враховує вагу ґрунту на корпусах плугу в залежності від глибини оранки (при  $a=0,22 \dots 0,25\text{м}$  –  $c=1,1 \dots 1,4$ );

$q_k$  – вага плуга, яка приходить на один плужний корпус, кН/м:

$$q_k = \frac{G_{nl}}{n_k}, \quad (4.29)$$

де  $G_{nl}$  – вага плуга, кН (табл. 4.2.1);

$n_k$  – число корпусів плуга (табл. 4.2.1);

$q_q$  – відношення ваги додаткової машини до її конструктивної ширини захвату, кН/м:

$$q_q = \frac{G_{mq}}{b_{mq}}, \quad (4.30)$$

де  $G_{mq}$  – вага додаткової робочої машини, кН (табл. 4.2);

$b_{mq}$  – конструктивна ширина захвату додаткової машини, м (табл. 4.2).

- 4.2. Визначити число плужних корпусів, які нормально завантажуть трактор на вибраній передачі:

$$n'_k = \frac{(P_{тн} - G_{mp} \sin \alpha) \xi_{Pн}}{R'_k}, \quad (4.31)$$

де  $\xi_{Pн}$  – раціональне значення коефіцієнта використання номінальної сили тяги для заданої роботи і марки трактора (табл. 4.1);

Результат розрахунку округлити до цілого меншого числа ( $n_k$ ).

- 4.3. Визначити число додаткових машин в агрегаті

$$n_{mq} = n_k \frac{b_k}{b_{mq}}, \quad (4.32)$$

результат округлити до цілого більшого числа.

5. Визначити сумарний тяговий опір робочої частини агрегату:

$$R_a = k_{vnl} b_k a n_k \pm G_{nl} c \sin \alpha + (k_{vq} b_{mq} \pm G_{mq} \sin \alpha) n_{mq} \quad (4.33)$$

(знак “+” в формулі береться для випадку руху на підйом, знак “-” під ухил).

6. Оцінка тягового розрахунку складу агрегату виконується згідно з “Методикою визначення складу простого причіпного тягового агрегату”.

#### 4.2.4. Начіпний тяговий агрегат

*Вихідні дані:*

Технологічна операція та агротехнічні вимоги до її виконання.

Умови роботи (конфігурація і розміри робочої ділянки, рельєф, агрофон, тип ґрунту, його різновид, глибина обробітку).

### ***Порядок виконання роботи***

1. Марку трактора і робочої машини вибрати згідно умовам роботи і агротехнічних вимог до її виконання.
2. Відповідно з агротехнічними вимогами, які пред'являються до операції, визначити робочу швидкість агрегату для чого виконати наступні пункти:
  - 2.1. Встановити інтервал агротехнічно допустимих робочих швидкостей для заданих марок машин в агрегаті (табл. 3.14).
  - 2.2. Вибрати питомий тяговий опір ( $k_o$ ) робочих машин при швидкості  $V_o=5$  км/год з урахуванням виду і стану оброблюваного ґрунту (для плуга  $k_{o,пл}$  – табл. 3.12, для машин поверхневого обробітку ґрунту  $k_{o,м}$  – табл. 3.12).
  - 2.3. Із тягової характеристики (табл. 3.11) трактора, заданої марки, в режимі експлуатації  $N_T=N_{T,max}$  з урахуванням агрофону вибрати всі передачі, які по чисельному значенні швидкості входять в діапазон агродопустимих швидкостей. З метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання конкретної операції, із вибраних передач вибираємо ту, на якій трактор розвиває найбільшу потужність ( $N_{T,max}$ ). Робоча швидкість ( $V_{рп}$ ) і номінальне тягове зусилля ( $P_{T,n}$ ) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку.

*Довідка:* при відсутності тягових характеристик передачі для руху трактора вибираємо із його технічних характеристик з умовою, що по чисельному значенні швидкості вони входять в діапазон агротехнічно-допустимих

(п. 2.1). Величину тягового зусилля трактора на вибраних передачах для заданих умов роботи (агрофон, ухил місцевості і т. ін.) визначають із рівняння балансу сил (методика по визначенню сили тяги).

Робочу швидкість руху визначають із залежності, яка приведена в методиці по визначенню складових балансу потужності.

Величину буксування ( $\delta$ ) в залежності від тягової навантаження ( $P_T$ ), типу ходового апарату трактора і заданих ґрунтових умов ( $\mu$ ) визначається із номограми (рис 3.2).

3. Визначити питомий тяговий опір робочих органів машин (для випадку  $V_p > V_o$ ).

Для плугів із звичайним корпусами:

$$k_{vml} = k_{onl} \left[ 1 + 0,006(V_p^2 - V_o^2) \right], \quad (4.34)$$

Для плугів із швидкісними корпусами:

$$k_{v.nl} = k_{o.nl} \{ 1 + 0,004((V_p - 2)^2 - V_o^2) \}. \quad (4.35)$$

Швидкість руху агрегатів з плугами, що мають звичайні корпуси, коливається в межах 4...7,5 км/год, а із швидкісними корпусами – 8...12 км/год.

Для машин, які виконують поверхневий обробіток

$$k_{vm} = k_{om} \left[ 1 + (V_p - V_o) \frac{\Delta C_m}{100} \right], \quad (4.36)$$

де  $\Delta C_m$  – темп зростання питомого тягового опору с.-г. машини для поверхневого обробітку ґрунту при збільшенні швидкості понад  $V_o = 5$  км/год (табл. 3.16).

4. Визначити тяговий опір агрегату.

Для оранки:

$$R_{пл} = k_{v,пл} b_k a n_k \pm G_{пл} (\lambda_\phi f_{mp} \pm \sin \alpha), \quad (4.37)$$

- де  $b_k$  – ширина захвату плужного корпусу, м (табл. 4.2.1);  
 $n_k$  – кількість корпусів плуга (табл. 4.2.1);  
 $a$  – глибина оранки, м;  
 $G_{пл}$  – вага плуга, кН (табл. 4.2.1);  
 $f_{mp}$  – коефіцієнт опору кочення трактора (табл. 3.9);  
 $\lambda_\phi$  – коефіцієнт, який враховує масу і вертикальні складові тягового опору начіпної робочої машини, які діють на ходову систему трактора ( $\lambda_\phi = 1, 2, \dots, 1, 6$ ). Більше із цих значень використовуються при розрахунку оранки вологих ґрунтів.  
 Для поверхневого обробітку ґрунту:

$$R_a = k_{v,m} b_m \pm G_m (\lambda_\phi f_{mp} \pm \sin \alpha), \quad (4.38)$$

- де  $b_m$  – ширина захвату машини, м (табл. 4.2);  
 $G_m$  – вага машини, кН (табл. 4.2);  
 $\lambda_\phi = 1, 1, \dots, 1, 15$  – більше значення приймається для анкерних сошників і стрільчатих лап.

5. Оцінка тягового розрахунку складу агрегату виконується згідно з “Методикою визначення складу простого причіпного тягового агрегату”.

Таблиця 4.2 – Технічні характеристики с.-г. машин

Таблиця 4.2.1 – Плуги

| Марка    | Особливості конструкції                        | Вага, кН | Ширина захвату, м | Довжина, м |
|----------|--|----------|-------------------|------------|
| 1        | 2  | 3        | 4                 | 5          |
| ПТК-9-35 | напівначіпний переобладнаний в 8 і 7 корпусний | 28,0     | 3,15...2,45       | 10,2       |



|          |  |       |            |     |
|----------|--|-------|------------|-----|
| ПЛП-6-35 | напівначіпний<br>переобладнаний в<br>5 корпусний | 12,0  | 2,1...1,75 | 6,1 |
| ПГП-40   | з гідропневматичним<br>запобіжником              | 22,0  | 2,80       | 6,5 |
| ПП-8-40  | напівначіпний                                    | 25,60 | 3,2        | 7,9 |
| ПНЛ-8-40 | начіпний   | 21,50 | 3,20       | 8,0 |
| ПЛН-5-35 | начіпний   | 8,70  | 1,75       | 4,3 |

Продовження таблиці 4.2.1

| 1           | 2                                   | 3     | 4           | 5   |
|-------------|-------------------------------------|-------|-------------|-----|
| ПЛ-5-35     | напівначіпний                       | 14,0  | 1,75        | 6,8 |
| ПЛ-5-40     | напівначіпний                       | 15,70 | 2,0         | 6,5 |
| ПЛН-4-35    | начіпний                            | 7,00  | 1,40        | 3,5 |
| ПЛН-3-35    | начіпний                            | 4,75  | 1,05        | 2,6 |
| ПВН-3-35    | із роторами<br>подрібнювачами       | 7,90  | 1,05        | 2,8 |
| ПГП-3-35    | з гідропневматичним<br>запобіжником | 7,60  | 1,05        | 2,8 |
| ПЛНЦ-3-35   |                                     | 4,50  | 1,05        | 2,8 |
| ПЛН-3-30    | начіпний                            | 2,82  | 0,90        | 2,6 |
| ПЛН-2-20-01 | начіпний                            | 0,82  | 0,40        | 1,6 |
| ПЛН-2-30    | начіпний                            | 2,23  | 0,60        | 1,7 |
| ПН-35       | начіпний                            | 1,73  | 0,35        | 2,5 |
| ПНЯ-6-42    | ярусний                             | 18,10 | 2,6         | 6,2 |
| ПНЯ-3-30    | ярусний                             | 3,85  | 0,9         | 3,0 |
| ПНЯ-4-35    | ярусний                             | 8,60  | 1,40        | 5,6 |
| ПНЯ-3-35    | ярусний                             | 10,70 | 1,05        | 4,5 |
| ПНЯ-4-40    | ярусний                             | 12,86 | 1,60        | 3,8 |
| ПНЯ-4-42    | ярусний                             | 10,50 | 1,73        | 4,1 |
| ПНУ-4-40    | універсальний                       | 8,42  | 1,60        | 4,0 |
| ПНИ-8-40    | із змінною шириною<br>захвату       | 22,10 | 2,80...3,60 | 8,0 |
| ПНИ-5-40    | із змінною шириною<br>захвату       | 14,70 | 1,75...2,25 | 5,8 |

|            |                            |       |             |      |
|------------|----------------------------|-------|-------------|------|
| ПУМ-5-40   | із змінною шириною захвату | 9,50  | 1,75...2,25 | 5,8  |
| ПУМ-4-40   | із змінною шириною захвату | 7,70  | 1,4...1,8   | 3,8  |
| ПРШ-2-25   | із змінною шириною захвату | 1,30  | 0,5...0,6   | 2,6  |
| ПП-8-35    | напівначіпний              | 25,00 | 2,8         | 8,5  |
| ПНТК-10-35 | напівначіпний              | 26,45 | 3,5         | 11,7 |
| ППН-40     | плантажний                 | 5,10  | 0,4         | 3,7  |

Продовження таблиці 4.2.1

| 1         | 2                                     | 3     | 4    | 5   |
|-----------|---------------------------------------|-------|------|-----|
| ПН5-5     | поворотний                            | 15,00 | 2,25 | 5,2 |
| ПНО-3-35  | оборотний                             | 7,80  | 1,05 | 3,5 |
| ППО-4-40  | оборотний                             | 8,75  | 1,6  | 3,9 |
| ППО-5-40  | оборотний                             | 9,80  | 2,0  | 5,0 |
| ППО-7-40  | оборотний                             | 11,30 | 2,8  | 6,7 |
| ППО-8-40  | оборотний                             | 12,40 | 3,2  | 7,0 |
| ПО-4-40   | оборотний                             | 9,10  | 1,6  | 3,9 |
| ПРПВ-8-50 | плуг-розрихлювач                      | 22,40 | 4,0  | 2,2 |
| ПРПВ-5-50 | плуг-розрихлювач                      | 13,10 | 2,5  | 5,3 |
| ПРПВ-4-50 | плуг-розрихлювач                      | 11,0  | 2,0  | 4,2 |
| ПРПВ-3-50 |                                       | 8,58  | 1,5  | 3,2 |
| ППР-2,5   | плуг плоскоріз-розпушувач             | 10,6  | 2,5  | 1,8 |
| ПЧ-2,5    | плуг-глибокорозпушувачівач, чизельний | 9,50  | 2,5  | 1,7 |
| ПЧ-4,5    | плуг-глибокорозпушувачівач, чизельний | 19,00 | 4,5  | 2,2 |
| ПРВМ-3    | розпушувач виноградниковий            | 6,7   | 1,5  | 2,7 |
| ППЛ-10-25 | плуг-луцільник напівначіпний          | 19,60 | 2,5  | 6,4 |

Таблиця 4.2.2 – Луцильники дискові

| Марка   | Вага, кН | Ширина захвату, м | Довжина, м |
|---------|----------|-------------------|------------|
| 1       | 2        | 3                 | 4          |
| ЛДГ-20  | 54,30    | 20                | 13,3       |
| ЛДГ-15А | 38,50    | 15                | 10,3       |
| ЛДГ-10А | 24,80    | 10                | 7,2        |
| ЛДГ-5А  | 12,00    | 5                 | 4,1        |

Таблиця 4.2.3 – Борони

| Марка     | Вага, кН | Ширина захвату, м | Довжина, м | Примітки                |
|-----------|----------|-------------------|------------|-------------------------|
| 1         | 2        | 3                 | 4          | 5                       |
| Дискові:  |          |                   |            |                         |
| БДТ-10    | 37,00    | 10,0              | 11,8       |                         |
| БД-10Б    | 42,00    | 10,0              | 11,8       |                         |
| БДТ-7А    | 35,00    | 7,0               | 4,5        |                         |
| БДТ-3,0   | 18,00    | 3,0               | 3,3        |                         |
| БДВ-3,0   | 21,00    | 3,0               | 3,3        | важка                   |
| БДВ-6,5   | 42,45    | 6,5               | 5,3        | важка                   |
| БДН-6,3   | 38,50    | 6,3               | 4,6        | напівначіпна            |
| БДН-3,2   | 10,20    | 3,2               | 1,9        | начіпна                 |
| БДН-1,3   | 3,7      | 2,45              | 1,8        | начіпна                 |
| Голчасті: |          |                   |            |                         |
| БМШ-20    | 86,00    | 20,0              |            |                         |
| БМШ-15К   | 68,00    | 15,0              | 9,7        |                         |
| БИГ-3А    | 11,00    | 3,0               | 3,6        |                         |
| Зубові:   |          |                   |            |                         |
| БЗТС-1,0  | 0,437    | 0,98              | 1,35       |                         |
| БЗСС-1,0  | 0,357    | 0,98              | 1,35       |                         |
| ЗБНТУ-1,0 | 1,66     | 2,89              | 1,20       | 3-х секційна            |
| ЗБП-0,6А  | 0,502    | 1,87              | 1,20       | 3-х секційна            |
| З-ОР-0,7  | 0,415    | 2,21              | 1,10       | 3-х секційна райборонка |

|                    |      |      |      |              |
|--------------------|------|------|------|--------------|
| БСО-4А<br>сітчаста | 1,63 | 4,2  | 1,80 | сітчаста     |
| БС-3               | 1,00 | 3    | 3,70 | сітчаста     |
| БП-3,8             | 4,25 | 3,8  |      | передпосівна |
| БПУ-0,8            | 1,00 | 0,8  |      | пружинна     |
| ЗБП-0,6 А          | 0,50 | 1,77 | 1,2  | 3-х секційна |
| БВЗ-6              | 0,96 | 6    |      | вирівнююча   |
| БВЗ-5              | 0,80 | 5    |      | вирівнююча   |
| БВЗ-4              | 0,64 | 4    |      | вирівнююча   |
| ШБ-2,5             | 1,10 | 2,5  | 2,1  | шлейф-борона |

Таблиця 4.2.4 – Котки

| Марка    | Особливості<br>конструкції | Вага,<br>кН | Ширина<br>захвату,<br>м | Довжина,<br>м | Примітки  |
|----------|----------------------------|-------------|-------------------------|---------------|---|
| 1        | 2                          | 3           | 4                       | 5             | 6   |
| КЗК-10   | кільчасто-<br>зубчастий    | 43,00       | 10,0                    |               | 5-и<br>секційний<br>(5x2,0)                           |
| ЗКШ-6    | кільчасто-<br>шпоровий     | 19,40       | 6,1                     | 7,8           | 3-х<br>секційний<br>(3x2,0)                           |
| ЗКВГ-1,4 | водоналивний               | 17,90       | 4,0                     | 4,8           | 3-х<br>секційний<br>(3x1,4)                           |
| СКГ-2    | водоналивний               | 6,80        | 2,7                     | 2,5           | одно-<br>секційний<br>із 3-х<br>барabanів<br>(3x0,90) |
| СКГ-2-2  | водоналивний               | 9,82        | 5,4                     | 3,3           | 2-х<br>секційний                                      |
| СКГ-2-3  | водоналивний               | 12,90       | 8,1                     | 7,5           | 3-х<br>секційний                                      |

|         |                         |      |      |     |                                      |
|---------|-------------------------|------|------|-----|--------------------------------------|
| КВГ-3   | водоналивний            | 6,50 | 3,0  | 1,5 |                                      |
| КБН-3   | борончастий             | 6,70 | 3,25 |     | 5-и<br>секційний<br>по 2<br>барабани |
| ККП-3   |                         | 28,2 | 3,0  |     |                                      |
| ККН-2,8 | кільчасто-<br>зубчастий | 6,70 | 2,8  | 2,5 | 3-х<br>секційний<br>(3x0,9)          |

Таблиця 4.2.5 – Культиватори для суцільного обробітку ґрунту

| Марка                        | Вага, кН | Ширина захвату,<br>м | Довжина,<br>м |
|------------------------------|----------|----------------------|---------------|
| 1                            | 2        | 3                    | 4             |
| КРГ-3,6                      | 9,20     | 3,6                  | 3,3           |
| КПС-4                        | 7,00     | 4,0                  | 3,5           |
| КПСН-4                       | 5,40     | 4,0                  | 2,6           |
| КПСП-4                       | 6,70     | 4,0                  | 4,9           |
| КНС-1,6                      | 2,00     | 1,6                  |               |
| ККП-6,0                      | 11,70    | 6,0                  |               |
| ККП-3,7                      | 6,30     | 3,65                 |               |
| КРУ-3,7<br>розпушувач        | 12,50    | 3,65                 |               |
| КШУ-4 начіпний               | 7,60     | 4,0                  | 4,15          |
| КШУ-8<br>широкозахватний     | 16,06    | 6,8                  | 4,15          |
| КШУ-12<br>широкозахватний    | 35,76    | 12,0                 | 6,0           |
| КШУ-18<br>широкозахватний    | 61,65    | 18,0                 | 8,0           |
| КПН-8,4 з<br>пружинним зубом | 14,46    | 8,4                  |               |
| КПЗ-9,7                      | 31,00    | 9,7                  | 3,7           |
| Чизельні:                    |          |                      |               |
| КГ-2,8                       | 8,22     | 2,8                  | 3,1           |

|                                |           |      |     |
|--------------------------------|-----------|------|-----|
| КГ-4                           | 9,50      | 4,0  |     |
| КСГ-4                          | 7,00      | 4,0  |     |
| КЧН-4                          | 10,00     | 4,0  |     |
| КЧП-5,4                        | 26,52     | 5,4  |     |
| КЧП-7,2                        | 32,15     | 7,2  |     |
| Плоскорізи-глибокорозпушувачі: |           |      |     |
| КПГ-2,2<br>підживлювач         | 10,30+4,5 | 2,15 | 3,3 |
| КПГ-250А                       | 4,60      | 2,1  | 1,7 |
| ОПТ-3-5                        | 8,23      | 2,77 |     |

Продовження таблиці 4.2.5

| 1                    | 2         | 3                          | 4   |
|----------------------|-----------|----------------------------|-----|
| ПГ-3-5 начіпний      | 11,25     | 5,3 (3,2 – середня секція) | 2,2 |
| ПГ-3-100             | 7,2       | 3,2                        |     |
| ГУН-4<br>підживлювач | 19,00+4,5 | 4,25                       |     |
| КПШ-5                | 9,00      | 4,6                        | 1,5 |
| КПШ-9                | 18,40     | 8,2                        | 3,3 |
| КПШ-11               | 25,90     | 10                         | 3,9 |

Таблиця 4.2.6 – Агрегати передпосівного обробітку ґрунту

| Марка                   | Вага, кН | Ширина захвату, м | Довжина, м |
|-------------------------|----------|-------------------|------------|
| 1                       | 2        | 3                 | 4          |
| МПГ-01                  | 30,50    | 6,0               |            |
| АГРО-3 ротаційний       | 48,50    | 3,0               |            |
| АП-6                    | 32,00    | 6,0               |            |
| АПБ-6 багатоопераційний | 36,50    | 6,0               |            |

Таблиця 4.2.7 – Культиватори просапні

| Марка     | Вага, кН | Ширина захвату, м | Ширина міжряддя, м | Число рядків | Довжина, м | Примітки          |
|-----------|----------|-------------------|--------------------|--------------|------------|-------------------|
| 1         | 2        | 3                 | 4                  | 5            | 6          | 7                 |
| КРН-8,4   | 5,97     | 8,4               | 0,70               | 12           | 2,4        |                   |
| КРН-5,6Б  | 15,30    | 5,6               | 0,70               | 8            | 2,1        |                   |
| КРН-4,2Б  | 11,90    | 4,2               | 0,70               | 6            | 2,1        |                   |
| КРНВ-5,6  | 9,00     | 5,6               | 0,70               | 8            |            |                   |
| УКР-1,4   | 3,70     | 1,4               | 0,70               | 2            |            | універсальний     |
| УКР-5,6   | 9,50     | 5,6               | 0,70               | 8            |            | універсальний     |
| КГВ-4,2   | 21,00    | 4,2               | 0,70               | 6            |            | обробіток гребнів |
| КРШ-8,1   | 29,00    | 8,1               | 0,45               | 18           | 1,8        |                   |
| “Плай ПГ” | 10,0     | 8,1               | 0,45               | 18           |            | підживлювач       |
| УСМК-5,4Б | 19,40    | 5,4               | 0,45               | 12           | 1,6        | підживлювач       |
| УСМК-5,4Б | 19,40    | 4,8               | 0,60               | 8            | 1,6        | підживлювач       |
| КГС-4,8А  | 14,60    | 4,8               | 0,60               | 8            |            | розрихлювач       |
| КГС-4,8А  | 14,60    | 5,4               | 0,45               | 12           |            | розрихлювач       |
| КФ-5,4    | 11,00    | 5,4               | 0,45               | 12           | 1,4        | фрезерний         |
| КФ-2,7    | 7,40     | 2,7               | 0,45               | 6            | 1,5        |                   |
| КФК-4,2   | 18,60    | 4,2               | 0,70               | 6            | 1,5        |                   |
| КФМ-2,8   | 11,85    | 2,7               | 0,45               | 6            | 1,5        |                   |

Продовження таблиці 4.2.7

| 1         | 2     | 3   | 4    | 5  | 6   | 7               |
|-----------|-------|-----|------|----|-----|-----------------|
| КВФ-2,8   | 12,50 | 2,7 | 0,45 | 6  | 1,5 |                 |
| КВФ-4,2   | 18,00 | 4,2 | 0,70 | 6  | 2,2 |                 |
| УСМП-5,4А | 15,00 | 5,4 | 0,45 | 12 | 1,3 | проріджувач     |
| УСМП-5,4А | 15,00 | 4,8 | 0,60 | 8  | 1,3 | проріджувач     |
| ПСА-5,4   | 14,05 | 5,4 | 0,45 | 12 | 1,2 | автоматизований |
| ПСА-2,7   | 9,50  | 2,7 | 0,45 | 6  | 1,2 | автоматизований |
| КРК-9     | 30,00 | 9,0 | 0,45 | 20 |     | ротаційний      |
| КРК-2,7   | 6,90  | 2,7 | 0,45 | 6  |     | ротаційний      |

Таблиця 4.2.8 – Культиватори-окучники

| Марка    | Вага, кН | Ширина захвату, м | Ширина міжряддя, м | Число рядків | Ємкість тукових ящиків, дм <sup>3</sup> | Довжина, м |
|----------|----------|-------------------|--------------------|--------------|---|------------|
| 1        | 2        | 3                 | 4                  | 5            | 6                                       | 7          |
| КОН-2,8Б | 9,40     | 2,8               | 0,70               | 4            | 30                                      | 1,4        |
| КОН-2,8А | 8,67     | 2,8               | 0,70               | 4            | 30                                      | 1,4        |
| КОН-4,2  | 13,10    | 4,2               | 0,70               | 6            | 30                                      | 1,6        |
| КРН-4,2Д | 14,18    | 4,2               | 0,70               | 6            | 30                                      | 1,6        |



|          |       |     |      |   |    |     |
|----------|-------|-----|------|---|----|-----|
| КРН-4,2Г | 12,66 | 4,2 | 0,70 | 6 | 30 | 1,6 |
|----------|-------|-----|------|---|----|-----|

Продовження таблиці 4.2.8

|          |       |     |      |   |      |     |
|----------|-------|-----|------|---|------|-----|
| 1        | 2     | 3   | 4    | 5 | 6    | 7   |
| КНО-4, 2 | 18,20 | 4,2 | 0,70 | 6 | 30   | 1,6 |
| КНО-2,8  | 13,90 | 2,8 | 0,70 | 4 | 30   | 1,6 |
| КРН-5,6Д | 18,80 | 5,6 | 0,70 | 8 | 30   | 1,9 |
| УГК-4,2  | 11,50 | 4,2 | 0,70 | 6 | 1000 | 1,6 |
| КОН-2,8Г | 7,80  | 2,8 | 0,70 | 4 | 700  | 1,4 |
| КФК-2,8  | 8,20  | 2,8 | 0,70 | 4 |      | 1,4 |

Таблиця 4.2.9 – Сівалки

| Марка        | Особливості конструкції | Вага, кН | Ширина захвату, м | Ширина міжряддя, м | Число рядків | Ємкість ящиків, дм <sup>3</sup> |       |      | Довжина, м |
|--------------|-------------------------|----------|-------------------|--------------------|--------------|---------------------------------|-------|------|------------|
|              |                         |          |                   |                    |              | насін                           | туків | трав |            |
| 1            | 2                       | 3        | 4                 | 5                  | 6            | 7                               | 8     | 9    | 10         |
| Зернотукові: |                         |          |                   |                    |              |                                 |       |      |            |
| СЗ-3,6А      |                         | 13,80    | 3,6               | 0,15               | 24           | 453                             | 212   |      | 4,2        |
| СЗ-5,4А      | широкозахватна          | 21,9     | 5,4               | 0,15               | 36           |                                 |       |      |            |
| СЗ-10,8      | широкозахватна          | 44,0     | 10,8              | 0,15               | 72           |                                 |       |      |            |
| СЗУ-3,6      | вузькорядна             | 14,80    | 3,6               | 0,075              | 48           | 453                             | 212   |      | 4,2        |
| СЗП-3,6А     | пресова                 |          | 18,40             | 3,6                | 0,15         | 24                              | 453   | 212  | 4,2        |

|        |  |      |      |      |    |      |      |  |     |
|--------|--|------|------|------|----|------|------|--|-----|
| СЗП-8  |  | 56,6 | 7,8  | 0,15 | 52 | 1482 | 819  |  | 7,4 |
| СЗП-12 |  | 8,5  | 11,7 | 0,15 | 78 | 2223 | 1228 |  | 8,9 |

Продовження таблиці 4.2.9

| 1             | 2                                       | 3     | 4    | 5     | 6   | 7    | 8    | 9   | 10  |
|---------------|---|-------|------|-------|-----|------|------|-----|-----|
| СЗП-16        |   | 11,36 | 16,6 | 0,15  | 104 | 2964 | 1638 |     | 9,5 |
| СТН-2,1       | зернотрав`яна                           | 5,0   | 2,1  | 0,15  | 14  |      |      |     |     |
| СЗТ-3,6А      | трав`яна                                | 23,70 | 3,6  | 0,15  | 24  | 453  | 212  | 86  | 4,2 |
| СЗК-3,6А      | коткова                                 | 15,00 | 3,6  | 0,15  | 24  | 453  | 212  |     | 4,2 |
| СЗЛ-3,6       | зернольняна                             | 13,00 | 3,6  | 0,075 | 48  | 453  | 212  |     | 4,2 |
| СЗА-3.6       | анкерна                                 | 12,80 | 3,6  | 0,15  | 24  | 453  | 212  |     | 4,2 |
| СЗО-3,6       | однодискова                             | 14,00 | 3,6  | 0,15  | 24  | 453  | 212  |     | 4,2 |
| СРН-3,6       | рисова                                  | 9,68  | 3,6  | 0,15  | 24  | 453  |      |     | 4,2 |
| СПН-3,6А      | зернорисова                             | 10,65 | 3,6  | 0,15  | 24  |      |      |     | 4,2 |
| СЗПП-4        | для прямого                             | 41,50 | 3,9  | 0,15  | 26  | 740  | 410  | 195 | 8,4 |
| СЗПП-8        | посіву                                  | 86,50 | 7,8  | 0,15  | 52  | 1480 | 820  | 390 | 8,4 |
| СЗПЦ-12       | пневматична,<br>центральне<br>дозування | 51,65 | 12   | 0,15  | 80  | 2000 | 900  |     | 8,4 |
| СЗПН-6        | пневматична                             | 15,7  | 6,0  | 0,15  | 40  |      |      |     |     |
| СУ-2 “Оризон” | пневматична                             | 10,0  | 5,4  | 0,15  | 36  |      |      |     |     |
| Стерньові:    |   |       |      |       |     |      |      |     |     |

|          |             |       |      |       |   |     |     |  |     |
|----------|-------------|-------|------|-------|---|-----|-----|--|-----|
| СЗС-2,1  | сівалка-    | 12,50 | 2,05 | 0,228 | 9 | 275 | 140 |  | 3,8 |
| СЗС-2,1М | культиватор | 11,20 | 2,05 | 0,350 | 6 | 275 | 140 |  | 3,8 |

Продовження таблиці 4.2.9

| 1            | 2                              | 3     | 4     | 5     | 6  | 7    | 8   | 9 | 10  |
|--------------|--------------------------------|-------|-------|-------|----|------|-----|---|-----|
| СЗС-6        | сівалка-                       | 43,34 | 6,15  | 0,228 | 27 | 825  | 420 |   | 3,8 |
| СЗС-12       | культиватор                    | 83,00 | 12,30 | 0,228 | 54 | 1650 | 840 |   | 4,1 |
| СКЛ-6        | для стрічкового                | 43,40 | 6,15  | 0,228 | 27 | 825  | 420 |   | 6,9 |
| СКЛ-12       | посіву                         | 86,80 | 12,30 | 0,228 | 54 | 1650 | 840 |   | 7,2 |
| СТС-2        | зернотукотрав'яна<br>стерньова | 11,65 | 2,05  | 0,228 | 9  | 275  | 140 |   | 3,6 |
| СТС-6        |                                | 42,0  | 6,15  | 0,228 | 27 | 825  | 420 |   | 6,9 |
| СТС-12       |                                | 84,0  | 12,30 | 0,228 | 4  | 1650 | 840 |   | 7,6 |
| Кукурудзяні: |                                |       |       |       |    |      |     |   |     |
| СБК-4        | борідкова                      | 8,90  | 3,6   | 0,90  | 4  | 52   | 60  |   | 2,5 |
| СКП-6        |                                | 19,50 | 4,2   | 0,70  | 6  | 192  | 135 |   | 4,5 |
| СКНК-6       |                                | 9,90  | 4,2   | 0,70  | 6  | 78   | 90  |   | 2,2 |
| СКНК-8       |                                | 11,75 | 5,6   | 0,70  | 8  | 104  | 120 |   | 2,5 |
| СУПН-6       |                                | 12,00 | 4,2   | 0,70  | 6  | 453  | 212 |   | 3,5 |
| СУПН-8А      |                                | 12,15 | 5,6   | 0,70  | 8  | 260  | 180 |   | 1,8 |
| СУПН-12А     | пневматична                    | 21,55 | 8,4   | 0,70  | 12 |      |     |   | 4,0 |
| СКПГ-4А      |                                | 10,50 | 2,8   | 0,70  | 4  |      |     |   |     |



| 1      | 2     | 3   | 4    | 5 | 6    | 7   | 8   |
|--------|-------|-----|------|---|------|-----|-----|
| САЯ-4А | 17,00 | 2,8 | 0,70 | 4 | 300  | 120 | 3,4 |
| СН-4Б  | 10,15 | 2,8 | 0,70 | 4 | 500  | 48  | 3,2 |
| СКМ-3А | 29,00 | 4,2 | 0,70 | 6 | 1700 | 120 | 4,2 |

Продовження таблиці 4.2.10

| 1      | 2     | 3   | 4    | 5 | 6    | 7    | 8   |
|--------|-------|-----|------|---|------|------|-----|
| СКС-4  | 16,60 | 2,8 | 0,70 | 4 | 2000 | 540  | 3,6 |
| СКМ-6  | 17,80 | 4,2 | 0,70 | 6 | 1700 | 120  | 4,2 |
| КСМ-4А | 22,80 | 2,8 | 0,70 | 4 | 3300 | 600  | 4,0 |
| КСМ-6А | 27,80 | 4,2 | 0,70 | 6 | 4500 | 900  | 4,8 |
| КСМ-8  | 42,00 | 5,6 | 0,70 | 8 | 6500 | 1200 | 4,7 |
| КСМГ-4 | 20,60 | 2,8 | 0,70 | 4 | 3300 |      | 4,3 |
| КСМГ-6 | 26,10 | 4,2 | 0,70 | 6 | 4500 |      | 4,7 |
| КСМТ-4 | 27,90 | 2,8 | 0,70 | 4 | 3300 |      | 4,3 |
| КСН-90 | 9,95  | 3,6 | 0,90 | 4 | 500  | 48   | 2,5 |

Таблиця 4.2.11 – Зчіпки

| Марка | Вага, кН | Відношення ваги зчіпки до її ширини захвату ( $q_{зч}$ ), м | Фронт зчіпки, м | Ширина захвату, м | Довжина, м      |
|-------|----------|---|-----------------|-------------------|-----------------|
| СП-16 | 18,0     | 1,20  | 13,5            | 16,0              | 6,4             |
| СП-11 | 8,4      | 0,80  | 7,0             | 10,8              | 6,7 з подовжув. |

|       |      |      |      |      |     |
|-------|------|------|------|------|-----|
| СН-75 | 12,5 | 1,00 | 8,0  | 12,0 | 9,1 |
| СГ-21 | 16,0 | 0,75 | 21,0 | 22,0 | 8,0 |
| С-11У | 7,8  | 0,55 | 11,0 | 14,4 | 6,9 |
| С-18А | 12,5 | 0,50 | 18,0 | 21,6 | 8,4 |

Таблиця 4.2.12 – Сніговалкувачі

| Марка    | Вага, кН | Ширина захвату, м | Довжина, м |
|----------|----------|-------------------|------------|
| СВШ-10   | 32,60    | 9,4               | 6,3        |
| СВШ-7    | 28,00    | 7,2               | 5,5        |
| СВУ-2,6А | 8,50     | 2,6               | 4,1        |

Таблиця 4.3 – Коефіцієнти опору руху с.-г. машин ( $f_m$ ) і зчіпок ( $f_z$ )  
для різних дорожніх і ґрунтових умов

| Умови руху                 | Коефіцієнти, залежно від типу ходових коліс |                   |
|----------------------------|---|-------------------|
|                            | із пневматичними шинами                     | із сталієм ободом |
| Польова дорога:            |   |                   |
| - ущільнена                | 0,03...0,04                                 | 0,02...0,03       |
| - розбита                  | 0,06...0,10                                 | 0,06...0,08       |
| Укочена снігова дорога     | 0,04...0,06                                 | 0,08...0,10       |
| Стерня:                    |   |                   |
| - суха                     | 0,05...0,06                                 | 0,08...0,10       |
| - після дощу               | 0,12...0,14                                 | 0,18...0,20       |
| Цілина, сухі луки, дернина | 0,05...0,07                                 | 0,06...0,08       |

|                        |             |             |
|------------------------|-------------|-------------|
| Поле після луцення     | 0,10...0,12 | 0,16...0,18 |
| Поле після культивації | 0,15...0,20 | 0,22...0,24 |
| Поле після картоплі    | 0,12...0,18 | 0,16...0,18 |
| Рілля злежана          | 0,13...0,17 | 0,20...0,22 |
| Свіжозоране поле       | 0,18...0,30 | 0,20...0,30 |

## 4.2.5. Тягово-привідний агрегат

### *Вихідні дані:*

Технологічна операція та агротехнічні вимоги до її виконання.

Умови роботи (конфігурація і розміри робочої ділянки, рельєф, агрофон, тип ґрунту, його різновид, об'єм технологічного матеріалу).

### *Порядок виконання роботи*

1. Марку трактора і робочої машини вибрати згідно умовам роботи і агротехнічних вимог до її виконання.
2. Відповідно з агротехнічними вимогами, які пред'являються до операції, визначити робочу швидкість агрегату для чого виконати наступні пункти:
  - 2.1. Встановити інтервал агротехнічно допустимих робочих швидкостей для с.-г. машин, які виконують основну технологічну операцію (табл. 3.14).
  - 2.2. Вибрати питомий тяговий опір ( $k_o$ ) робочих машин при швидкості  $V_o=5$ км/год (табл. 3.13 і табл. 4.8).
  - 2.3. Із тягової характеристики (табл. 3.11) трактора, заданої марки, в режимі експлуатації  $N_T=N_{T,max}$  з урахуванням агрофону вибрати всі передачі, які по чисельному значенні швидкості входять в діапазон агродопустимих швидкостей. З метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання конкретної операції, із вибраних передач вибирається та, на якій трактор розвиває найбільшу потужність ( $N_{T,max}$ ). Робоча швидкість ( $V_{pn}$ ) і номінальне тягове зусилля ( $P_{T,n}$ ) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку.

*Довідка:* при відсутності тягових характеристик передачі для руху трактора вибирається із його технічних



характеристик з умовою, що по чисельному значенні швидкості вони входять в діапазон агротехнічно-допустимих (п. 2.1). Величину тягового зусилля трактора на вибраних передачах для заданих умов роботи (агрофон, ухил місцевості і т. ін.) визначають із рівняння балансу сил (методика по визначенню сили тяги).

Робочу швидкість руху визначають із залежності, яка приведена в методиці по визначенню складових балансу потужності.

Величину буксування ( $\delta$ ) в залежності від тягової навантаження ( $P_T$ ), типу ходового апарату трактора і заданих ґрунтових умов ( $\mu$ ) визначається із номограми (рис. 3.2).

3. Визначити питомий тяговий опір робочих органів машин (для випадку  $V_p > V_o$ ):

$$k_v = k_o \left[ 1 + (V_p - V_o) \frac{\Delta C}{100} \right], \quad (4.39)$$

де  $\Delta C$  – темп зростання питомого тягового опору при збільшенні швидкості понад  $V_o = 5 \text{ км/год}$  (табл. 3.16).

Таблиця 4.4 – Питомий опір силосозбиральних комбайнів в залежності від робочої швидкості і урожайності силосної маси

| Робоча швидкість, км/год | Урожайність, т/га |      |      |      |      |
|--------------------------|-------------------|------|------|------|------|
|                          | 20                | 30   | 40   | 50   | 60   |
| 4,3                      | 1,65              | 1,90 | 2,15 | 2,39 | 2,65 |
| 5,3                      | 2,18              | 2,62 | 3,08 | 3,52 | 4,00 |
| 6,2                      | 2,38              | 2,96 | 3,46 | 3,96 | 4,46 |
| 7,2                      | 2,82              | 3,45 | 4,00 | 4,70 | 5,60 |
| 8,2                      | 3,26              | 3,94 | 4,46 | 5,44 | 6,74 |
| 9,2                      | 3,70              | 4,43 | 4,92 | 6,18 | 7,88 |

4. Визначити приведений тяговий опір агрегату:

$$R_{a,np} = R_M + P_{np}, \quad (4.40)$$

де  $R_M$  – тяговий опір робочої машини, величина якого залежить як від конструкції робочих органів, так і від особливостей конструкції самої машини:

- причіпні машини, які обладнані кузовом (ємкістю) для поверхневого внесення добрив і обпилення:

$$R_M = (G_M + Q_{zp})(f_M \pm \sin \alpha); \quad (4.41)$$

- причіпні машини, які обладнані кузовом (ємкістю) для внесення в шар ґрунту добрив і для висіву насіння (сівалки):

$$R_M = k_v B_M + (G_M + Q_{zp})(f_M \pm \sin \alpha); \quad (4.42)$$

- начіпні сажалки, сівалки:

$$R_M = k_v B_M + (G_M + Q_{zp})(f_{mp} \lambda_0 \pm \sin \alpha); \quad (4.43)$$

- причіпні машини для збирання зернових, технічних і кормових культур (косилки, жатки, комбайни):

$$R_M = k_v B_M + G_M(f_M \pm \sin \alpha); \quad (4.44)$$

- начіпні машини для збирання зернових (косарки, жатки і ґрунтообробні агрегати):

$$R_M = k_v B_M + G_M(f_{mp} \lambda_0 \pm \sin \alpha), \quad (4.45)$$

де  $B_M$  – ширина захвату машини, м (табл. 4.5-4.7);

$G_M$  – вага машини, кН (табл. 4.5-4.7);

$Q_{zp}$  – вага технологічного вантажу в кузові (ємкості), кН;

$f_M$  – коефіцієнт опору кочення машини (табл. 4.3);

$f_{mp}$  – коефіцієнт опору кочення трактора (табл. 3.9);

$\lambda_0$  – коефіцієнт догрузки, який враховує масу і вертикальні складові тягового опору начіпної робочої машини, які

діють на ходову систему трактора ( $\lambda_0=1,1\dots1,2$ ). Більше із цих значень відповідає роботі на важких ґрунтах.

Опір, який виникає в результаті передачі потужності на привід робочих органів від ВВП трактора ( $P_{np}$ ) для машин по внесенню добрив, обприскувачів, сівалок, саджалок, косарок, жаток і ґрунтообробних агрегатів визначають за формулою:

$$P_{np} = \frac{3,6N_{ВВП} \eta_{тр}}{V_p \eta_{ВВП}}. \quad (4.46)$$

Для комбайнів по збиранню (кукурудзи, картоплі, гички буряків, трав), прес-підбирачів, косарок-підбирачів-подрібнювачів:

$$P_{np} = \frac{3,6(N_{ВВП.X} + N_y q_m) \eta_{тр}}{V_p \eta_{ВВП}}. \quad (4.47)$$

Для бурякозбиральних комбайнів:

$$P_{np} = \frac{3,6(N_{ВВП.X} + N_p n_p) \eta_{тр}}{V_p \eta_{ВВП}}, \quad (4.48)$$

де  $N_{ВВП}$  – потужність яка передається на привід робочих органів від ВВП трактора, кВт (табл. 4.8);

$N_{ВВП.X}$  – потужність, яка витрачається на холостий хід механізмів комбайна, кВт (табл. 4.8);

$N_y$  – питома потужність, яка необхідна для переробки 1кг маси за 1с, кВт с/кг (табл. 4.8);

$N_p$  – потужність, яка необхідна на обробіток одного рядка цукрового буряку, кВт (табл. 4.8);

$q_m$  – пропускна здатність основного робочого органу машини, кг/с (табл. 4.8);

$n_p$  – кількість рядків (табл. 4.5–4.8);

$\eta_{ВВП}$  – коефіцієнт корисної дії приводу ВВП ( $\eta_{ВВП}=0,94\dots0,96$ );

$\eta_{тр}$  – ККД трансмісії трактора (методика розрахунку сили тяги – формули 3.3 і 3.4).

Таблиця 4.5 – Технічні характеристики комбайнів спеціальних причіпних

| Марка                          | Ширина захвату, м | Кількість рядків | Ширина міжряддя, м | Вага, кН | Швидкість руху, км/год | Довжина, м |
|--------------------------------|-------------------|------------------|--------------------|----------|------------------------|------------|
| 1                              | 2                 | 3                | 4                  | 5        | 6                      | 7          |
| бурякозбиральні                |                   |                  |                    |          |                        |            |
| КСТ-3А                         | 1,35              | 3                | 0,45               | 35,5     | до 7,0                 | 6,1        |
| СКД-2                          | 0,9               | 2                | 0,45               | 3,2      | до 8,0                 | 7,9        |
| СКД-2                          | 1,2               | 2                | 0,60               | 3,2      | до 8,0                 | 7,9        |
| МКР-2                          | 1,2               | 2                | 0,60               | 23,0     | до 6,0                 | 4,2        |
| АЗБ-6                          | 2,7               | 6                | 0,45               | 13,0     | 5,0...6,0              | 3,8        |
| КБ-2 (бункер бм <sup>3</sup> ) | 0,9               | 2                | 0,45               | 50,0     | 3,0...7,0              |            |
| гичкозбиральні                 |                   |                  |                    |          |                        |            |
| БМ-4                           | 2,4               | 4                | 0,60               | 3,50     | 5,0...7,0              | 7,5        |
| БМ-6Б                          | 2,7               | 6                | 0,45               | 31,0     | 6,0...8,0              | 7,5        |
| МБК-2,7                        | 2,7               | 6                | 0,45               | 28,0     | 2,2...6,0              | 9,2        |
| МБП-6                          | 2,7               | 6                | 0,45               | 35,0     | 6,6...8,0              | 8,2        |
| кукурудзозбиральні             |                   |                  |                    |          |                        |            |
| ККП-3                          | 2,1               | 3                | 0,70               | 52,8     | до 9,0                 |            |
| ККП-2С                         | 1,4               | 2                | 0,70               | 31,5     | до 9,0                 |            |
| картоплезбиральні              |                   |                  |                    |          |                        |            |
| КТН-2В                         | 1,4               | 2                | 0,70               | 6,6      | 2,5...3,6              | 6,8        |
| ККУ-2А                         | 1,4               | 2                | 0,70               | 44,4     | 1,5...4,0              | 4,7        |
| КПК-3                          | 2,1               | 3                | 0,70               |          | 1,5...4,0              |            |
| КПК-2-01                       | 1,4               | 2                | 0,70               | 57,0     | 1,5...4,0              | 8,0        |
| Е-686Б                         | 1,4               | 2                | 0,70               | 35,0     | 2,6...5,4              |            |
| кормозбиральні                 |                   |                  |                    |          |                        |            |
| КПКУ-75                        | 3,4; 5,0          |                  |                    | 52,0     | до 10,0                | 12,2       |
| КПИ-2,4                        | 1,8; 2,4; 5,0     |                  |                    | 41,0     | до 10,0                |            |
| КПИ-Ф-30                       | 2,2               |                  |                    | 58,8     | до 8,0                 |            |
| КРП-Ф-2 "Рось-2"               | 2                 |                  |                    | 12,5     | до 8,0                 | 5,1        |
| КС-2,6 (силос)                 | 2,6               |                  |                    | 30,5     | 3,5...8,0              | 5,5        |
| КСС-2,6 (силос)                | 2,6               |                  |                    | 38,0     | до 12,0                | 5,6        |
| КС-1,8 (силос)                 | 1,8               |                  |                    | 24,0     | 3,5...10,0             | 5,6        |

Таблиця 4.6 – Технічні характеристики машин для внесення добрив

| Марка                             | Ширина<br>внесення<br>добрив, м | Робоча<br>швидкість руху,<br>км/год | Ємкість кузова<br>(бункера,<br>цистерни), м <sup>3</sup> | Норми<br>внесення,<br>т/га | Вага,<br>кН | Довжина,<br>м |
|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|--|----------------------------|-------------|---------------|
| 1                                 | 2                               | 3                                   | 4  | 5                          | 6           | 7             |
| Твердих мінеральних і меліорантів |                                 |                                     |  |                            |             |               |
| Відцентрові                       |                                 |                                     |  |                            |             |               |
| МВУ-5                             | 8...12                          | 9...12                              | 5,0  | 0,2...8,5                  | 21,0        | 5,5           |
| МВУ-8Б                            | 14...20                         | 8,5...25,0                          | 8,0  | 0,2...10,0                 | 32,0        | 6,0           |
| МВУ-12                            |                                 |                                     | 12,0   |                            |             |               |
| МВУ-16                            | 12...27                         | до 13                               | 16,0   | 0,2...10,0                 | 82,5        | 8,5           |
| 1 РМГ-4                           | 8...12                          | до 12                               | 3,5  | 0,1...6,0                  | 15,6        | 6,3           |
| МХА-7 автомобіль                  | 15...22                         | 5,0...25,0                          | 7,0  | 0,2...10,0                 | 96,2        | 7,9           |
| МВУ-0,5А начіпна                  | 16...24                         | 6...15                              | 0,6  | 0,04...1,0                 | 2,2         |               |
| МВУ-30 самохідна                  | 35                              | 30                                  | 8,0  | 0,2...10,0                 | 88,2        | 8,3           |
| МВУ-500 начіпна                   | 14...24                         | 6...15                              | 0,8  | 0,04...1,0                 | 3,2         |               |
| РТТ-4,2А сівалка                  | 4,2                             | 10...13                             | 0,7  | 0,1...1,0                  | 8,0         | 3,9           |
| МВВ-8 локальна                    |                                 | 8...12                              | 5,0  | 0,1...1,0                  | 45,0        | 6,0           |
| МВЛ-3,5 локальна                  |                                 | 8...12                              | 3,0  | 0,1...1,0                  | 12,0        | 5,5           |
| Пневматичні                       |                                 |                                     |  |                            |             |               |
| РУМ-5-03                          | 12                              | до 10                               | 5,0  | 0,1...1,0                  | 22,0        | 5,5           |

Продовження таблиці 4.6

| 1                           | 2         | 3       | 4    | 5           | 6    | 7    |
|-----------------------------|-----------|---------|------|-------------|------|------|
| ССТ-10                      | 10...15   | 10...15 | 5,0  | 0,1...2,0   | 25,0 | 5,6  |
| АВМ-8                       | 8         | 4...15  | 3,0  | 0,1...1,0   | 30,5 | 10,0 |
| Порошкоподібних мінеральних |           |         |      |             |      |      |
| РУП-14                      | 11        | 10...15 | 11,8 | 0,6...10,0  | 67,0 | 14,0 |
| РУП-10                      | 11        | 10...15 | 8,3  | 2,0...10,0  | 58,0 | 13,0 |
| РУП-8                       | 12...14   | 8...12  | 7,0  | 1,0...6,0   | 44,3 | 12,0 |
| АВП-10                      | 11...12   | 8...12  | 10,0 | 2,0...10,0  | 60,0 | 13,5 |
| Рідких мінеральних          |           |         |      |             |      |      |
| АБА-0,5                     | 4,2...5,6 | до 12   | 1,0  | 0,1...0,3   | 11,0 | 2,6  |
| АБА-0,5 М                   | 4,2...5,6 | до 12   | 1,0  | 0,1...0,3   | 11,5 | 2,6  |
| АША-2                       | 8,4       | до 12   | 3,5  | 0,05...0,25 | 51,0 | 11,0 |
| ПЖУ-2,5                     | 16        | 8...12  | 2,0  | 0,14...1,00 | 17,0 | 7,2  |
| ПЖУ-5                       | 17        | 8...12  | 5,0  | 0,2...1,0   | 37,5 | 6,6  |
| ПЖУ-9                       | 17        | 8...12  | 9,0  | 0,2...1,0   | 44,9 | 6,7  |
| АПВ-5                       | 18        | 15...25 | 4,0  | 0,14...1,20 | 70,0 | 8,0  |
| АВВ-5                       | 8         | 6...12  | 4,0  | 0,20...1,40 | 75,0 | 10,0 |
| Твердих органічних          |           |         |      |             |      |      |
| 1 ПТУ-4                     | 4...6     | 6...10  | 3,0  | 6,0...60,0  | 14,0 | 4,5  |
| РОУ-6                       | 4...6     | до 10   | 6,0  | 10...40     | 20,0 | 6,0  |

Продовження таблиці 4.6

| 1                 | 2       | 3          | 4    | 5       | 6    | 7    |
|-------------------|---------|------------|------|---------|------|------|
| ПРТ-10            | 5...6   | до 12      | 8,0  | 15...45 | 40,0 | 7,0  |
| ПРТ-16            | 5...6   | до 10      | 15,0 | 20...60 | 60,0 | 8,5  |
| МТТ-Ф-19          | 6...8   | до 10      | 17,6 | 20...60 | 82,0 | 10,0 |
| ММТ-23            | 5,5...8 | до 12      | 23   | 20...60 | 93,3 | 9,5  |
| ММТ-Ф-13          | 6...8   | 7,4...13,4 |      | 20...60 | 53,5 | 7,6  |
| ПРТ-16М           | 6...8   | до 10      | 12,3 | 20...60 | 53,3 | 8,0  |
| ПРТ-10-1          | 6...8   | до 12      | 10,0 | 15...45 | 37,5 | 7,0  |
| МТО-3             | 6...8   | до 10      | 3,0  | 10...40 | 22,0 | 5,5  |
| МТО-6             | 6...8   | до 10      | 6,0  | 10...40 | 26,0 | 6,0  |
| МТО-12            | 6...8   | до 10      | 12,0 | 10...40 | 53,0 | 11,0 |
| РОУ-5             | 4...6   | 10         | 5,0  | 11...40 | 20,0 | 5,7  |
| РТО-4             | 5       | 12         | 4,0  | 10...60 | 27,5 | 6,3  |
| Рідких органічних |         |            |      |         |      |      |
| РЖТ-16            | 10...16 | 10         | 16,0 | 10...60 | 62,0 | 7,4  |
| РЖТ-8             | 8...12  | 10         | 8,1  | 10...40 | 36,5 | 5,3  |
| РЖТ-4             | 7...11  | 10         | 5,0  | 10...40 | 22,0 | 5,0  |
| МЖТ-19            | 6...12  | 7...12     | 19,0 | 20...60 | 75,0 | 12,0 |
| МЖТ-16            | 6...12  | 8...12     | 16,0 | 10...60 | 58,0 | 8,0  |
| МЖТ-10            | 6...12  | до 10      | 10,0 | 10...60 | 41,0 | 7,3  |

Продовження таблиці 4.6

| 1               | 2      | 3     | 4   | 5        | 6    | 7   |
|-----------------|--------|-------|-----|----------|------|-----|
| РЖУ-3,6 ГАЗ-53А | 8      | до 15 | 3,6 | 10...40  | 53,0 |     |
| РЖТ-4М          | 8...10 | 3     | 5,5 | 10...40  | 22,0 | 6,0 |
| МЖТ-6           | 6...12 | до 15 | 6,0 | 10...40  | 31,0 | 6,3 |
| АВВ-Ф-2,8       | 2,8    | до 6  | 3,0 | 50...100 | 47,4 | 6,0 |
| АВМ-Ф-2,8       | 6...12 | до 10 | 3,0 | 20...60  | 26,0 | 6,0 |

Таблиця 4.7 – Технічні характеристики машин для заготівлі кормів

| Марка          | Особливості конструкції        | Вага,<br>кН | Ширина<br>захвату, м | Швидкість<br>руху,<br>км/год | Довжина,<br>м |
|----------------|--------------------------------|-------------|----------------------|------------------------------|---------------|
| 1              | 2                              | 4           | 5                    | 6                            | 7             |
| <b>Косарки</b> |                                |             |                      |                              |               |
| КТП-6,0        | трибрусна, причіпна            | 12,0        | 6,0                  | до 9                         | 3,8           |
| КДП-4,0        | двобрусна, напівначіпна        | 6,7         | 4,0                  |                              | 4,0           |
| КС-2,1         | однобрусна, начіпна, швидкісна | 2,5         | 2,1                  | 6...12                       | 3,5           |
| КРН-2,1        | ротаційна, начіпна             | 4,5         | 2,1                  | до 15                        | 5,0           |
| К-2,1          | однобрусна, причіпна           | 13,5        | 6,0                  | до 5                         | 11,5          |
| КНФ-1,6        | фронтальна, начіпна            | 1,8         | 1,6                  | до 7                         | 4,5           |
| КФН-2,1        |                                | 2,75        | 2,1                  |                              | 5,0           |



Продовження таблиці 4.7

| 1              | 2                                 | 3                   | 4   | 5      | 6   |
|----------------|-----------------------------------|---------------------|-----|--------|-----|
| КПП-3,0        | з порційним скиданням, причіпна   | 9,5+2м <sup>3</sup> | 3,0 | 5...8  | 3,5 |
| КПРН-3,0       | плющилка, ротаційна, причіпна     | 14,5                | 3,0 | 9...15 | 4,0 |
| КПВ-3,0        | плющилка, валкова, причіпна       | 15,8                | 3,0 | 6...9  | 5,0 |
| КИР-1,5        | подрібнювач, роторна, причіпна    | 18,5                | 1,5 | до 8   | 5,0 |
| КИР-1,2        |                                   | 12,0                | 1,2 | 4...8  |     |
| КДР-1,5        | дробарка, причіпна                | 10,0                | 1,5 | до 15  |     |
| КН-2,1         | начіпна                           | 5,1                 | 2,1 |        |     |
| КРР-1,8        | роторна, начіпна                  | 4,0                 | 1,8 | 8...15 |     |
| КН-1,8Д        | задньоначіпна                     | 1,35                | 1,8 |        |     |
| КОН-2,2        | однобрусна, начіпна               | 2,0                 | 2,2 | 6...12 |     |
| КР-1           | роторна, начіпна                  | 5,7                 | 2,1 | до 15  |     |
| КРС-2          | роторна, швидкісна                | 5,4                 | 2,0 |        |     |
| КИК-1,4        | подрібнювач, причіпна             | 15,4                | 1,4 |        | 6,0 |
| КУФ-1,8        | підбирач-подрібнювач навантажувач | 21,4                | 1,8 | 5...7  | 6,6 |
| Прес-підбирачі |                                   |                     |     |        |     |
| ПС-1,6         | причіпний                         | 19,0                | 1,6 | до 12  | 5,5 |
| ПСБ-1,6        | з боковою подачею, причіпний      |                     | 1,6 | до 8   |     |
| ПРП-1,6        | рулонний, причіпний               | 19,6                | 1,6 | до 9   | 4,0 |
| ПК-1,6А        | підбирач – копнувач, причіпний    | 24,0                | 1,6 | 5...9  | 7,0 |

Продовження таблиці 4.7

| 1        | 2                                     | 3    | 4        | 5      | 6   |
|----------|---------------------------------------|------|----------|--------|-----|
| СПТ-60   | підбирач – скиртоутворювач, причіпний | 65,0 | 1,6      | до 9   | 9,5 |
| ППР-1,6М | рулонний                              | 20,0 | 1,6      |        |     |
| ППР-110  |                                       | 17,0 | 1,25     | 6...9  |     |
| Граблі   |                                       |      |          |        |     |
| ГВК-6,0А | колісно – пальцеві, бокові, причіпні  | 8,3  | 6,0      | 4...12 | 8,5 |
| ГВР-6,0А | роторні, причіпні                     | 14,0 | 6,0      | до 12  | 4,5 |
| ГП-1-14  | поперечні, причіпні                   | 10,5 | 14,0     | до 9   | 6,0 |
| ГП-2-14А | поперечні, напівначіпна               | 15,0 | 14; 8; 6 | до 9   | 9,0 |
| ГП-10    | поперечні, причіпні                   | 11,3 | 10       | до 9   | 9,0 |
| ГПП-6,0  | поперечні, напівначіпні               | 4,4  | 6,0      | до 9   | 5,0 |
| Волокуші |                                       |      |          |        |     |
| ВНШ-3,0  | начіпні                               | 3,0  | 3,0      | до 6   | 5,5 |
| ВУ-400   |                                       | 4,0  | 3,0      | до 8   | 6,0 |
| ВВ-0,4   |                                       | 3,3  | 2,3      |        | 3,0 |

Таблиця 4.8 – Енергетичні параметри тягово-привідних агрегатів

| Сільськогосподарська машина        | Питомий тяговий опір<br>$k_o$ , кН/м | Потужність на привід<br>робочих органів $N_{ввл}$ ,<br>кВт | Потужність на<br>холостий хід робочих<br>органів $N_{хх}$ , кВт | Приведена<br>потужність на 1 рядок<br>$N_p$ , кВт | Питома потужність на<br>обробіток маси $N_y$ ,<br>кВт с/кг | Пропускна здатність<br>$q_m$ , кг/с |
|------------------------------------|--------------------------------------|--|---|---|--|-------------------------------------|
| 1                                  | 2                                    | 3  | 4   | 5   | 6  | 7                                   |
| Комбайни бурякозбиральні           |                                      |  |   |   |  |                                     |
| КСТ-3А                             | 6,5...7,5                            |  |   | 12  |  |                                     |
| СКД-2                              | 8,0...12,0                           |  |   | 11...12   |  |                                     |
| КР-2                               | 8,0...12,0                           |  |   |   |  |                                     |
| КБ-2 (з бункером бм <sup>3</sup> ) | 8,0...12,0                           |  |   |   |  |                                     |
| ЗБ-6                               | 8,0...12,0                           |  |   |   |  |                                     |
| Комбайни кукурузозбиральні         |                                      |  |   |   |  |                                     |
| ОП-1,4В                            | 1,5...1,7                            |  | 8...9   |   | 1,5...1,6  | 7                                   |
| КП-3                               | 1,5...1,7                            |  | 9...10  |   | 1,6...1,7  | 5...9                               |
| КП-С                               | 1,5...1,7                            |  |   |   |  | 3                                   |

Продовження таблиці 4.8

| 1   | 2           | 3 | 4          | 5 | 6         | 7         |
|---|-------------|---|------------|---|-----------|-----------|
| Комбайни картоплезбиральні                    |             |   |            |   |           |           |
| ККУ-2А  | 9,0...10,0  |   | 9,5...10,0 |   | 0,1...0,2 | 200...250 |
| ПК-3  | 10,0...12,0 |   |            |   |           |           |
| ПК-2-01                                       | 10,0...12,0 |   |            |   |           |           |
| Е-686Б  | 10,0...12,0 |   |            |   |           |           |
| Картоплекопач КТН-2В                          | 5,0...5,2   |   | 2,0...2,5  |   | 0,2...0,3 | 200...250 |
| Комбайни для збирання гички                   |             |   |            |   |           |           |
| БМ-6А   | 2,5...3,5   |   |            |   |           |           |
| БМ-4  | 2,5...3,5   |   |            |   |           |           |
| МБК-2,7                                       | 2,0...3,5   |   |            |   |           |           |
| МБП-6   | 2,0...3,5   |   |            |   |           |           |
| Комбайни для збирання силосних культур, трави |             |   |            |   |           |           |
| КС-1,8  | 2,7...2,8   |   | 5...7      |   | 1,3...1,5 | 15        |
| КСС-2,6                                       | 2,3...2,4   |   | 5...7      |   | 1,3...1,5 | 25        |
| КПКУ-75                                       | 2,2...2,6   |   |            |   |           | 15...20   |
| КПИ-2,4                                       | 2,0...2,6   |   |            |   |           | 9         |
| КПИ-Ф – 30                                    | 1,8...2,4   |   |            |   |           | 3         |
| “Рось-2” КРП-Ф-2                              | 2,0...2,6   |   |            |   |           |           |
| Прес-підбирачі: ПС-1,6                        | 1,2...1,7   |   | 2,0...2,5  |   |           | 4,0...6,5 |
| рулонний ПРП-1,6                              | 1,2...1,7   |   | 2,5...3,0  |   |           | 5,0...7,0 |

Продовження таблиці 4.8

| 1  | 2         | 3         | 4         | 5 | 6 | 7         |
|--|-----------|-----------|-----------|---|---|-----------|
| рулонний ППР-1,6М                        | 1,2...1,7 |           | 2,5...3,0 |   |   | 3,5...6,0 |
| рулонний ППР-110                         | 1,2...1,7 |           | 2,0...3,0 |   |   | 3,0...3,5 |
| боковою подачею СБ-1,6                   | 1,2...1,7 |           | 2,0...3,0 |   |   | 3,0...3,5 |
| копнувач ПК-1,6А                         | 1,7...1,9 |           | 2,5...3,0 |   |   | 2,0...3,5 |
| скирдоутворювач СПТ-60                   | 1,7...1,9 |           |           |   |   | 5,0       |
| Машини для поверхневого внесення добрив: |           |           |           |   |   |           |
| мінеральних гранульованих                |           |           |           |   |   |           |
| МВУ-16                                   |           |           |           |   |   |           |
| ВУ-8Б                                    |           |           |           |   |   |           |
| МВУ-5                                    |           |           |           |   |   |           |
| МВУ-0,5А                                 |           |           |           |   |   |           |
| МВУ-500                                  |           |           |           |   |   |           |
| РУМ-5-03                                 |           | 22        |           |   |   |           |
| ССТ-10                                   |           |           |           |   |   |           |
| АВМ-8                                    |           |           |           |   |   |           |
| 1РМГ-4                                   |           | 6,0...8,0 |           |   |   |           |
| мінеральних пилоподібних                 |           |           |           |   |   |           |
| РУП-14                                   |           |           |           |   |   |           |
| РУП-10                                   |           | 20        |           |   |   |           |

|       |  |    |  |  |  |  |
|-------|--|----|--|--|--|--|
| РУП-8 |  | 15 |  |  |  |  |
|-------|--|----|--|--|--|--|

Продовження таблиці 4.8

| 1                  | 2        | 3           | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--------------------|----------|-------------|---|---|---|---|
|                    | АВП-10   |             |   |   |   |   |
| органічних твердих | ПРТ-16   |             |   |   |   |   |
|                    | ПРТ-10   | 27          |   |   |   |   |
|                    | ІПТУ-4   | 10,0...13,0 |   |   |   |   |
|                    | ММТ-23   |             |   |   |   |   |
|                    | ММТ-Ф-19 |             |   |   |   |   |
|                    | ММТ-Ф-13 | 48          |   |   |   |   |
|                    | МТО-12   |             |   |   |   |   |
|                    | МТО-6    |             |   |   |   |   |
|                    | МТО-3    |             |   |   |   |   |
|                    | РОУ-6    |             |   |   |   |   |
|                    | РОУ-5    |             |   |   |   |   |
|                    | РТО-4    |             |   |   |   |   |
| органічних рідких  | РЖТ-16   | 30          |   |   |   |   |
|                    | РЖТ-8    | 22          |   |   |   |   |
|                    | РЖТ-4    |             |   |   |   |   |
|                    | МЖТ-19   |             |   |   |   |   |
|                    | МЖТ-16   |             |   |   |   |   |

|        |  |  |  |  |  |  |
|--------|--|--|--|--|--|--|
| МЖТ-10 |  |  |  |  |  |  |
| МЖТ-6  |  |  |  |  |  |  |

Продовження таблиці 4.8

| 1  | 2         | 3         | 4       | 5 | 6 | 7 |
|--|-----------|-----------|---------|---|---|---|
| Машини для внесення добрив в шар ґрунту: |           |           |         |   |   |   |
| мінеральних сипучих                      | МВВ-8     |           |         |   |   |   |
|  | МВЛ-3,5   |           |         |   |   |   |
| сівалка                                  | РТТ-4,2А  |           |         |   |   |   |
| мінеральних рідких                       | АБА-0,5   |           | 7...8   |   |   |   |
|  | АША-2     | 1,3...1,6 | 10...12 |   |   |   |
|  | ПЖУ-2,5   |           |         |   |   |   |
|  | ПЖУ-5     | 1,3...1,6 | 15      |   |   |   |
|  | ПЖУ-9     |           | 15      |   |   |   |
| органічних рідких                        | АВВ-Ф-2,8 | 1,8...2,2 | 35      |   |   |   |
|  | АВМ-Ф-2,8 |           |         |   |   |   |
| Обприскувачі                             | ОВС-А     |           |         |   |   |   |
|  | ОПП-1600  |           |         |   |   |   |
|  | ОВТ-1В    |           |         |   |   |   |
| Сівалки, сажалки:                        |           |           |         |   |   |   |
| для рапса                                | СПР-6     | 1,4...1,6 | 8       |   |   |   |
| для зерна                                | СЗПЦ-12   | 1,9...2,1 | 15      |   |   |   |

|               |         |           |       |  |  |  |  |
|---------------|---------|-----------|-------|--|--|--|--|
| для кукурудзи | СКПП-12 | 1,6...1,7 | 7     |  |  |  |  |
| для картоплі  | СН-4Б   | 3,0...3,5 | 4...5 |  |  |  |  |
|               | САЯ-4А  | 3,0...3,5 | 4...5 |  |  |  |  |

Продовження таблиці 4.8

| 1                             | 2       | 3         | 4       | 5         | 6 | 7         |
|-------------------------------|---------|-----------|---------|-----------|---|-----------|
|                               | КСМ-4А  | 4,0...4,2 | 4...5   |           |   |           |
|                               | КСМТ-4  | 4,0...4,2 | 4...5   |           |   |           |
|                               | СКМ-6   | 3,5...4,0 | 5...6   |           |   |           |
|                               | КСМ-6 А | 4,0...4,2 | 5...6   |           |   |           |
|                               | КСМ-8   | 4,2...4,5 | 5...6   |           |   |           |
| Грунтообробні машини:         |         |           |         |           |   |           |
| агрегат комбінований          | АКР-3,6 | 1,8...3,5 | 110     |           |   |           |
| культиватор фрезерний         | КФГ-3,6 | 1,8...2,0 | 99      |           |   |           |
| культиватор фрезерний-сівалка | КФС-3,6 | 2,5...3,5 | 99      |           |   |           |
| Косарки, жатки:               |         |           |         |           |   |           |
| Косарки подрібнювачі:         |         |           |         |           |   |           |
| ротаційна                     | КИР-1,5 | 1,2...1,5 | 16...17 | 2,0...3,0 |   | 4,5       |
| ротаційна                     | КИР-1,2 | 1,2...1,3 | 15      |           |   |           |
| підбирач-навантажувач         | КУФ-1,8 | 1,3...1,8 |         |           |   | 4,5...9,0 |
|                               | КИК-1,4 | 0,8...1,3 |         |           |   |           |



|                           |         |           |           |  |  |  |  |
|---------------------------|---------|-----------|-----------|--|--|--|--|
| дробарка                  | КДР-1,5 | 0,8...1,3 |           |  |  |  |  |
| Косарка причіпна 3-брусна | КТП-6   | 0,7...1,2 | 10...12   |  |  |  |  |
| причіпна 2-брусна         | КДП-4,0 | 0,8...1,2 | 8,5...9,5 |  |  |  |  |

Продовження таблиці 4.8

| 1                   | 2        | 3         | 4         | 5 | 6 | 7 |
|---------------------|----------|-----------|-----------|---|---|---|
| начіпна 1-брусна    | КС-2,1   | 0,7...1,2 | 3,5...4,5 |   |   |   |
| причіпна 1-брусна   | К-2,1    | 0,7...1,1 |           |   |   |   |
| начіпна 1-брусна    | КОН-2,2  | 0,7...1,1 |           |   |   |   |
|                     | КН-2,1   | 0,7...1,1 |           |   |   |   |
|                     | КН-1,8Д  | 0,7...1,1 |           |   |   |   |
| начіпна ротаційна   | КРН-2,1  | 1,2...1,4 | 14...15   |   |   |   |
| причіпна ротаційна  | КПРН-3,0 | 0,9...1,4 | 18...20   |   |   |   |
| начіпна ротаційна   | КРР-1,8  | 0,9...1,4 |           |   |   |   |
| начіпна ротаційна   | КР-1     | 0,9...1,4 |           |   |   |   |
| ротаційна швидкісна | КРС-2    | 0,9...1,4 | 13...14   |   |   |   |
| фронтальна начіпна  | КНФ-1,6  | 1,2...1,4 |           |   |   |   |
| фронтальна начіпна  | КФН-2,1  | 1,2...1,4 |           |   |   |   |
|                     | КПП-3    | 1,2...1,4 |           |   |   |   |
| плющилка            | КПВ-3    | 0,9...1,4 |           |   |   |   |

|          |          |           |           |  |  |  |  |
|----------|----------|-----------|-----------|--|--|--|--|
| Жатки:   |          |           |           |  |  |  |  |
| причіпна | ЖРС-4,9А | 2,0...2,5 | 4,5...9,0 |  |  |  |  |
| причіпна | ЖВС-6    | 1,2...1,5 | 5,0...9,0 |  |  |  |  |
| начіпна  | МНТ-2,1  | 1,2...1,5 |           |  |  |  |  |

5. Оцінка тягового розрахунку складу агрегату виконується згідно з “Методикою визначення складу простого причіпного тягового агрегату”.

### 4.3. Методики вибору раціональних режимів роботи агрегатів

#### (II варіант)

#### 4.3.1. Самохідний агрегат

##### *Вихідні дані:*

Технологічна операція та агротехнічні вимоги до її виконання.

Умови роботи (конфігурація і розміри робочої ділянки, рельєф, агрофон, тип ґрунту, його різновид, урожайність культури).

##### *Порядок виконання роботи*

1. Марку комбайну вибрати згідно умовам роботи і агротехнічних вимог до її виконання.
2. Для вибору оптимального швидкісного режиму роботи необхідно з урахуванням факторів, які впливають на технологічний процес, визначити *гранично допустимі швидкості руху агрегату:*

- 2.1. Максимально допустима швидкість руху агрегату виходячи із пропускної здатності основного робочого органу, км/год:

для зерно-кукурудзо-кормозбирального комбайну:

$$V_{пр} = \frac{3,6q_m}{B_p H}, \quad (4.49)$$

де  $H$  – урожайність культури з урахуванням основної і додаткової продукції, т/га:

$$H = H_s(1 + \delta_c), \quad (4.50)$$

де  $H_z$  – урожайність основної продукції, т/га;

$\delta_c$  – солонистість (відношення маси соломи до маси зерна).

Ширина захвату ( $B$ ) самохідних агрегатів залежить від особливостей конструкції (параметри барабану для обмолоту і органів сепарації) та їх умов роботи (від стану матеріалу, що підлягає обробці та його кількості):

$$B_p = \frac{10q_e}{H_z(1 + \delta_c)}, \quad (4.51)$$

де  $q_e$  – маса погонного метра валка, кг/м.

Ширину захвату жатки комбайна вибирають з таким розрахунком, щоб для даного стану хлібостою забезпечити повне завантаження молотарки.

Оптимальна маса 1м валка, в свою чергу, залежить від фактичної пропускної здатності молотарки комбайна ( $q_m$ ) і швидкості руху агрегату для даних умов:

$$q_e = \frac{3,6q_m}{V}, \quad (4.52)$$

де  $q_m$  – пропускна здатність основного робочого органу агрегату, кг/с;

Фактична пропускна здатність молотарки комбайна залежить від солонистості, вологості хлібної маси та її засміченості.

Пропускна здатність для солонистості  $\delta_c=1,5$ , вологості рослинної маси 15...18% і швидкості руху  $V_p \approx 3...4$ км/год приведена в (табл. 4.10 або 4.12).

Для картоплезбиральних комбайнів:

$$V_{p.np} = \frac{3,6q'_m}{k_{zp} a B_p \gamma_m}, \quad (4.53)$$

де  $q'_m$  – допустима подача маси, кг/с (табл. 4.12);

$k_{zp}$  – коефіцієнт гребнистості поверхні поля ( $k_{zp}=0,5$ );

$a$  – глибина ходу робочого органу у ґрунті, м ( $a=0,06-0,1$ м);

$\gamma_m$  – об’ємна маса картоплі, кг/м<sup>3</sup> (табл. 4.20).

Для бурякозбиральних комбайнів швидкісний режим роботи встановлюється з урахуванням агротехнічно-допустимих швидкостей руху.

2.2. Для вияву можливостей роботи агрегату на швидкості  $V_{pnp}$  при допустимій по використанню потужності двигуна комбайна необхідно розрахувати втрати потужності:

$$N_{ev}=N_{ef}+N_{np}, \quad (4.54)$$

де  $N_{ef}$  – ефективна фактична потужність двигуна, яка витрачається на тягу і переміщення агрегату, кВт:

$$N_{ef} = \frac{G_a (f_a \pm \sin\alpha) V_{pnp}}{3,6\eta_{тр}}, \quad (4.55)$$

де  $G_a$  – загальна вага агрегату, кН:

для зернозбирального комбайну без подрібнювача:

$$G_a = G_k + 0,5\gamma_z V_{\delta} g + 0,5\gamma_c V_k g, \quad (4.56)$$

для зернозбирального комбайну з подрібнювачем:

$$G_a = G_k + 0,5\gamma_z V_{\delta} g + 0,5\gamma_c V_n g + G_n, \quad (4.57)$$

де  $G_k$  – вага комбайна, кН (табл. 4.9; 4.11);

$G_n$  – вага причепу, кН (табл. 4.15);

$V_{\delta}$ ,  $V_k$ ,  $V_n$  – відповідно об’єм бункера, копнувача, причепа, м<sup>3</sup> (табл. 4.9; 4.11; 4.15);

$\gamma_z$ ,  $\gamma_c$  – відповідно, об’ємна маса зерна та соломи, т/м<sup>3</sup> (табл. 4.20);

$g$  – прискорення сили земного тяжіння, ( $g=9,8$ м/с<sup>2</sup>);

$f_a$  – коефіцієнт опору кочення агрегату (табл. 4.3);

$\eta_{тр}$  – ККД трансмісії комбайну:

$$\eta_{тр} = \eta_m \eta_n, \quad (4.58)$$

$\eta_m$  – механічний ККД зубових передач ( $\eta_m=0,85$  – для комбайна);

$\eta_n$  – ККД клиноремінної передачі ( $\eta_n=0,90-0,98$ ) (табл. 3.5);

$N_{np}$  – потужність, яка витрачається на привід робочих органів (холостий хід –  $N_{xx}$ ) і обробіток маси матеріалу, кВт:

$$N_{np}=N_{xx}+0,1N_yq_m, \quad (4.59)$$

$N_{xx}$  – потужність, яка втрачається на неробочий хід агрегату, кВт (табл. 4.10; 4.12);

$N_y$  – питома потужність, яка необхідна для обробітку 1кг маси за 1с, кВт с/кг (табл. 4.10; 4.12).

При  $N_e < N_{en}$  агрегат повинен працювати на швидкості не більшій ніж  $V_{pnp}$ .

Якщо  $N_e > N_{en}$ , то необхідно визначити максимально можливу швидкість руху агрегату виходячи з загрузки двигуна.

2.2. Максимально можлива швидкість агрегату, яка обумовлена потужністю двигуна:

для зерно-кукурудзо-кормо-картоплезбирального комбайнів

$$V_{pN} = \frac{3,6(N_{en} - N_{xx})}{\frac{G_a(f_a \pm \sin \alpha)}{\eta_{тр}} + \frac{N_y B_p H}{10}}, \quad (4.60)$$

де  $N_{en}$  – номінальна потужність двигуна комбайна, кВт (табл.4.9; 4.11);

для бурякозбиральних комбайнів:

$$V_{pN} = \frac{3,6(N_{en} - N_p n_p) \eta_{тр} \eta_{\delta}}{G_k(f_k \pm \sin \alpha)}, \quad (4.61)$$

де  $N_p$  – потужність, яка витрачається на обробіток одного рядка, кВт (табл. 4.12);

$n_p$  – кількість рядків, яка збирається (табл. 4.11);

$\eta_{\text{тр}}$  – ККД трансмісії комбайну (КС –  $\eta_{\text{тр}}=0,8$ ; РКС –  $\eta_{\text{тр}}=0,95$ );

$G_k$  – вага комбайну, кН (табл. 4.11);

$\eta_0$  – коефіцієнт, що враховує втрати на подолання буксування ( $\eta_0=0,80-0,88$ ).

### 3. Вибір режиму роботи.

Порівнюючи розраховані швидкості, вибирають серед них меншу для подальших розрахунків.

Таблиця 4.10 – Енергетичні і кінематичні параметри самохідних зернозбиральних комбайнів

| Марка комбайну       | Пропускна здатність<br>ц/м, кг/с | Потужність на<br>неробочий хід робочих<br>органів $N_{\text{хх}}$ , кВт | Питома потужність на<br>обробіток маси $N_y$ , кВт<br>с/кг | Радіус повороту $R_n$ , м | Кінематична довжина<br>Ік, м |
|----------------------|----------------------------------|---|--|---------------------------|------------------------------|
| 1                    | 2                                | 3   | 4  | 5                         | 6                            |
| СК-4                 | 4,0                              | 9,0   | 6,7  |                           |                              |
| СК-5М Нива           | 5,0                              | 10,5  | 7,4  | 7,5                       | 2,6                          |
| СК-6А Колос          | 6,0                              | 12,0  | 7,7  | 7,2                       | 3,0                          |
| Дон-1200             | 7,0                              | 12,8  | 8,0  | 8,9                       | 3,5                          |
| Дон-1500             | 8,0                              | 16,0  | 8,0  | 8,9                       | 3,5                          |
| КЗС-9М Славутич      | 9,0                              | 18,4  | 10,2   | 7,7                       | 3,4                          |
| Лан                  | 9,0                              | 19,5  | 10,8   | 6,9                       | 3,2                          |
| КЗСР-9М Славутич     | 11,0                             | 20,6  | 9,4  | 7,7                       | 3,4                          |
| Vizon BS-Z-110       | 6,0                              | 13,6  | 11,3   | 5,2                       | 2,5                          |
| Claas Dominator 1085 | 6,0...7,0                        | 13,2  | 10,1   | 5,3                       | 3,3                          |
| MDW E 525 H          | 7,0                              | 14,0  | 10,0   | 5,2                       | 2,8                          |
| John Deere 9500 M    | 8,5...9,0                        | 16,0  | 8,9  | 6,3                       | 3,1                          |
| Massey Ferguson MF   | 8,0...9,0                        | 21,3  | 11,5   | 5,7                       | 3,1                          |

|      |  |  |  |  |  |
|------|--|--|--|--|--|
| 40RS |  |  |  |  |  |
|------|--|--|--|--|--|



Таблиця 4.9 – Технічні характеристики комбайнів зернозбиральних

| Країна.<br>Фірма-виготовлювач.<br>Марка комбайна   | Потужність<br>двигуна, кВт (число<br>циліндрів) | Ширина жатки, м | Ємкість бункера, м <sup>3</sup> | Габаритні розміри<br>(без жатки), м |
|--|---|-----------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1  | 2   | 3               | 4                               | 5                                   |
| Потужністю до 90кВт                                |   |                 |                                 |                                     |
| Fiatagri, 3500                                     | 85 (6)  | 3,1-3,9         | 4,18                            | 7,2x2,92x3,7                        |
| Massey Ferguson, MF 21 H                           | 65 (4)  | 2,95-3,25       | 2,6                             | 7,0x2,99x3,12                       |
| Massey Ferguson, MF 21 M                           | 63 (4)  | 2,95-3,25       | 2,6                             | 7,0x2,99x3,12                       |
| Massey Ftrguson, MF 24                             | 79 (6)  | 3,25-3,7        | 3,2                             | 7,7x2,95x3,45                       |
| Agromet, Bizon Record Z 058                        | 88,2  | 3,6-5,0         | 3,5                             | 8,77x4,03x3,95***                   |
| АО "Красноярский завод комбайнов",<br>"Енисей-900" | 59 (4)  | 3,2-4,1         | 2,5                             | 9,0x4,6x3,7***                      |
| АО "Таганрогский комбайновый<br>завод", КЗС –3     | 57 (4)  | 3,2-4,1         | 2,5                             | 8,5x3,8x3,7***                      |
| АТ "Завод "Автоштамп"<br>м.Олександрія МЗСК – 500  | 63 (4)  | 2,35-3,2        | 2,6                             | 8,5x2,9x3,3                         |

довження таблиці 4.9

| 2                       | 3      | 4         | 5   | 6                 |
|-------------------------|--------|-----------|-----|-------------------|
| Ford New Holland, TC 52 | 81 (4) | 3,05-4,57 | 3,5 | 7,43x2,8x3,6      |
| John Deere, 1144        | 55 (4) | 3,05      | 2,1 | 6,48x3,0x3,69     |
| John Deere, 1155        | 63 (4) | 3,05-4,2  | 3   | 7,1x2,83x3,78     |
| John Deere, 1157        | 77 (6) | 3,05-4,85 | 3,5 | 7,1x2,83x3,78     |
| John Deere, 1158        | 84 (6) | 3,05-4,85 | 3,5 | 7,1x2,83x3,78     |
| Sampo Rosenlew, SR 2020 | 58 (4) | 2,85      | 2,5 | 7,55x3,34x3,05*** |
| Sampo Rosenlew, SR 2025 | 64 (4) | 3,25      | 2,5 | 7,55x3,34x3,5***  |

|                              |        |         |     |                   |
|------------------------------|--------|---------|-----|-------------------|
| Sampo Rosenlew, SR 2045      | 64 (4) | 3,25    | 3,3 | 8,63x2,85x3,5***  |
| Sampo Rosenlew, SR 2050      | 74 (4) | 3,6     | 3,3 | 8,63x2,85x3,5***  |
| Sampo Rosenlew, SR 2055      | 88 (6) | 3,6-4,3 | 3,7 | 8,63x2,85x3,5***  |
| Sampo Rosenlew, SR 580       | 54 (4) | 2,82    | 2,1 | 7,55x3,04x3,26    |
| Sampo Rosenlew, SR 680       | 62 (4) | 3,12    | 2,5 | 7,55x3,35x3,25*** |
| Sampo Rosenlew, SR 690 Turbo | 68 (4) | 3,58    | 3   | 7,55x3,85x3,25*** |
| Claas, Dominator 48S         | 59 (4) | 2,7     | 2,4 | 6,14x2,93x3,2     |
| Claas, Dominator 58 Spezial  | 74 (6) | 3,0-3,6 | 2,7 | 6,6x2,93x3,66     |
| Claas, Dominator 68S         | 77 (6) | 3,0-3,9 | 3,2 | 7,05x3,0x3,74     |
| Deutz Fahr, M. 1202          | 81 (6) | 3,0-5,4 | 3   | 7,4x2,94x3,52     |
| Deutz Fahr, M. 33.60         | 54 (4) | 2,7     | 2,3 | 8,02x3,0x3,1      |
| Deutz Fahr, Powerliner 4030  | 85 (6) | 3,0-4,8 | 4,4 | 7,71x2,93x3,49    |

Довження таблиці 4.9

| 2  | 3       | 4        | 5   | 6                 |
|--|---------|----------|-----|-------------------|
| Потужністю від 90 до 130кВт                            |         |          |     |                   |
| Fiatagri, 3790   | 129 (6) | 3,9-4,8  | 6   | 8,0x3,0x3,9       |
| Fitargi, 3750  | 114 (6) | 3,9-4,8  | 6   | 8,0x3,0x3,9       |
| Fitargi, L 517 H                                       | 124 (6) | 3,9-4,8  | 6   | 7,65x3,2x3,95     |
| Fitargi, L 517 Integrale                               | 124 (6) | 4,8-5,2  | 6   | 8,3x3,49x3,98     |
| Fitargi, L 517 M                                       | 124 (6) | 3,9-4,8  | 6   | 7,65x3,2x3,95     |
| Fitargi, L 517 MCS                                     | 124 (6) | 3,9-4,8  | 6   | 7,65x3,2x3,95     |
| Massey Ferguson, MF 27                                 | 103 (6) | 3,7-4,3  | 4,2 | 7,94x3,03x3,7     |
| Massey Ferguson, MF 30                                 | 110 (6) | 3,7-4,3  | 5,2 | 8,0x3,1x3,92      |
| Massey Ferguson, MF 32                                 | 129 (6) | 3,7-4,95 | 5,2 | 8,0x3,1x3,92      |
| Agromed, Bizon Z 058                                   | 92      | 3,6-5,2  | 4   | 8,6x4,63x3,92***  |
| АО "Красноярский завод комбайнов",<br>"Енисей-1200-1"  | 103 (4) | 4,1-6,0  | 4,5 | 10,64x7,51x3,8*** |
| АО "Красноярский завод комбайнов",<br>"Енисей-1200-1М" | 103 (4) | 4,1-7,0  | 4,5 | 10,7x7,51x3,8***  |
| АО "Красноярский завод комбайнов",<br>"Енисей-1200 Н"  | 103 (4) |          | 4,5 | 10,6x5,4x3,99***  |

|   |         |         |     |   |
|---|---------|---------|-----|---|
| АО "Красноярский завод комбайнов", "Енисей-1200 НМ" | 118 (4) | 4,1-7,0 | 4,5 | – |
| АО "Красноярский завод комбайнов", "Енисей-1200 П"  | 103 (4) |         | 4,5 | – |

овження таблиці 4.9

| 2  | 3       | 4         | 5    | 6                 |
|--|---------|-----------|------|-------------------|
| АО "Красноярский завод комбайнов", "Енисей-1200" | 103 (4) | 4,1-6,0   | 4,5  | 10,6x7,5x3,8***   |
| АО "Красноярський завод комбайнов", "Кедр-1200"  | 118 (4) | 4,1-7,0   | 5    | 10,1x8,5x3,8***   |
| АО "Ростсельмаш", "Дон-1200 Б"                   | 118 (4) | 6,0-8,6   | 6    | 11,1x4,33x3,96*** |
| АО "Ростсельмаш", "Дон-1200"                     | 118 (4) | 6,0-8,6   | 6    | 11,5x6,3x3,8***   |
| АО "Ростсельмаш", СК-5М "Нива"                   | 103 (4) | 4,1-6,0   | 3    | 11,9x6,72x3,9***  |
| АО "Ростсельмаш", СК-6А "Колос"                  | 110 (4) | 4,1-7,0   | 3    | 12,0x6,3x3,8***   |
| Ford New Holland, TC 32                          | 114 (6) | 3,65-5,18 | 5,6  | 8,33x2,99x3,62    |
| Ford New Holland, TC 54                          | 114 (6) | 3,65-4,57 | 4,83 | 7,43x3,02x3,6     |
| Ford New Holland, TC 54                          | 92 (6)  | 3,05-5,18 | 3,98 | 7,43x2,8x3,6      |
| Ford New Holland, TX 30                          | 103 (6) | 3,65-3,96 | 4,93 | 8,33x2,99x3,56    |
| John Deere, 1166 SII                             | 92 (6)  | 3,65-4,85 | 4,4  | 7,3x2,87x3,83     |
| John Deere, 1166 SII Hydro 4                     | 110 (6) | 3,05-4,85 | 4,4  | 7,3x2,87x3,83     |
| John Deere, 1169 HSII                            | 92 (6)  | 3,65-4,85 | 3,9  | 7,56x3,0x3,99     |
| John Deere, 1169 HSII Hydro 4                    | 110 (6) | 3,65-4,85 | 3,9  | 7,56x3,0x3,99     |
| John Deere, 1174 SII                             | 92 (6)  | 3,65-5,5  | 4,8  | 7,3x3,0x3,83      |
| John Deere, 1174 SII Hydro 4                     | 110 (6) | 3,65-5,5  | 4,8  | 7,3x3,0x3,83      |
| John Deere, 1177 SII                             | 117 (6) | 3,65-5,5  | 6    | 7,98x3,0x3,86     |
| Sampo Rosenlew, SR 2060                          | 103 (6) | 4,3       | 4,2  | 8,63x2,95x3,5***  |

овження таблиці 4.9

| 2                           | 3       | 4       | 5   | 6              |
|-----------------------------|---------|---------|-----|----------------|
| Claas, 202 Mega             | 118 (6) | 3,9-4,5 | 5,2 | 8,1x3,0x3,8    |
| Claas, 203 Mega             | 125 (5) | 4,5-5,1 | 6,2 | 8,62x3,24x3,82 |
| Claas, Dominator 78 Classic | 118 (6) | 3,9-5,1 | 5,2 | 8,17x3,0x3,78  |

|                                |         |         |     |               |
|--------------------------------|---------|---------|-----|---------------|
| Claas, Dominator 78 Classic    | 91 (6)  | 3,6-3,9 | 4,2 | 8,16x3,0x3,77 |
| Claas, Dominator 88 Classic    | 115 (6) | 3,6-4,5 | 4,6 | 7,64x3,0x3,78 |
| Claas, Dominator 88S L Maxi    | 118 (6) | 3,9-5,1 | 5,2 | 6,4x3,0x3,78  |
| Claas, Dominator 98 SL Classic | 125 (6) | 3,0-6,0 | 6,5 | 8,68x3,0x3,9  |
| Deutz Fahr, Starliner 4040     | 110 (6) | 3,0-5,4 | 5,2 | 7,65x2,95x3,6 |
| Deutz Fahr, Starliner 4045 H   | 118 (6) | 3,0-5,4 | 5,2 | 7,65x2,95x3,6 |
| Deutz Fahr, Topliner 4060 H    | 125 (6) | 4,5-5,1 | 5,2 | 8,17x3,0x3,78 |
| Deutz Fahr, Topliner 4060      | 125 (6) | 3,0-6,0 | 6,5 | 8,68x3,0x3,9  |
| Deutz Fahr, Topliner 4060 H    | 125 (6) | 3,0-6,0 | 6,5 | 8,68x3,0x3,9  |
| MDW, E 5 24                    | 114 (6) | 3,6-5,4 | 5,2 | 7,88x3,18x3,9 |
| MDW, E 514                     | 92 (6)  | 3,6-5,7 | 3,6 | 7,42x2,88x3,9 |
| MDW, E 514 S                   | 104 (6) | 3,6-5,7 | 4,5 | 7,42x3,16x3,9 |
| MDW, E 524 S                   | 129 (6) | 3,6-5,4 | 5,4 | 7,88x3,18x3,9 |
| MDW, E 525                     | 129 (6) | 3,6-5,4 | 5,4 | 7,88x3,18x3,9 |

Потужністю понад 130кВт

|                |         |         |     |               |
|----------------|---------|---------|-----|---------------|
| Fiatagri, 3850 | 132 (6) | 4,2-6,0 | 6,4 | 7,94x3,48x3,9 |
| Fiatagri, 3890 | 147 (6) | 4,2-6,0 | 6,5 | 7,94x3,48x3,9 |

овження таблиці 4.9

| 2                              | 3         | 4         | 5   | 6               |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----|-----------------|
| Fiatagri, L 521 Integrale      | 176 (6)   | 4,8-6,0   | 6   | 7,65x3,49x3,98  |
| Fiatagri, L 521 MCS            | 151 (6)   | 4,8-6,0   | 6,5 | 7,65x3,2x3,95   |
| Fiatagri, L 524 MCS            | 176 (6)   | 4,8-6,0   | 6,5 | 7,65x3,2x3,95   |
| Fiatagri, L 624 MCS            | 176 (6)   | 5,4-6,6   | 7   | 7,65x3,49x3,95  |
| Fiatagri, L 626 Integrale      | 191 (6)   | 5,4-6,6   | 7   | 7,65x3,49x3,95  |
| Fiatagri, L 626 MCS            | 191 (6)   | 5,4-6,6   | 7   | 7,65x3,49x3,95  |
| Fiatagri, MX 300               | 221 (6)   | 4,8-5,4   | 9   | 8,13x3,5x3,95   |
| Massey Ferguson, MF 34         | 147 (6)   | 4,3-5,55  | 6,4 | 8,3x3,29x4,0    |
| Massey Ferguson, MF 36 RS      | 162 (6)   | 4,34-6,75 | 6,4 | 8,3x3,29x4,0    |
| Massey Ferguson, MF 38         | 195 (6)   | 4,95-6,75 | 7,9 | 8,3x3,5x4,0     |
| Massey Ferguson, MF 40 RS      | 214 (6)   | 4,95-6,75 | 7,9 | 8,3x3,5x4,05    |
| Western Combine,8570           | 176 (6)   | 5,5-9,0   | 8   | 7,09x3,99x4,06  |
| АО "Ростсельмаш", "Дон-1500 Б" | 165,5 (6) | 6,0-8,6   | 6   | 12,0x8,5x4,2*** |

|  |         |         |   |                  |
|--|---------|---------|---|------------------|
| АО "Ростсельмаш", Дон-2600                   | 206 (6) | 6,0-8,6 | 6 | 12,0x8,5x3,98*** |
| АО "Таганрогский комбайновый завод", СК-10 В | 184 (6) | 6,0-8,6 | 6 | 10,7x8,2x3,9***  |
| АО "Ростсельмаш", "Дон-1500 А"               | 162 (6) | 6,0-8,6 | 6 | 12,0x8,5x3,98*** |
| ВАТ "Херсонські комбайни" КЗС-9-1 "Славутич" | 184 (6) | 6,0-8,6 | 7 | 12,0x3,9x4,0     |

овження таблиці 4.9

| 2   | 3       | 4         | 5    | 6                |
|---|---------|-----------|------|------------------|
| АТ "Завод "Автоштамп" м.Олександрія "Лан" | 195 (6) | 6,0-8,6   | 6,5  | 12,0x3,9x4,0     |
| Agromet, Bizon BS Z 110                   | 132     | 3,6-5,0   | 5    | 12,6x3,1x3,85*** |
| Case IH, 1640                             | 132 (6) | 3,7-4,3   | 5,11 | 6,78x3,27x3,95   |
| Case IH, AF 1660                          | 158 (6) | 4,3-5,5   | 6,34 | 6,78x3,27x3,95   |
| Case IH, AF 1680                          | 191 (6) | 4,9-6,1   | 7,28 | 6,78x3,49x3,95   |
| Case IH, AF 2144                          | 134 (6) | 3,35-7,62 | 5,11 | –                |
| Case IH, AF 2166                          | 160 (6) | 3,35-7,62 | 6,3  | –                |
| Case IH, AF 2188                          | 194 (6) | 3,35-9,15 | 7,4  | –                |
| Claas, Dominator 108 Classic              | 132 (6) | 4,5-6,0   | 6,5  | 8,17x3,49x3,84   |
| Ford New Holland, TF 44                   | 186 (6) | 4,57-6,09 | 7,05 | 7,69x2,99x4,0    |
| Ford New Holland, TF 46                   | 243 (6) | 6,09-7,32 | 9,16 | 7,69x3,49x4,05   |
| Ford New Holland, TR 97                   | 199 (6) | 4,9-9,1   | 8,5  | 9,19x3,3x3,73    |
| Ford New Holland, TX 34                   | 151 (6) | 4,57-6,09 | 6    | 8,33x2,99x3,62   |
| Ford New Holland, TX 34E                  | 135 (6) | 3,65-5,18 | 5,6  | 8,33x2,99x3,62   |
| Ford New Holland, TX 66                   | 188 (6) | 5,18-7,32 | 8    | 8,34x3,49x3,93   |
| Ford New Holland, TX 68                   | 176 (6) | 5,18-7,32 | 9,5  | 8,34x3,49x3,93   |
| Ford New Holland, TX 6E                   | 176 (6) | 5,18-7,32 | 9,5  | 8,34x3,49x3,93   |
| John Deere, 1177 SII Hydro 4              | 140 (6) | 3,65-5,5  | 6    | 7,98x3,0x3,83    |
| John Deere, 1188 SII Hydro 4              | 151 (6) | 3,65-5,5  | 6    | 7,48x3,0x3,83    |

овження таблиці 4.9

| 2                | 3       | 4        | 5 | 6            |
|------------------|---------|----------|---|--------------|
| John Deere, 2054 | 132 (6) | 4,25-6,1 | 6 | 8,63x3,0x3,7 |

|                             |          |          |     |                |
|-----------------------------|----------|----------|-----|----------------|
| John Deere, 2054 Hillmaster | 132 (6)  | 4,25-6,1 | 6   | 8,63x3,0x3,73  |
| John Deere, 2056            | 132 (6)  | 4,25-6,1 | 6   | 8,63x3,0x3,73  |
| John Deere, 2056 Hillmaster | 132 (6)  | 4,25-6,1 | 6   | 8,63x3,0x3,73  |
| John Deere, 2058            | 170 (6)  | 5,5-6,1  | 7   | 8,63x3,0x3,73  |
| John Deere, 2058 Hillmaster | 170 (6)  | 5,5-6,1  | 7   | 8,63x3,0x3,73  |
| John Deere, 2064            | 170 (6)  | 5,5-6,1  | 7   | 8,63x3,3x3,94  |
| John Deere, 2064 Hillmaster | 170 (6)  | 5,5-6,1  | 7   | 8,63x3,3x3,94  |
| John Deere, 2066            | 199 (6)  | 5,5-7,6  | 7,5 | 8,63x3,3x3,94  |
| John Deere, 2066 Hillmaster | 199 (6)  | 5,5-7,6  | 7,5 | 8,63x3,3x3,94  |
| John Deere, 2068            | 243 (6)  | 5,5-7,6  | 7,5 | 8,63x3,3x3,95  |
| John Deere, 9400 Maximizer  | 138 (6)  | 5,5-6,1  | 6,4 | –              |
| John Deere, 9500 Maximizer  | 175 (6)  | 5,5-6,1  | 7,2 | –              |
| John Deere, 9600 Maximizer  | 194 (6)  | 5,5-7,6  | 8,5 | –              |
| John Deere, CTS             | 213 (6)  | 5,5-7,6  | 7,2 | –              |
| New Holland, TR 87          | 149 (6)  | 4,9-9,1  | 6,7 | 9,27x3,25x3,63 |
| Claas, 204 Mega             | 147 (6)  | 4,5-5,1  | 6,2 | 8,62x3,24x3,82 |
| Claas, 208 Mega             | 176 (6)  | 4,5-6,6  | 7,5 | 8,62x3,3x3,85  |
| Claas, 218 Mega             | 199 (6)  | 4,5-6,6  | 7,5 | 8,62x3,3x3,85  |
| Claas, Commandor 228 CS     | 242 (10) | 5,1-7,5  | 10  | 7,56x3,47x3,83 |

овження таблиці 4.9

| 2                                   | 3       | 4       | 5   | 6              |
|-------------------------------------|---------|---------|-----|----------------|
| Claas, Dominator 108 SLMaxi         | 163 (6) | 4,5-6,0 | 7,5 | 8,17x3,3x3,85  |
| Claas, Dominator 118 SL Maxi-plus 3 | 191 (6) | 4,5-6,0 | 7,5 | 8,17x3,3x3,85  |
| Claas, Dominator 98 SL Maxi         | 147 (6) | 4,5-5,1 | 6,2 | 8,17x3,0x3,82  |
| Deutz Fahr, Topliner 4065 H         | 141 (6) | 3,0-6,0 | 6,5 | 8,68x3,0x3,9   |
| Deutz Fahr, Topliner 4065 HTS       | 141 (6) | 3,0-6,0 | 6,5 | 8,68x3,0x3,9   |
| Deutz Fahr, Topliner 4070 H         | 141 (6) | 3,6-7,2 | 6,5 | 8,68x3,24x3,95 |
| Deutz Fahr, Topliner 4070 HTS       | 141 (6) | 3,6-7,2 | 6,5 | 8,68x3,24x3,35 |
| Deutz Fahr, Topliner 4075 H         | 165 (6) | 3,6-7,2 | 6,5 | 8,68x3,24x3,95 |
| Deutz Fahr, Topliner 4075 HTS       | 165 (6) | 3,6-7,2 | 6,5 | 8,68x3,24x3,95 |
| Deutz Fahr, Topliner 4080 H         | 184 (8) | 3,6-7,2 | 7,5 | 9,24x3,24x3,95 |
| Deutz Fahr, Topliner 4080 HTS       | 184 (8) | 3,6-7,2 | 7,5 | 9,24x3,24x3,95 |

|                               |         |         |     |                |
|-------------------------------|---------|---------|-----|----------------|
| Deutz Fahr, Topliner 4090 HTS | 228 (8) | 3,6-7,2 | 8,5 | 9,24x3,24x3,95 |
| Deutz Fahr, Topliner 4090 II  | 228 (8) | 3,6-7,2 | 8,5 | 9,24x3,24x3,95 |
| MDW, E 525 H                  | 143 (6) | 3,6-5,4 | 5,4 | 14,92x3,18x3,9 |
| MDW, E 525 ST                 | 162 (6) | 5,4-7,2 | 8   | 8,94x3,55x3,98 |
| MDW, E 527 STS                | 199 (6) | 5,4-7,7 | 8   | 8,94x3,55x3,98 |

\*\*\*Габаритні розміри та вага з жаткою.

Довідка: CDM – Канада; RUS – Росія; D – Німеччина;  
SF – Фінляндія; I – Італія; UA – Україна; PL – Польща USA  
– США





Таблиця 4.11 – Технічні характеристики комбайнів спеціальних самохідних

| Марка                  | Потужність двигуна, кВт | Ширина захвату, м | Кількість рядків | Ширина міжряддя, м | Вага, кН | Швидкість руху, км/год | Довжина, м |
|------------------------|-------------------------|-------------------|------------------|--------------------|----------|------------------------|------------|
| 1                      | 2                       | 3                 | 4                | 5                  | 6        | 7                      | 8          |
| бурякозбиральні        |                         |                   |                  |                    |          |                        |            |
| КС-6Б                  | 110                     | 2,7               | 6                | 0,45               | 94,5     | 5,0...11,0             | 7,0        |
| РКС-6                  | 59                      | 2,7               | 6                | 0,45               | 79,0     | 5,0...7,2              | 6,5        |
| РКС-4                  | 59                      | 2,4               | 4                | 0,60               | 79,0     | 5,0...7,2              | 6,5        |
| РКМ-6                  | 118                     | 2,7               | 6                | 0,45               | 88,0     | 7,0...9,0              | 7,3        |
| МКК-6-02               | 59                      | 2,7               | 6                | 0,45               | 86,0     | до 6,0                 | 7,1        |
| кукурудзозбиральні     |                         |                   |                  |                    |          |                        |            |
| КСКУ-6                 | 153                     | 4,2               | 6                | 0,70               | 129,6    | 3,0...6,0              | 12,0       |
| картоплезбиральні      |                         |                   |                  |                    |          |                        |            |
| КСК-4-1                | 110                     | 2,8               | 4                | 0,70               | 120,0    | до 6,0                 | 10,0       |
| кормозбиральні         |                         |                   |                  |                    |          |                        |            |
| КСК-100 А-1            | 147                     | 4,2; 2,2          |                  |                    | 88,5     | до 12,0                | 6,5        |
| КПС-5-Б                | 59                      | 5,0               |                  |                    | 67,5     | до 10,0                | 6,0        |
| К-Г-6<br>"Полісся-250" | 206                     | 2,2...3,3         |                  |                    | 116,7    | до 12,0                |            |
| "Марал 125"            | 125                     | 4,2               |                  |                    | 99,5     | до 12,0                |            |
| "Полісся-700"          | 195                     | 2,2; 3,0;<br>5,0  |                  |                    | 85,0     | до 10,0                |            |
| Дон-680                | 218                     | 2,2; 3,0;<br>5,0  |                  |                    | 86,3     | до 12,0                | 84,0       |
| СКП-0,1<br>(косарка)   |                         | 5,1               |                  |                    | 49,0     | до 12,0                |            |

Продовження таблиці 4.11

| 1                   | 2   | 3                 | 4 | 5 | 6    | 7       | 8    |
|---------------------|-----|-------------------|---|---|------|---------|------|
| СКП-10<br>(косарка) | 39  | 10,0              |   |   | 45,0 | до 12,0 | 6,5  |
| Е-301 (косарка)     | 39  | 4,25              |   |   | 55,0 | до 10,0 | 12,0 |
| КСГ-3,2             | 74  | 3,2               |   |   | 88,5 | до 9,0  | 10,0 |
| Е-281               | 125 | 2,1; 2,4;<br>4,25 |   |   | 86,0 | до 9,0  | 11,0 |

Таблиця 4.12 – Енергетичні параметри комбайнів спеціальних самохідних

| Агрегати              | Потужність двигуна $N_{ен}$ , кВт | Пропускна здатність $q_m$ , кг/с | Питома потужність на обробіток маси $N_u$ , кВт с/кг | Потужність на холостий хід робочих органів $N_{хх}$ , кВт | Приведена потужність на 1 рядок $N_p$ , кВт |
|-----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--|---|---|
| 1                     | 2                                 | 3                                | 4  | 5   | 6   |
| Кукурудзозбиральні:   |                                   |                                  |  |   |   |
| КСКУ-6 "Херсонец-200" | 153                               | 10...12                          | 5  | 13  |   |
| Картоплезбиральні     |                                   |                                  |  |   |   |
| КСК-4-1               | 110                               | 200...250                        | 0,2...0,3  | 12  |   |
| Кормозбиральні:       |                                   |                                  |  |   |   |
| КСК-100 А-1           | 147                               | 30                               | 0,9...1,1  | 9   |   |
| КСГ-Ф-70              |                                   | 28                               | 0,9...1,1  | 8   |   |
| КПС-5-Г               | 59                                | 25                               | 0,9...1,1  | 8   |   |
| К-Г-6 "Полісся-250"   | 206                               | 28                               | 0,9...1,1  | 8   |   |
| "Марал-125"           | 125                               | 25                               | 0,9...1,1  | 9   |   |

|               |     |    |           |   |  |
|---------------|-----|----|-----------|---|--|
| "Полісся-700" | 195 | 32 | 0,9...1,1 | 9 |  |
|---------------|-----|----|-----------|---|--|

Продовження таблиці 4.12

| 1                       | 2   | 3        | 4         | 5 | 6    |
|-------------------------|-----|----------|-----------|---|------|
| Дон-680                 | 218 | 30...110 | 0,9...1,1 | 9 |      |
| Е-281                   | 125 | 20       | 0,9...1,1 | 8 |      |
| КСГ-3,2                 | 74  | 20       |           | 8 |      |
| СКП-10 (косарка)        | 39  |          |           | 8 |      |
| Е-301 (косарка)         | 39  |          |           | 8 |      |
| <b>Бурякозбиральні:</b> |     |          |           |   |      |
| КС-6Б                   | 110 |          |           |   | 11,5 |
| РКМ-6                   | 118 |          |           |   | 11,5 |
| РКС-6                   | 59  |          |           |   | 7,0  |
| РКС-4                   | 59  |          |           |   | 7,0  |
| МКК-6-02                | 59  |          |           |   | 7,0  |

### 4.3.2. Транспортний (тракторний) агрегат

#### *Вихідні дані:*

Вид вантажоперевезень (клас вантажу).

Дорожні умови (група доріг).

#### *Порядок виконання роботи*

1. Згідно з видом вантажоперевезень і дорожніми умовами вибрати трактор і причіп.

Найбільший вплив на режим роботи здійснюють тягові можливості тракторів і експлуатаційні властивості причепів.

Колісні трактори, які використовуються для транспортних робіт, мають одну–дві транспортні швидкості. Але не завжди робота на транспортних швидкостях забезпечує максимальну продуктивність агрегату. Робота на менших швидкостях, яким відповідає максимум тягової потужності і ККД трактора, дає можливість збільшити масу вантажу для транспортування.

Більш високі швидкості, в тому числі і транспортні, слід використовувати для буксирування трактором порожніх причепів.

Тому-то, якщо по стану дорожніх умов і наявності причепів є можливість повністю загрузити трактор на швидкості, якій відповідає його максимальна тягова потужність, то агрегат слід комплектувати із розрахунку тягового зусилля на цій швидкості.

2. Визначити розрахункове тягове зусилля, яке необхідне для подолання підйому при зрушенні з місця з урахуванням дорожніх умов:

$$P_{тр} = G_{тр} [f_{тр} (a_{тр} - 1) + \sin \alpha] + G_{тр.зр} (f_{тр} a_{тр} + \sin \alpha), \quad (4.62)$$

де  $G_{тр}$  – вага трактора, кН (табл. 3.8);  
 $f_{тр}$  – коефіцієнт опору кочення трактора (табл. 4.16);  
 $f_{пр}$  – коефіцієнт опору кочення причепа (табл. 4.3);  
 $a_{тр}$  и  $a_{пр}$  – коефіцієнти підвищення опору руху при зрушенні з місця, відповідно, трактору та причепу (табл. 4.13);  
 $G_{тр.зр}$  – вага причепа з вантажем, кН.

$$G_{тр.зр} = G_{пр} + Q_{зр}, \quad (4.63)$$

де  $G_{пр}$  – вага незавантаженого причепа, кН (табл. 4.15);  
 $Q_{зр}$  – вага вантажу в причепі (кН) визначається по залежності:

$$Q_{зр} = V \gamma_{зр} \alpha_{пр} g, \quad (4.64)$$

$V$  – об'єм кузова, м<sup>3</sup> (табл. 4.15);  
 $\gamma_{зр}$  – об'ємна маса вантажу, т/м<sup>3</sup> (табл. 4.20);  
 $g$  – прискорення сили земного тяжіння, м/с<sup>2</sup>;  
 $\alpha_{пр}$  – коефіцієнт використання об'єму кузова:  
 приймають:

для причепів з основними бортами –  $\alpha_{пр} = 1$  ;

для причепів з надставними бортами –  $\alpha_{пр} = 0,8$ .

Таблиця 4.13 – Коефіцієнти підвищення опору руху колісного трактора ( $a_{mp}$ ) і причепа ( $a_{np}$ ) при зрушенні з місця в залежності від дорожніх умов

| Група доріг | $a_{mp}$ | $a_{np}$  |
|-------------|----------|-----------|
| I           | 2,48     | 1,5...1,8 |
| II          | 1,84     | 1,76      |
| III         | 2,12     | 1,87      |

3. Передача, яка необхідна для подолання підйому при зрушенні з місця, вибирається по розрахунковому тяговому зусиллю ( $P_{тр}$ ) з тягової характеристики трактора (табл. 3.11) в режимі експлуатації  $N_T=N_{T,max}$  для відповідних дорожніх умов. Номінальне тягове зусилля вибраної передачі повинно бути більшим, ніж розрахункове:  $P_{Тн} \geq P_{Тр}$ .

4. При виконанні транспортних робіт виникають незадовільні дорожні умови, які створюються в результаті впливу природно-кліматичних факторів. Розрахунок складу тракторного агрегату в таких умовах необхідно виконувати не тільки по потужності двигуна, а і по силі зчеплення ведучих коліс з ґрунтом.

Достатність сили зчеплення на вибраній передачі перевіряють, користуючись слідуючою умовою:

$$F_{зmax} - G_{np} ( f_{np} a_{np} + \sin \alpha ) \geq G_{npz} ( f_{np} a_{np} + \sin \alpha ) , (4.65)$$

де  $F_{зmax}$  – макс. сила зчеплення ведучих коліс з ґрунтом, кН.  
Для трактора з причепом:

$$F_{зmax} = G_з \mu . \quad (4.66)$$

Для трактора з напівпричепом:

$$F_{зmax} = (G_3 + \frac{L_{np} + l_{np}}{L_{np}} Q_\delta) \mu, \quad (4.67)$$

де  $\mu$  – коефіцієнт зчеплення рушіїв трактора з ґрунтом, який залежить від дорожніх умов (табл. 4.16);

$G_3$  – зчіпна вага трактора, кН;

$l_{np}$  – відстань від причіпної скоби до осі задніх коліс трактора по горизонталі, м (для тракторів з однією ведучою віссю – це кінематична довжина трактора) (табл. 4.14);

$Q_\delta$  – додаткове навантаження, що передається від напівпричепа на причіпну скобу трактора, кН (табл. 4.15).

гусеничного, або трактора з двома ведучими мостами:

$$G_3 = G_{mp} \cos \alpha, \quad (4.68)$$

колісного трактора з однією ведучою віссю:

$$G_3 = \frac{G_{mp} (L_{np} - a) \cos \alpha + M_o}{L_{np}}, \quad (4.69)$$

де  $L_{mp}$  – поздовжня база трактора, м (табл. 3.8);

$a$  – відстань від центру тяжіння трактора до вертикальної площини, яка проходить через геометричну вісь кочення ведучих коліс, м (табл. 3.8);

$M_o$  – крутний момент на ведучих колесах трактора, кН м:

$$M_o = 0,159 \frac{N_{ен} i_r \eta_{тр}}{n_n}, \quad (4.70)$$

де  $N_{ен}$  – номінальна ефективна потужність двигуна, кВт (табл. 3.8);

$i_r$  – передаточне число трансмісії на обраній передачі (табл. 3.8);

$n_n$  – номінальна частота обертання колінвала двигуна,  $s^{-1}$  (табл. 3.8);

$\eta_{тр}$  – ККД трансмісії трактора (методика розрахунку сили тяги – формули 3.3 і 3.4).

Таблиця 4.14 – Відстань від причіпної скоби до осі задніх коліс ( $l_{np}$ )

| Марка трактора | T-25 | T-40 | MTЗ  | T-150 К | K-701 |
|----------------|------|------|------|---------|-------|
| $l_{np}$ , м   | 0,85 | 1,00 | 1,06 | 1,025   | 1,125 |

Якщо вищеприведена умова не виконується, то необхідно: збільшити силу зчеплення ( $F_{з max}$ ) за рахунок підвищення зчіпних властивостей трактора шляхом включення ГЗВ, блокування диференціалу, навішування баластних вантажів (але тільки на надійних, тривких ґрунтах), агрегування причепів з ведучими осями, а також одноосних – які створюють додаткову нагрузку на ведучу вісь трактора в силу особливостей своєї конструкції і, на кінець, – заміною причепа на менший по кількості вантажу.

5. Умовою прохідності транспортного тракторного агрегату при подоланні важкопрохідних ділянок шляху може бути нерівність:

$$\frac{G_z}{G_{нпр}} \geq \frac{f_{np} \pm \sin \alpha}{\mu} . \quad (4.71)$$

Якщо приведена умова не виконується, то необхідно замінити причіп на менший або збільшити зчіпну вагу трактора ( $G_z$ ).

Таблиця 4.15 – Параметри напівпричепів та причепів

| Марка причепа            | Клас трактора,<br>кН | Об'єм кузова, м <sup>3</sup> | Вага причепа, кН | Додаткове<br>навантаження,<br>кН |
|--------------------------|----------------------|------------------------------|------------------|----------------------------------|
| <b>Напівпричепа</b>      |                      |                              |                  |                                  |
| 1-ПТС-2М                 | 0,6-1,4              | 2                            | 8,5              | 6,4                              |
| 1-ПТС-2-783-БМЗ          | 0,6-1,4              | 2                            | 9,2              | 8,7                              |
| ПТ-2                     | 0,6-0,9              | 2                            | 7                | 5,3                              |
| ППН-Ф-3,0                | 1,4                  | 3                            | 9,5              | 6,7                              |
| 1-ПТУ-3,5                | 0,6-1,4              | 3,5                          | 12,8             | 9,0                              |
| 1-ПТС-4                  | 0,9-1,4              | 5                            | 17,0             | 9,6                              |
| ППС-6                    | 0,9-1,4              | 5                            | 18,5             | 10,2                             |
| ППН-Ф-5,0                | 1,4                  | 5                            | 21,0             | 12,0                             |
| 1-ПТС-9 моделі ММЗ-771 Е | 3,0-5,0              | 9                            | 43,6             | 16,2                             |
| ОЗТІ-8572                | 3,0-5,0              | 17                           | 62,0             | 20,0                             |
| <b>Причепа</b>           |                      |                              |                  |                                  |
| ПЕ-Ф-3,0                 | 1,4-2,0              | 3                            | 10               |                                  |
| 2-ПТС-4 М-785 А          | 0,9-1,4              | 3                            | 15               |                                  |
| 2-ПТС-4-887 А            | 0,9-1,4              | 5/45                         | 18               | *                                |
| 2-ПТС-4-887 Б            | 0,9-1,4              | 5                            | 10               |                                  |
| 2-ПТС-4-793              | 0,9-1,4              | 4,4/12,7                     | 16               | *                                |
| 2-ПТС-4-793 А            | 0,9-1,4              | 5/16                         | 18               | *                                |
| 2-ПТС-6-8526 (ГКБ 8526)  | 1,4-3,0              | 6,4                          | 30               |                                  |
| 2-ПТС-8545-5             | 1,4                  | 5                            | 17               |                                  |
| ПТС-6У                   | 1,4-3,0              | 6                            | 91               |                                  |
| ПНН-Ф-6                  | 1,4                  | 6                            | 39               |                                  |
| ПСС-30                   | 1,4-3,0              | 6                            | 39               |                                  |
| 2-ПТС-8545-10            | 1,4                  | 10                           | 18,5             |                                  |
| 2-ПТС-8545-18            | 1,4                  | 18                           | 19               |                                  |



Продовження таблиці 4.15

| 1  | 2       | 3      | 4  | 5 |
|--|---------|--------|----|---|
| 2-ПТС-8545-45                              | 1,4     | 45     | 26 |   |
| 3-ПТС-12 Б моделі<br>ММЗ-768 Б (ОЗТП-8573) | 5,0     | 12     | 64 |   |
| ПСЕ-12,5                                   | 0,9-1,4 | 5/12,5 | 21 | * |
| ПСЕ-20                                     | 1,4-2,0 | 6/18   | 31 | * |
| ОЗТП-9554                                  | 3,0-5,0 | 12     | 48 |   |
| ПСТ-Ф-60                                   | 3,0-5,0 | 16/55  | 67 | * |

\* *прицеп* – ємкість для подрібненої маси.

Таблиця 4.16 – Коефіцієнти опору кочення ( $f$ ) і зчеплення ( $\mu$ ) тракторів в різних дорожніх умовах

| Група доріг            | Характеристика дорожніх умов | Колісні трактори |               | Гусеничні трактори |           |
|------------------------|------------------------------|------------------|---------------|--------------------|-----------|
|                        |                              | $f$              | $\mu$         | $f$                | $\mu$     |
| 1                      | 2                            | 3                | 4             | 5                  | 6         |
| I                      | Асфальтована дорога:         |                  |               |                    |           |
|                        | – в доброму стані            | 0,014...0,018    | 0,8...0,9     |                    |           |
|                        | – в задовільному стані       | 0,018...0,022    | 0,7...0,8     |                    |           |
|                        | Гравійна дорога:             |                  |               |                    |           |
|                        | в хорошому стані             | 0,020...0,025    | 0,8           |                    |           |
|                        | Бруківка                     | 0,035...0,045    | 0,6...0,7     |                    |           |
|                        | Грунтова дорога (суха):      |                  |               |                    |           |
|                        | – глинистий ґрунт            | 0,030...0,050    | 0,8...0,9     | 0,050...0,070      | 0,9...1,0 |
|                        | – чорнозем                   | 0,030...0,050    | 0,6...0,7     | 0,050...0,070      | 0,9...1,0 |
|                        | – піщаний ґрунт              | 0,030...0,050    | 0,7...0,8     | 0,050...0,070      | 0,9...1,0 |
| Снігова укочена дорога | 0,030...0,050                | 0,3...0,4        | 0,060...0,070 | 0,5...0,7          |           |

Продовження таблиці 4.16

| 1   | 2                           | 3             | 4         | 5             | 6         |
|-----|-----------------------------|---------------|-----------|---------------|-----------|
| II  | Гравійна дорога розбита     | 0,030...0,040 | 0,7...0,8 |               |           |
|     | Ґрунтова дорога             | 0,050...0,100 | 0,6...0,7 | 0,060...0,080 | 0,8...0,9 |
|     | Цілина, задернілі ґрунти    | 0,030...0,060 | 0,8...0,9 | 0,050...0,070 | 0,9...1,0 |
|     | Стерня нормальної вологості | 0,060...0,080 | 0,7...0,8 | 0,070...0,090 | 0,9...1,0 |
| III | Польова дорога розбита      | 0,060...0,090 | 0,6...0,7 | 0,060...0,080 | 0,8...0,9 |
|     | Волога стерня               | 0,080...0,100 | 0,6...0,7 | 0,080...0,110 | 0,8...0,9 |
|     | Вологі луки скошені         | 0,070...0,090 | 0,6...0,7 | 0,060...0,080 | 0,7...0,9 |
|     | Пісок: – вологий            | 0,080...0,100 | 0,4       | 0,120...0,150 | 0,5       |
|     | – сухий                     | 0,150...0,200 | 0,3       | 0,100...0,120 | 0,4       |
|     | Глибока грязюка             | 0,180...0,220 | 0,1       | 0,100...0,250 | 0,3...0,5 |
|     | Глибокий сніг, до 15см      | 0,240...0,280 | –         | 0,090...0,120 | –         |

Таблиця 4.17 – Швидкості руху тракторних транспортних агрегатів

| Трактор | Номінальна вантажо-підйомність, т | Швидкість руху без вантажу, км/год |      |     | Середня швидкість руху з вантажами різного класу, км/год |     |     |    |      |     |    |      |     |    |    |     |
|---------|-----------------------------------|------------------------------------|------|-----|--|-----|-----|----|------|-----|----|------|-----|----|----|-----|
|         |                                   |                                    |      |     | 1  |     |     | 2  |      |     | 3  |      |     | 4  |    |     |
|         |                                   | Група доріг                        |      |     |  |     |     |    |      |     |    |      |     |    |    |     |
|         |                                   | I                                  | II   | III | I  | II  | III | I  | II   | III | I  | II   | III | I  | II | III |
| К-701   | 9                                 | 30                                 | 28,5 | 18  | 29   | 27  | 16  | 29 | 25   | 16  | 29 | 24   | 15  | 26 | 23 | 12  |
|         | 12                                | 30                                 | 28,5 | 18  | 29   | 23  | 13  | 29 | 23   | 13  | 28 | 22   | 14  | 25 | 21 | 12  |
| К-700   | 9                                 | 30                                 | 26   | 16  | 28   | 24  | 14  | 28 | 24   | 15  | 28 | 23   | 13  | 24 | 20 | 10  |
|         | 12                                | 30                                 | 26   | 16  | 28   | 19  | 11  | 28 | 21   | 13  | 26 | 20   | 13  | 23 | 19 | 9   |
| Т-150К  | 9                                 | 30                                 | 26   | 15  | 25   | 20  | 13  | 25 | 20   | 13  | 25 | 18   | 11  | 21 | 16 | 9   |
|         | 12                                | 30                                 | 25   | 15  | 24   | 16  | 10  | 24 | 17   | 10  | 23 | 15   | 10  | 20 | 13 | 8   |
| МТЗ-80  | 4                                 | 25                                 | 20   | 18  | 21   | 17  | 15  | 21 | 19   | 15  | 21 | 19   | 14  | 20 | 16 | 12  |
| МТЗ-82  | 6                                 | 24                                 | 19   | 17  | 20   | 17  | 14  | 20 | 18   | 14  | 20 | 17   | 14  | 17 | 15 | 12  |
| МТЗ-80  | 4+4                               | 23                                 | 18   |     | 17   | 12  |     | 19 | 14   |     | 19 | 15   |     | 17 | 14 |     |
| МТЗ-82  | 6+4                               | 23                                 | 18   |     | 17   | 11  |     | 18 | 12   |     | 19 | 14   |     | 17 | 13 |     |
| ЮМЗ-6Л  | 4                                 | 23                                 | 19   | 17  | 19   | 17  | 13  | 19 | 17   | 13  | 19 | 17   | 13  | 18 | 15 | 11  |
|         | 6                                 | 22                                 | 18   | 16  | 18   | 16  | 11  | 18 | 11   | 12  | 17 | 16   | 13  | 15 | 13 | 10  |
|         | 4+4                               | 21                                 | 17   |     | 15   | 9,5 |     | 17 | 10,5 |     | 17 | 11   |     | 15 | 12 |     |
|         | 6+4                               | 21                                 | 17   |     | 10,5   | 8   |     | 17 | 10   |     | 17 | 10,5 |     | 15 | 11 |     |
| Т-40М   | 2                                 | 20                                 | 16   | 14  | 16   | 12  | 10  | 16 | 12   | 10  | 16 | 12   | 10  | 15 | 10 | 8   |
| Т-40    | 4                                 | 19                                 | 15   | 13  | 14   | 11  | 9   | 14 | 11   | 9   | 14 | 11   | 9   | 14 | 9  | 7   |
| Т-25А   | 2                                 | 18                                 | 15   |     | 12   | 8   |     | 15 | 11   |     | 15 | 11   |     | 12 | 9  |     |

|       |   |    |    |  |    |   |  |    |    |  |    |    |  |    |   |  |
|-------|---|----|----|--|----|---|--|----|----|--|----|----|--|----|---|--|
| T-16M | 1 | 16 | 14 |  | 12 | 8 |  | 14 | 10 |  | 15 | 11 |  | 13 | 9 |  |
|-------|---|----|----|--|----|---|--|----|----|--|----|----|--|----|---|--|

### 4.3.3. Транспортний (автомобільний) агрегат

#### *Вихідні дані:*

Вид вантажоперевезень (клас вантажу).

Дорожні умови (група доріг).

#### *Порядок виконання роботи*

1. Згідно з видом вантажоперевезень і дорожніми умовами вибрати автомобіль і, при необхідності, причіп.

Склад агрегату (кількість причепів) і швидкісний режим його роботи визначають, виходячи із динамічних властивостей автомобіля, які враховують тягові можливості двигуна:

$$D = \frac{P_d - P_\omega}{G_a}. \quad (4.72)$$

Це рівняння можна розв'язати відносно допустимої ваги ( $G_a$ ) автомобіля чи автопоїзда. Для заздалегідь вибраної передачі автомобіль повинен мати запас динамічного фактору 1...1,5%, а підйоми на шляху долати на другій передачі.

*Довідка:* для грузових автомобілів типу 4К2 максимальне значення динамічного фактора ( $D_{max}$ ) на першій передачі знаходиться в межах 0,32...0,60.

Дотична сила тяги визначається по залежності:

$$P_d = 3,6 \frac{N_{en} \eta_{тр}}{V}. \quad (4.73)$$

Сила опору повітряних мас руху автомобіля визначається по залежності:

$$P_\omega = C_\omega F_l \frac{V_a^2}{I,3}, \quad (4.74)$$

де  $C_\omega$  – коефіцієнт, який враховує щільність повітря і обтічність форми автомобіля ( $C_\omega=0,07...0,08 \text{Н год}^2/\text{м}^4$ );

$V_a$  – швидкість руху автомобіля відносно повітряного середовища (враховуючи напрямок та швидкість вітру), км/год;

$F_n$  – площа “лобової” поверхні автомобіля, м<sup>2</sup>;

$$F_n = B h, \quad (4.75)$$

де  $B$  – ширина машини, м;

$h$  – висота машини, м.

При швидкості машини до 5 км/год силою  $P_w$  нехтують з-за її незначного впливу.

*Довідка:* у практичних розрахунках опором повітря при  $F_n \leq 10 \text{ м}^2$  та  $V_a \leq 30 \text{ км/год}$  нехтують.

Між динамічним фактором і параметрами, які характеризують опір рухові автомобіля, існує така залежність:

$$D = \psi \pm \delta_{ep} \frac{j}{g}, \quad (4.76)$$

де  $\psi$  – приведений коефіцієнт опору дороги.

$$\psi = f_a a' \pm \sin \alpha, \quad (4.77)$$

де  $a'$  – коефіцієнт, що враховує додатковий опір, який виникає при зрушенні з місця і розгоні агрегату до заданої швидкості (табл. 4.18);

$f_a$  – коефіцієнт опору кочення автомобіля (табл. 4.19);

$\delta_{ep}$  – коефіцієнт, який враховує опір розгону автомобіля що виникає від дії обертових мас (моменти інерції маховика та других обертових деталей двигуна і ведучих коліс). Він залежить від величини моментів інерції обертових мас, передаточного числа ( $i_{rp}$ ) і ККД трансмісії, ваги автомобіля і радіусу кочення коліс. Найбільш точно визначити величину коефіцієнта  $\delta_{ep}$  можна лише експериментальним шляхом. Для орієнтовних розрахунків в теорії автомобілів застосовують емпіричні формули:

для порожніх автомобілів

$$\delta_{ep} = 1,04 + 0,05i_{тр}^2, \quad (4.78)$$

для завантажених автомобілів

$$\delta_{ep} = 1 + (0,04 + 0,05i_{тр}^2) \frac{G_a}{G_{a.зп}}. \quad (4.79)$$

*Довідка:* для вантажних автомобілів на вищій передачі  $\delta_{ep}=1,08\dots 1,1$ , а на першій  $\delta_{ep}=2,3\dots 2,9$ .

$$j = g \frac{D - \psi}{\delta_{ep}}, \quad (4.80)$$

де  $j$  – лінійне прискорення поступального руху, м/с<sup>2</sup>.

*Довідка:* щоб розрахувати максимальне прискорення ( $j_{max}$ ) автомобіля, краще визначити різницю ( $D - \psi$ ) по динамічній характеристиці.

Одержані результати по визначенню допустимої ваги автомобіля (автопоїзда) необхідно перевірити з точки зору можливості їх реалізації по умовам зчеплення з дорогою. Для цього розрахуємо **динамічний фактор по зчепленню**, який обмежується силою зчеплення ведучих коліс з дорогою:

$$\psi \pm \delta_{ep} \frac{j}{g} \leq \frac{F_z - P_{\omega}}{G_a}. \quad (4.81)$$

Максимальна сила зчеплення автомобіля з ґрунтом розраховується по залежності:

$$F_{zmax} = G_3 \mu, \quad (4.82)$$

де  $\mu$  – коефіцієнт зчеплення рушіїв з ґрунтом, який залежить від дорожніх умов (табл. 4.19);

$G_3$  – зчіпна вага автомобіля, кН:

$$G_3 = G_a \cos \alpha. \quad (4.83)$$

Якщо приведена умова (4.81) не виконується, то необхідно замінити причіп на менший або покращити зчіпні властивості автомобіля.

Таблиця 4.18 – Коефіцієнти, що враховують додатковий опір, який виникає при зрушенні з місця і розгоні транспортного агрегату до заданої швидкості

| Група доріг | Дорожні умови               | Коефіцієнт опору зрушення з місця і розгону, $a'$ |         |
|-------------|-----------------------------|---|---------|
|             |                             | трактора, автомобіля                              | причепа |
| I           | Асфальт, бруківка           | 4,35  | 3,35    |
|             | Ґрунтова дорога суха        | 2,48  | 1,80    |
| II          | Ґравійна дорога розбита     | 1,84  | 1,76    |
|             | Ґрунтова дорога роз'їджена  | 1,84  | 1,76    |
|             | Цілина                      | 1,84  | 1,76    |
|             | Стерня нормальної вологості | 1,84  | 1,76    |
| III         | Польова дорога розбита      | 1,84  | 1,42    |
|             | Волога стерня               | 1,84  | 1,42    |
|             | Пісок                       | 1,84  | 1,42    |

Таблиця 4.19 – Коефіцієнти опору кочення ( $f_a$ ) і зчеплення ( $\mu_a$ ) автомобілів в різних дорожніх умовах

| Характеристика дорожніх умов | Коефіцієнти опору кочення $f_a$ | Коефіцієнти зчеплення $\mu_a$ |
|------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Асфальтована дорога          | 0,015...0,020                   | 0,60...0,75                   |
| Ґравійна дорога              | 0,020...0,030                   | 0,50...0,65                   |
| Бруківка                     | 0,025...0,035                   | 0,40...0,50                   |
| Ґрунтова дорога:<br>суха     | 0,030...0,050                   | 0,50...0,70                   |
| роз'їджена                   | 0,050...0,150                   | 0,35...0,50                   |
| Пісок                        | 0,100...0,300                   | 0,65...0,75                   |
| Снігова укочена дорога       | 0,030...0,040                   | 0,30...0,35                   |



Методи розрахунку складу агрегатів, які приведені вище, в більшій чи меншій мірі являються приблизними, тому їх можна використовувати тільки для попереднього визначення складу агрегату, чи режиму його роботи.

Таблиця 4.20 – Характеристика сільськогосподарських вантажів

| Сільськогосподарські вантажі | Об'ємна маса,<br>т/м <sup>3</sup> | Затарені або<br>навалом       | Клас вантажу |             |
|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|--------------|-------------|
| 1                            | 2                                 | 3                             | 4            |             |
| Зерно: кукурудза             | 0,70...0,75                       | Насипом                       | I            |             |
|                              | пшениця                           |                               |              | 0,65...0,85 |
|                              | жито                              |                               |              | 0,65...0,79 |
|                              | просо                             |                               |              | 0,80...0,90 |
|                              | горох                             |                               |              | 0,70...0,88 |
|                              | гречка                            |                               |              | 0,65...0,70 |
|                              | ячмінь                            |                               |              | 0,50...0,75 |
| овес                         | 0,40...0,55                       | Насипом<br>в мішках           | II<br>I      |             |
| льон, конопля                | 0,50...0,70                       | Насипом<br>в мішках           | III<br>II    |             |
| соняшник                     | 0,40...0,50                       | Насипом в мішках              | II           |             |
| Кукурудза в качанах          | 0,50...0,60                       | Навалом                       | II           |             |
| Коренебульбоплоди:           |                                   | В ящиках, кошиках,<br>навалом | I            |             |
|                              | картопля                          |                               |              | 0,63...0,75 |
| цукрові буряки               | 0,57...0,70                       |                               |              |             |

## Продовження таблиці 4.20

| 1                                  | 2           | 3                             | 4         |
|------------------------------------|-------------|-------------------------------|-----------|
| столові буряки                     | 0,58...0,61 | В ящиках, кошиках,<br>навалом | I         |
| морква                             | 0,46...0,60 |                               |           |
| Зелень городина (цибуля, петрушка) | 0,25        | В ящиках                      | II        |
| Овочі: помідори                    | 0,55...0,65 | В ящиках                      | III       |
| огірки                             | 0,55...0,65 | В ящиках, кошиках,<br>навалом | II        |
| капуста                            | 0,30...0,40 |                               |           |
| дині                               | 0,35...0,45 | В ящиках, кошиках,<br>навалом | III<br>II |
| кавуни, гарбузи                    | 0,55...0,45 | Навалом                       | II        |
| Фрукти: груші, яблука              | 0,45...0,55 | В ящиках                      | II        |
| ягоди, виноград                    | 0,45...0,55 | В ящиках                      | III       |
| Яйця птиці всякої                  | 0,4         | В ящиках                      | II        |
| Силосна маса:                      |             |                               |           |
| кукурудза подрібнена               | 0,10...0,30 | Навалом                       | III       |
| гичка буряків                      | 0,30...0,40 | Навалом                       | II        |
| бадилля картоплі                   | 0,13...0,14 | Навалом                       | III       |
| силос готовий                      | 0,80        | Навалом                       | II        |
| Жом бурячний:                      |             |                               |           |
| свіжий                             | 1,00        | Навалом                       | II        |
| сухий                              | 0,22        | Навалом                       | IV        |

Продовження таблиці 4.20

| 1                             | 2             | 3        | 4      |
|-------------------------------|---------------|----------|--------|
| Комбікорм                     | 0,49...0,77   | Насипом  | II     |
| Мука пшенична                 | 0,70          | В мішках | I      |
| Трава: свіжоскошена           | 0,30...0,40   | Навалом  | III    |
| сіно у валках                 | 0,08...0,12   | Навалом  | IV     |
| сіно пресоване                | 0,15...0,32   | В тюках  | II     |
| борошно трав'яне              | 0,12...0,20   | В мішках | III-IV |
| Солома: не подрібнена         | 0,03...0,04   | Навалом  | IV     |
| подрібнена                    | 0,05...0,12   | Навалом  | III    |
| пресована                     | 0,12...0,22   | В тюках  | II     |
| з копиць                      | 0,015...0,025 | Навалом  | IV     |
| із скірт                      | 0,05...0,08   | Навалом  | IV     |
| Органічні добрива:            |               |          |        |
| гній свіжий сирий             | 0,40...0,50   | Навалом  | I      |
| гній напіврозкладений         | 0,70...0,80   |          |        |
| гній дуже розкладений         | 0,90...1,00   |          |        |
| торф кусковий,<br>розкладений | 0,27...0,35   | Навалом  | III    |
| торф брикети                  | 0,6...0,9     | Навалом  | I      |
| Торфокомпости                 | 0,55...0,65   | Навалом  | II     |

## Продовження таблиці 4.20

| 1   | 2           | 3                          | 4         |
|---|-------------|----------------------------|-----------|
| Мінеральні добрива:                                   |             |                            |           |
| сечовина гранульована                                 | 1,14        | Насипом                    | I         |
| сечовина порошкова                                    | 0,90        |                            |           |
| сечовина кристалічна                                  | 0,66        |                            |           |
| аміачна селітра                                       | 0,89        |                            |           |
| калійна селітра                                       | 0,94        |                            |           |
| Глина, земля, пісок, гравій                           | 1,50...1,90 | Навалом                    | I         |
| Цемент  | 1,20...1,40 | В мішках                   | I         |
| Цегла   | 1,60...1,90 | Навалом                    | I         |
| Цегла пориста   | 0,70...0,90 | Навалом                    | II        |
| Каміння   | 1,70...2,20 | Навалом                    | I         |
| Кам'яне вугілля                                       | 0,80...1,20 | Навалом                    | I         |
| Нафтопродукти   |             | В бочках,<br>автоцистернах | II<br>III |
| Молоко та молочні продукти                            |             | В бутілках<br>бідонах      | II<br>III |
| Машини сільськогосподарські                           |             |                            | II        |
| Тварини сільськогосподарські:<br>велика рогата худоба |             |                            | III       |

|                                |  |  |    |
|--------------------------------|--|--|----|
| вівці, свині, птахи (в ящиках) |  |  | IV |
|--------------------------------|--|--|----|

Таблиця 4.21 – Трактори виробництва України

| Фірма-виготовлювач                 | Марка трактора | Двигун |                      |                         | Номінальне тягове зусилля, кН | Кількість передач |               | Діапазон швидкостей км/год |               | Вага, кН | Призначення   |
|------------------------------------|----------------|--------|----------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------|---------------|----------------------------|---------------|----------|---------------|
|                                    |                | Марка  | Фірма - виготовлювач | Потужність двигуна, кВт |                               | переднього ходу   | заднього ходу | переднього ходу            | заднього ходу |          |               |
| 1                                  | 2              | 3      | 4                    | 5                       | 6                             | 7                 | 8             | 9                          | 10            | 11       | 12            |
| Колісні                            |                |        |                      |                         |                               |                   |               |                            |               |          |               |
| ВАТ "Харківський тракторний завод" | T-012          | СК-12  | ПЗМД Казахстан       | 8,1                     | 2                             | 4                 | 2             | 2,8- 15,2                  | 3,4-4,5       | 7,2      | Малогобаритні |
|                                    | T-0121         | F-2M   | "Deutz" AG           | 8,1                     | 2                             | 4                 | 2             | 2,8-15,2                   | 3,4-4,5       | 7,2      |               |
|                                    | T-012-02       | 103-6  | "Perkins" Англія     | 9,2                     | 2                             | 4                 | 2             | 2,8-15,2                   | 3,4-4,5       | 7,2      |               |
|                                    | ХТЗ-1210       | 2Т     | "ZiM" Харків         | 13,8                    | 2                             | 4                 | 2             | 2,8-15,2                   | 3,4-4,5       | 7,2      |               |
|                                    | ХТЗ-1410       | 303447 | "BS" США             | 9,2                     | 2                             | 4                 | 2             | 2,8-15,2                   | 3,4-4,5       | 7,2      |               |

Продовження таблиці 4.21

| 1                                   | 2        | 3           | 4                     | 5    | 6   | 7  | 8 | 9          | 10         | 11    | 12                    |
|-------------------------------------|----------|-------------|-----------------------|------|-----|----|---|------------|------------|-------|-----------------------|
| ВЛТ "Харківський тракторний завод"  | ХТЗ-2511 | Д-120       | ОАО "ВТЗ" Росія       | 21,3 | 6,5 | 8  | 6 | 0,69-29,5  | 4,45-29,5  | 22    | Універсальні          |
|                                     | ХТЗ-5020 | Д-144       |                       | 39   | 6,5 | 20 | 4 | 0,49-29,8  | 1,23-13,69 | 27    |                       |
| ВО "Південний машинобудівний завод" | ЮМЗ-6АКЛ | Д-65Н       | АТ "Рибінські мотори" | 44,1 | 16  | 10 | 2 | 2,1-24,5   | 1,58-5,7   | 38,9  | Універсально-просапні |
|                                     | ЮМЗ-8020 | BF4M1013E   | "Deutz" AG            | 58,8 | 14  | 12 | 3 | 2,23-24,89 | 2,36-9,25  | 39,4  |                       |
|                                     | ЮМЗ-8071 | Д-65НТ-1    | АТ "Рибінські мотори" | 58,8 | 14  | 12 | 3 | 2,23-24,89 | 2,36-9,25  | 41,44 |                       |
|                                     | ЮМЗ-8073 | Д-65НТ-1    |                       | 58,8 | 14  | 12 | 3 | 2,23-24,89 | 2,36-9,25  | 40,79 |                       |
|                                     | ЮМЗ-8080 | 8045.25.850 | Івеко-мотор січ       | 58,8 | 14  | 12 | 3 | 2,23-24,89 | 2,36-9,25  | 39,4  |                       |
|                                     | ЮМЗ-8220 | BF4M1013E   | "Deutz" AG            | 58,8 | 14  | 12 | 3 | 2,23-24,89 | 2,36-9,25  | 41,6  |                       |
| ма шин об                           | ЮМЗ-8271 | Д-65НТ-1    | АТ "Рибінські мотори" | 58,8 | 14  | 12 | 3 | 2,23-24,89 | 2,36-9,25  | 43,6  | рс ал ьн о- па        |



|  |          |             |                 |      |    |    |   |            |           |      |  |
|--|----------|-------------|-----------------|------|----|----|---|------------|-----------|------|--|
|  | ЮМЗ-8280 | 8045.25.850 | Івеко-мотор січ | 58,8 | 14 | 12 | 3 | 2,23-24,89 | 2,36-9,25 | 41,6 |  |
|--|----------|-------------|-----------------|------|----|----|---|------------|-----------|------|--|

Продовження таблиці 4.21

| 1            | 2         | 3          | 4               | 5     | 6   | 7  | 8 | 9          | 10        | 11   | 12             |
|--------------|-----------|------------|-----------------|-------|-----|----|---|------------|-----------|------|----------------|
| ВАЗ<br>ХЗТСШ | СШ-28     | Д21А1      | ОАО "ВТЗ" Росія | 22    | 6   | 6  | 1 | 1,51-22,58 | 5,42      | 18,3 | Самохідне шасі |
|              | АТ-1      | Д21        |                 | 25,7  | 5,2 | 7  | 1 | 1,55-23,17 | 5,55      | 15,7 | Фермерське     |
| ВАЗ<br>ХТЗ   | ХТЗ-120   | СМД-19Т02  | ОАО "СiМ"       | 88,2  | 30  | 16 | 8 | 1,44-32,93 | 2,21-9,71 | 83,5 | Орно-просапний |
|              | ХТЗ-121   | СМД-19ТА06 |                 | 106,6 | 30  | 16 | 8 | 1,44-32,93 | 2,21-9,71 | 84   |                |
| ВАЗ ХТЗ      | ХТЗ-16031 | СМД-19ТА02 | ОАО "СiМ"       | 117,7 | 30  | 16 | 8 | 1,56-33,41 | 2,39-9,84 | 82   | Орно-просапний |
|              | ХТЗ-16131 | ВF6М1013Е  | "Deutz" АG      | 117,7 | 30  | 16 | 8 | 1,56-33,41 | 2,39-9,84 | 83,5 |                |

|  |           |         |            |       |    |    |   |            |           |    |                        |
|--|-----------|---------|------------|-------|----|----|---|------------|-----------|----|------------------------|
|  | T-151K-08 | СМД-62А | ОАО “ХЗТД” | 121,3 | 30 | 12 | 4 | 3,29-30,06 | 5,22-9,39 | 82 | Підвищеної прохідності |
|--|-----------|---------|------------|-------|----|----|---|------------|-----------|----|------------------------|

Продовження таблиці 4.21

| 1                                  | 2         | 3           | 4             | 5     | 6  | 7  | 8 | 9          | 10        | 11 | 12                     |
|------------------------------------|-----------|-------------|---------------|-------|----|----|---|------------|-----------|----|------------------------|
| ВАТ ХТЗ                            | T-151K-08 | ЯМЗ-236     | ОАО “ЯМЗ”     | 132,3 | 30 | 12 | 4 | 3,29-30,06 | 5,22-9,39 | 82 | Підвищеної прохідності |
|                                    | ХТЗ-17021 | BF6M1013E   | “Deutz” AG    | 125   | 30 | 12 | 4 | 3,9-31,0   | 5,9-9,3   | 87 | Загального призначення |
|                                    | ХТЗ-17121 | Д-260       | ММЗ Білорусія | 121,3 | 30 | 12 | 4 | 3,9-31,0   | 5,6-8,9   | 87 |                        |
|                                    | ХТЗ-17221 | ЯМЗ-236НД   | ОАО “ЯМЗ”     | 147   | 30 | 12 | 4 | 3,4-27,0   | 5,1-8,1   | 87 |                        |
| Гусеничні                          |           |             |               |       |    |    |   |            |           |    |                        |
| ВАТ “Харківський тракторний завод” | T-150-05  | СМД-60      | ОАО “ХЗТД”    | 110,2 | 40 | 9  | 3 | 4,1-14,8   | 5,5-7,68  | 79 | Загального призначення |
|                                    | T-153     | СМД-61А     |               | 117,7 | 40 | 9  | 3 | 4,1-14,8   | 5,54-7,7  | 83 |                        |
|                                    | T-153А    | СМД-19Т06   | ОАО “СiМ”     | 95,6  | 40 | 9  | 3 | 4,1-14,8   | 5,54-7,7  | 80 |                        |
|                                    | T-153Б    | BF6M1013E   | “Deutz” AG    | 125   | 40 | 9  | 3 | 4,1-14,8   | 5,54-7,7  | 75 |                        |
|                                    | ХТЗ-180Р  | СМД-35      | ОАО “СiМ”     | 132,3 | 40 | 9  | 3 | 4,3-15,6   | 5,8-8,1   | 90 |                        |
|                                    | ХТЗ-180Б  | BF6M1013E   | “Deutz” AG    | 132,3 | 40 | 9  | 3 | 4,3-15,6   | 5,8-8,1   | 87 |                        |
|                                    | ХТЗ-200   | СМД-6112.01 | ОАО “ХЗТД”    | 176   | 40 | 9  | 3 | 2,76-10,0  | 4,18-7,2  | 91 |                        |
|                                    | ХТЗ-200Б  | BF6M1013E   | “Deutz” AG    | 132,3 | 40 | 9  | 3 | 2,76-10,1  | 4,18-7,3  | 89 |                        |

|  |          |        |           |     |    |   |   |           |          |    |  |
|--|----------|--------|-----------|-----|----|---|---|-----------|----------|----|--|
|  | ХТЗ-200Р | СМД-35 | ОАО "СiМ" | 128 | 40 | 9 | 3 | 2,76-10,2 | 4,18-7,4 | 92 |  |
|--|----------|--------|-----------|-----|----|---|---|-----------|----------|----|--|

Таблиця 4.22 – Трактори виробництва зарубіжних фірм

| Країна | Марка   | Модель                             | Номинальні показники       |  |                |                 | Кількість передач |       | Інтервал швидкостей,<br>км/год | Вага трактора, кН |
|--------|---------|------------------------------------|----------------------------|--|----------------|-----------------|-------------------|-------|--------------------------------|-------------------|
|        |         |                                    | Потужність двигуна,<br>кВт | Частота обертання<br>колінчатого валу, с <sup>-1</sup> | Витрати палива |                 | вперед            | назад |                                |                   |
|        |         |                                    |                            |  | годинні, л/год | питомі, г/кВт·г |                   |       |                                |                   |
| 1      | 2       | 3                                  | 4                          | 5  | 6              | 7               | 8                 | 9     | 10                             | 11                |
| RC     | Ben Ye  | 304-16                             | 22,3                       | 31,55  | 7,98           | 298             | 8                 | 2     | 1,86-<br>23,84                 | 15,38             |
| USA    | Case IH | 8920-MFWD-18<br>Speed Transmission | 125,7                      | 32,5   | 36,54          | 245             | 18                | 4     | 2,90-<br>30,77                 | 79,01             |
| D      | Case IH | MX 110-Synchro<br>Shift            | 74,9                       | 32,5   | 21,55          | 237             | 16                | 12    | 2,19-<br>29,57                 | 58,1              |
| D      | Case IH | MX 100-Power Shift                 | 67,8                       | 33,33  | 20,08          | 244             | 16                | 12    | 2,20-<br>29,57                 | 58,2              |

Продовження таблиці 4.22

| 1   | 2       | 3                               | 4     | 5     | 6     | 7   | 8  | 9  | 10         | 11    |
|-----|---------|---------------------------------|-------|-------|-------|-----|----|----|------------|-------|
| D   | Case IH | MX 100-Power Shift              | 69    | 33,33 | 20,67 | 247 | 16 | 12 | 2,87-38,61 | 62,65 |
| D   | Case IH | MX 100-Synchro Shift            | 68    | 33,33 | 19,98 | 242 | 16 | 12 | 2,19-29,57 | 58,1  |
| USA | Case IH | CS 150                          | 95    | 30    | 27,24 | 242 | 24 | 24 | 2,78-39,28 | 60,1  |
| USA | Case IH | 8910-MFWD 18 Speed Transmission | 110,3 | 33,33 | 32,82 | 251 | 18 | 4  | 2,78-29,51 | 78,18 |
| USA | Case IH | 8930-MFWD 18 Speed Transmission | 147,9 | 32,5  | 42,44 | 242 | 18 | 4  | 2,92-30,95 | 81,03 |
| USA | Case IH | 8940-MFWD 18 Speed Transmission | 172,1 | 30,83 | 47,16 | 231 | 18 | 4  | 3,09-32,76 | 82,42 |
| USA | Case IH | 8950-MFWD-18 Speed Transmission | 190,3 | 32,5  | 53,96 | 239 | 18 | 4  | 3,09-32,76 | 83,18 |
| A   | Case IH | MX 150-Maxxum-Power shift       | 106,4 | 31,67 | 30,79 | 244 | 16 | 12 | 2,16-29,46 | 73,7  |
| A   | Case IH | MX 170-Maxxum-Power shift       | 116,4 | 31,67 | 33,12 | 240 | 16 | 12 | 2,16-29,46 | 73,7  |
| A   | Case IH | CS 58 A                         | 40,4  | 36,67 | 12,44 | 260 | 16 | 8  | 1,94-37,66 | 27,8  |

Продовження таблиці 4.22

| 1           | 2           | 3               | 4     | 5      | 6     | 7   | 8  | 9  | 10         | 11     |
|-------------|-------------|-----------------|-------|--------|-------|-----|----|----|------------|--------|
| A           | Case IH     | CS 48 A         | 34,5  | 37,5   | 10,63 | 260 | 16 | 8  | 1,94-37,66 | 27,8   |
| USA         | Caterpillar | Challenger 85 D | 249,8 | 32,5   | 64,83 | 218 | 10 | 2  | 4,51-29,11 | 155,28 |
| USA         | Caterpillar | Challenger 75 D | 224,2 | 32,5   | 61,11 | 229 | 10 | 2  | 4,28-29,11 | 162,02 |
| CDM         | Caterpillar | Challenger 55   | 187,8 | 31,67  | 53,6  | 242 | 16 | 9  | 2,69-28,84 | 107,09 |
| USA         | Caterpillar | Challenger 65 E | 230,4 | 31,67  | 61,97 | 228 | 10 | 2  | 4,30-28,90 | 155,1  |
| USA         | Caterpillar | Challenger 75 E | 246,9 | 31,67  | 66,8  | 229 | 10 | 2  | 4,50-28,90 | 157,89 |
| station     | Caterpillar | Challenger 85 E | 250,3 | 30     | 62,87 | 213 | 10 | 2  | 4,50-28,90 | 158,33 |
| USA         | Caterpillar | Challenger 95 E | 254,9 | 30     | 63,54 | 211 | 10 | 2  | 4,50-28,90 | 162,77 |
| I-Treviglio | Deutz-Fahr  | Agroplus 60     | 38,4  | 39,983 | 13,72 | 299 | 45 | 45 | 0,20-39,85 | 30,3   |

|          |          |                                   |      |      |       |     |    |    |                |      |
|----------|----------|-----------------------------------|------|------|-------|-----|----|----|----------------|------|
| I-Torino | Fiatagri | L 60-12 x 12<br>Mechanical Trans. | 38,9 | 41,7 | 12,69 | 271 | 12 | 12 | 1,81-<br>29,83 | 31,7 |
|----------|----------|-----------------------------------|------|------|-------|-----|----|----|----------------|------|

Продовження таблиці 4.22

| 1        | 2        | 3  | 4    | 5      | 6     | 7   | 8  | 9  | 10             | 11    |
|----------|----------|--|------|--------|-------|-----|----|----|----------------|-------|
| I-Torino | Fiatagri | L 65-12 x 12<br>Mechanical Trans.        | 42,7 | 41,783 | 13,07 | 254 | 12 | 12 | 1,81-<br>29,83 | 31,4  |
| GB       | Fiatagri | 8160-16-speed<br>Mechanical Trans.       | 68,8 | 34,3   | 20,47 | 250 | 16 | 16 | 1,42-<br>29,74 | 49,02 |
| GB       | Fiatagri | 8160-24-speed Hi-Lo<br>Trans.            | 68,7 | 34,33  | 20,58 | 251 | 24 | 12 | 1,42-<br>38,15 | 49,02 |
| GB       | Fiatagri | 8260-18-speed Semi<br>Power Shift Trans. | 81,1 | 34,33  | 24,22 | 251 | 18 | 6  | 2,22-<br>36,68 | 51,36 |
| GB       | Fiatagri | 8260-23-speed Hi-Lo<br>Trans.            | 81,4 | 38,83  | 25,5  | 263 | 23 | 12 | 1,42-<br>29,74 | 50,29 |
| GB       | Fiatagri | 8360-23-speed Hi-Lo<br>Trans.            | 92,4 | 33,33  | 27,05 | 246 | 23 | 12 | 1,37-<br>28,55 | 53,75 |
| GB       | Fiatagri | 8160-23-speed Hi-Lo<br>Trans.            | 68,2 | 31,83  | 20,53 | 252 | 23 | 12 | 1,42-<br>29,74 | 50,29 |
| GB       | Fiatagri | 8360-18-speed Semi<br>Power Shift Trans. | 91,6 | 33,33  | 26,79 | 246 | 18 | 6  | 2,13-<br>35,21 | 53,56 |

|          |      |                                   |      |        |       |     |    |    |                |      |
|----------|------|-----------------------------------|------|--------|-------|-----|----|----|----------------|------|
| I-Torino | Ford | 4635-12 x 12<br>Mechanical Trans. | 38,9 | 41,7   | 12,69 | 271 | 12 | 12 | 1,81-<br>29,83 | 31,7 |
| I-Torino | Ford | 4835-12 x 12<br>Mechanical Trans. | 42,7 | 41,783 | 13,07 | 254 | 12 | 12 | 1,81-<br>29,83 | 31,4 |

Продовження таблиці 4.22

| 1  | 2    | 3  | 4    | 5     | 6     | 7   | 8  | 9  | 10             | 11    |
|----|------|--|------|-------|-------|-----|----|----|----------------|-------|
| GB | Ford | M 100-16-speed<br>Mechanical Trans.          | 68,8 | 34,3  | 20,47 | 250 | 16 | 16 | 1,42-<br>29,74 | 45,94 |
| GB | Ford | M 100-24 speed Hi-<br>Lo Trans.              | 68,7 | 34,33 | 20,58 | 251 | 24 | 12 | 1,42-<br>38,15 | 49,02 |
| GB | Ford | M 115-18-speed<br>Semi Power Shift<br>Trans. | 81,1 | 34,33 | 24,22 | 251 | 18 | 6  | 2,22-<br>36,68 | 51,39 |
| GB | Ford | M 115-23 speed Hi-<br>Lo Trans.              | 81,4 | 34,83 | 25,5  | 263 | 23 | 12 | 1,42-<br>29,74 | 50,29 |
| GB | Ford | M 135-18-speed<br>Semi Power Shift<br>Trans. | 91,6 | 33,33 | 26,79 | 246 | 18 | 6  | 2,13-<br>35,21 | 53,56 |
| GB | Ford | M 135-23 speed Hi-<br>Lo Trans.              | 92,4 | 33,33 | 27,05 | 246 | 23 | 12 | 1,37-<br>28,55 | 53,75 |



|             |           |                             |      |       |       |     |    |    |            |       |
|-------------|-----------|-----------------------------|------|-------|-------|-----|----|----|------------|-------|
| GB          | Ford      | M 100-23 speed Hi-Lo Trans. | 68,2 | 31,83 | 20,53 | 252 | 23 | 12 | 1,42-29,74 | 50,29 |
| RC          | Hongli    | 25A                         | 15,7 | 39,17 | 5,83  | 311 | 6  | 2  | 1,97-30,04 | 10,84 |
| I-Treviglio | Hurlimann | XA 607 V/DT-45 x 45 Speeds  | 47,6 | 39,13 | 14,99 | 264 | 45 | 45 | 0,20-40,77 | 31,5  |

Продовження таблиці 4.22

| 1           | 2          | 3                          | 4     | 5     | 6     | 7   | 8  | 9  | 10         | 11     |
|-------------|------------|----------------------------|-------|-------|-------|-----|----|----|------------|--------|
| I-Treviglio | Hurlimann  | XA 607 V/DT-45 x 45 Speeds | 38,5  | 39,17 | 13,15 | 286 | 45 | 45 | 0,19-39,02 | 29,9   |
| USA         | John Deere | 7410 Powrquad-MFWD         | 81,7  | 31,67 | 23,07 | 238 | 16 | 16 | 2,40-29,71 | 58,3   |
| USA         | John Deere | 9200 Powrsync-24 Speed     | 221,4 | 31,67 | 61,38 | 233 | 24 | 6  | 3,36-35,56 | 159,3  |
| USA         | John Deere | 9300 Powrsync-24 Speed     | 267,2 | 31,67 | 71,58 | 225 | 24 | 6  | 3,36-35,56 | 168,44 |
| USA         | John Deere | 9400 Powrsync-24 Speed     | 256,1 | 31,67 | 68,23 | 224 | 24 | 6  | 3,36-35,56 | 168,94 |
| USA         | John Deere | 8100 T Powershift          | 133,3 | 33,35 | 37,69 | 239 | 16 | 4  | 1,87-29,13 | 111    |

|     |            |                    |       |       |       |     |    |    |            |        |
|-----|------------|--------------------|-------|-------|-------|-----|----|----|------------|--------|
| USA | John Deere | 8200 T Powershift  | 154   | 33,33 | 41,15 | 231 | 16 | 4  | 1,87-29,13 | 110,8  |
| USA | John Deere | 8300 T Powershift  | 168,7 | 33,33 | 46,43 | 233 | 16 | 4  | 1,87-29,13 | 113,44 |
| USA | John Deere | 8400 T Powershift  | 190,3 | 33,33 | 61,47 | 229 | 16 | 4  | 1,87-29,13 | 113,4  |
| USA | John Deere | 7610 Powrquad-MFWD | 88,1  | 32,5  | 25,59 | 244 | 16 | 16 | 2,27-28,09 | 65,68  |

Продовження таблиці 4.22

| 1   | 2          | 3                    | 4     | 5      | 6     | 7   | 8  | 9  | 10         | 11    |
|-----|------------|----------------------|-------|--------|-------|-----|----|----|------------|-------|
| USA | John Deere | 7610 Powershift-MFWD | 87,5  | 30,017 | 24,66 | 237 | 19 | 7  | 1,51-36,75 | 67,13 |
| USA | John Deere | 7710 Powrquad-MFWD   | 112,9 | 29,17  | 31,84 | 237 | 16 | 16 | 2,41-29,80 | 68,41 |
| USA | John Deere | 7710 Powershift-MFWD | 109,1 | 28,33  | 30,23 | 233 | 19 | 7  | 1,60-38,99 | 70,07 |
| USA | John Deere | 7810 Powrquad-MFWD   | 123,9 | 28,33  | 34,86 | 237 | 16 | 16 | 2,41-29,80 | 69,01 |
| USA | John Deere | 7810 Powershift-MFWD | 123,4 | 29,17  | 34,35 | 234 | 19 | 7  | 1,60-38,99 | 70,6  |

|     |             |                        |      |       |       |     |    |    |            |        |
|-----|-------------|------------------------|------|-------|-------|-----|----|----|------------|--------|
| USA | John Deere  | 9100 Powrsync-24 Speed | 186  | 30,83 | 50,03 | 226 | 24 | 6  | 3,36-35,56 | 152,17 |
| USA | John Deere  | 6180                   | 72,7 | 28,33 | 20,35 | 236 | 12 | 4  | 2,30-29,71 | 57,46  |
| USA | John Deere  | 6180                   | 73,3 | 30    | 20,72 | 239 | 16 | 16 | 2,40-29,71 | 57,98  |
| USA | Kubota      | 6180                   | 81,6 | 29,17 | 22,7  | 235 | 12 | 4  | 2,37-30,64 | 57,78  |
| J   | Lamborghini | 6180                   | 16,8 | 46,67 | 5,6   | 278 | 8  | 2  | 1,32-17,33 | 10,59  |

Продовження таблиці 4.22

| 1           | 2           | 3                              | 4    | 5     | 6     | 7   | 8  | 9  | 10         | 11   |
|-------------|-------------|--------------------------------|------|-------|-------|-----|----|----|------------|------|
| I-Treviglio | Lamborghini | 6180                           | 47,6 | 39,13 | 14,99 | 264 | 45 | 45 | 0,20-40,77 | 31,5 |
| I-Treviglio | Lamborghini | 664-Sprint V/DT-45 x 45 Speeds | 38,5 | 39,17 | 13,15 | 286 | 45 | 45 | 0,19-39,02 | 29,9 |
| KO          | LG          | LT 360 D                       | 25   | 45    | 8,52  | 287 | 12 | 12 | 0,73-21,09 | 13,9 |
| KO          | LG          | LT 410 D                       | 28,3 | 43,33 | 9,41  | 279 | 16 | 16 | 0,22-20,51 | 19,9 |

|     |                 |          |       |        |       |     |    |    |            |       |
|-----|-----------------|----------|-------|--------|-------|-----|----|----|------------|-------|
| KO  | LG              | LT 470 D | 32    | 43,33  | 11,02 | 289 | 16 | 16 | 0,22-21,21 | 20,5  |
| KO  | LG              | LT 530 D | 35,6  | 40     | 12,21 | 288 | 16 | 16 | 0,25-23,10 | 21,05 |
| IND | Mahindra        | 585 DI   | 32,5  | 43,52  | 9,7   | 253 | 8  | 2  | 2,50-26,51 | 18,3  |
| GB  | Massey Ferguson | 4225     | 41,7  | 36,67  | 14,5  | 292 | 12 | 12 | 1,69-28,86 | 34,6  |
| GB  | Massey Ferguson | 4270     | 77,6  | 34,33  | 23,8  | 257 | 12 | 12 | 1,84-31,52 | 41,18 |
| F   | Massey Ferguson | 8120     | 108,2 | 33,483 | 32,47 | 256 | 30 | 30 | 2,13-28,78 | 59,05 |

Продовження таблиці 4.22

| 1  | 2               | 3  | 4     | 5     | 6     | 7   | 8  | 9  | 10         | 11    |
|----|-----------------|--|-------|-------|-------|-----|----|----|------------|-------|
| GB | Massey Ferguson | 4270-Emissions Compliant Eng.-12 Speed Trans | 75,7  | 35    | 22,83 | 256 | 12 | 12 | 1,84-31,52 | 41,31 |
| F  | Massey Ferguson | 8150   | 121,7 | 33,72 | 37,32 | 261 | 30 | 30 | 2,48-28,64 | 79,4  |

|    |                 |  |       |       |       |     |    |    |            |       |
|----|-----------------|--|-------|-------|-------|-----|----|----|------------|-------|
| GB | Massey Ferguson | 4215-Emissions Compliant Eng.-8 Speed Trans. | 35    | 37,5  | 11,4  | 273 | 8  | 8  | 2,53-31,99 | 30,86 |
| F  | Massey Ferguson | 8160   | 135,1 | 34,87 | 41,89 | 265 | 32 | 32 | 2,48-38,98 | 78,3  |
| F  | Massey Ferguson | 6180   | 85,8  | 34,02 | 25,17 | 251 | 30 | 30 | 2,05-27,72 | 49,65 |
| F  | Massey Ferguson | 8110   | 93,9  | 34,85 | 28,18 | 254 | 30 | 30 | 2,13-28,78 | 59,8  |
| F  | Massey Ferguson | 8140   | 110,7 | 33,25 | 32,53 | 250 | 32 | 32 | 2,48-39,98 | 77,15 |
| GB | New Holland     | M 100-18 - speed Semi Power Shift Trans.     | 70,1  | 31,55 | 20,39 | 244 | 18 | 6  | 2,22-36,68 | 51,39 |

Продовження таблиці 4.22

| 1           | 2           | 3  | 4     | 5     | 6     | 7   | 8  | 9  | 10         | 11    |
|-------------|-------------|--|-------|-------|-------|-----|----|----|------------|-------|
| GB          | New Holland | 4215-Emissions Compliant Eng.-8 Speed Trans. | 111,4 | 32,83 | 31,99 | 241 | 18 | 6  | 2,12-34,47 | 56,74 |
| I-Treviglio | Same        | Dorado 60 V/DT - 45 x 45 Speeds              | 40,3  | 39,1  | 12,99 | 271 | 45 | 45 | 0,19-39,02 | 29,8  |

|     |             |                                      |       |       |       |     |    |   |            |        |
|-----|-------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-----|----|---|------------|--------|
| A   | Steyr       | M 948 A                              | 34,5  | 37,5  | 10,63 | 260 | 16 | 8 | 1,94-37,66 | 27,8   |
| A   | Steyr       | M 958 A                              | 40,4  | 36,67 | 12,44 | 260 | 16 | 8 | 1,94-37,66 | 27,8   |
| CND | New Holland | 9882                                 | 281,3 | 31,67 | 76,81 | 233 | 12 | 4 | 4,85-28,96 | 143,65 |
| USA | Steyr       | 9175-MFWD 18<br>Speed Transmission   | 110,3 | 33,33 | 32,82 | 251 | 18 | 4 | 2,78-29,51 | 78,18  |
| USA | Steyr       | 9220-MFWD 18<br>Speed Transmission   | 147,9 | 32,5  | 42,44 | 242 | 18 | 4 | 2,92-30,95 | 81,03  |
| USA | Steyr       | 9250-MFWD 18<br>Speed Transmission   | 172,1 | 30,83 | 47,16 | 231 | 18 | 4 | 3,09-32,76 | 82,42  |
| USA | Steyr       | 9270-MFWD - 18<br>Speed Transmission | 190,3 | 32,5  | 53,96 | 239 | 18 | 4 | 3,09-32,76 | 83,18  |

Продовження таблиці 4.22

| 1  | 2     | 3      | 4    | 5    | 6     | 7   | 8  | 9  | 10         | 11   |
|----|-------|--------|------|------|-------|-----|----|----|------------|------|
| A  | Steyr | 9145 A | 95   | 30   | 27,24 | 242 | 24 | 24 | 2,98-40,15 | 60,1 |
| PL | Ursus | 6012   | 55,8 | 37,2 | 17,42 | 263 | 8  | 2  | 2,18-29,43 | 33,4 |

|    |        |                  |      |        |       |     |    |    |            |       |
|----|--------|------------------|------|--------|-------|-----|----|----|------------|-------|
| PL | Ursus  | 6014             | 58,5 | 37,33  | 18,22 | 262 | 12 | 4  | 1,95-27,67 | 36,75 |
| SF | Valmet | 8450-4           | 97,6 | 36,67  | 30,2  | 259 | 36 | 36 | 0,61-40,90 | 53,1  |
| SF | Valmet | 8050-4           | 79,9 | 29,8   | 21,9  | 229 | 36 | 36 | 0,57-38,40 | 47,4  |
| CZ | Zetor  | 4341 Super       | 40,5 | 36,67  | 12,95 | 269 | 10 | 2  | 1,64-29,82 | 35,5  |
| CZ | Zetor  | 6341 Super       | 46,9 | 36,67  | 14,7  | 264 | 10 | 2  | 1,64-29,82 | 35,95 |
| CZ | Zetor  | 5341 Super       | 44   | 36,67  | 13,84 | 265 | 10 | 2  | 1,64-29,82 | 35,7  |
| CZ | Zetor  | 3321 Super       | 31   | 36,683 | 10,29 | 278 | 10 | 2  | 1,53-27,81 | 31    |
| CZ | Zetor  | 7321 Super Turbo | 54,3 | 36,67  | 16,67 | 259 | 10 | 2  | 1,64-29,82 | 32,95 |

Продовження таблиці 4.22

| 1  | 2     | 3                    | 4  | 5  | 6     | 7   | 8  | 9  | 10         | 11   |
|----|-------|----------------------|----|----|-------|-----|----|----|------------|------|
| CZ | Zetor | 10641 Forterra Turbo | 68 | 35 | 22,04 | 270 | 24 | 18 | 1,86-34,37 | 40,5 |

|    |       |                     |      |       |       |     |    |    |            |      |
|----|-------|---------------------|------|-------|-------|-----|----|----|------------|------|
| CZ | Zetor | 9621 Forterra Turbo | 60,7 | 34,15 | 19,58 | 268 | 24 | 18 | 1,62-30,01 | 37,3 |
| CZ | Zetor | 8621 Forterra Turbo | 56,4 | 34,15 | 18,19 | 268 | 24 | 18 | 1,62-30,01 | 37,3 |
| CZ | Zetor | 9641 Forterra Turbo | 60,7 | 34,15 | 19,58 | 268 | 24 | 18 | 1,86-34,37 | 43,9 |

Довідка: А – Австрія; CZ – Чехія; CDM – Канада; D – Німеччина;  
F – Франція; GB – Великобританія; I – Італія; IND – Індія;  
J – Японія; KO – Південна Корея; PL – Польща; RC – Китай;  
SF – Фінляндія; USA – США.



Таблиця 4.23 – Мобільні енергетичні засоби малої механізації

| Марка   | Фірма – виготовлювач                                   | Вага, кН | Швидкість руху, км/год |           | Коля, м | Дорожній просвіт, м | Двигун |   |   |                 |   |                |    |    |
|---|--|----------|------------------------|-----------|---------|---------------------|--------|---|---|-----------------|---|----------------|----|----|
|   |  |          | вперед                 | назад     |         |                     | Модель | Фірма – виготовлювач                              | Тип   | Потужність, кВт | Частота обертання колінчатого валу, с <sup>-1</sup> | Витрата палива |    |    |
| 1   | 2  | 3        | 4                      | 5         | 6       | 7                   | 8      | 9   | 10  | 11              | 12  | 13             | 14 | 15 |
| <b>Мотоблоки (малогабаритний одноосний трактор)</b> |  |          |                        |           |         |                     |        |   |   |                 |   |                |    |    |
| М – 3   | Харківський завод тракторних самохідних шасі (Україна) | 0,5      | I – 3,3                | II – 11,1 | 0,35    | 0,1                 | МД – 3 | 3-д тракторних запасних частин м. Курськ, (Росія) | одноциліндровий чотиритактний карбюраторний повітряного охолодження | 2,2             | 60  | 435            | 0  | 0  |



Продовження таблиці 4.23

|  |  |
|--|--|
| МТЗ – 05 "Беларусь"  | МБ – 1 "Луч"   |
| Мінський тракторний завод<br>(Білорусь)                                      | Пермське МВО<br>"Машиностроитель" (Росія)                                    |
| 1,4  | 1,0  |
| I - 2,15 II - 3,8<br>III-5,35 IV - 9,5                                       | I – 2,45 II - 10,0   |
| I - 2,5 II - 4,5   | I - 4,5 II - 2,8   |
| 0,45 0,6 0,7   | 0,32; 0,45   |
| 0,3  | 0,2  |
| УД – 15  | МД – 1   |
| ПЗМД (Казахстан)   | 3-д "Красний Октябрь"<br>м.Санкт-Петербург (Росія)                           |
| одноциліндровий<br>чотиритактний<br>карбюраторний повітряного<br>охолодження | одноциліндровий<br>чотиритактний<br>карбюраторний повітряного<br>охолодження |
| 2,95   | 3,7  |
| 50   |  |
| 430  |  |
|  |  |
|  |  |

Продовження таблиці 4.23

|                                       |   |      |                                  |           |             |     |           |                         |  |      |    |     |    |    |
|---------------------------------------|---|------|----------------------------------|-----------|-------------|-----|-----------|-------------------------|--|------|----|-----|----|----|
| 1                                     | 2   | 3    | 4                                | 5         | 6           | 7   | 8         | 9                       | 10   | 11   | 12 | 13  | 14 | 15 |
| МК – 2 "Крот"                         | Сулер – 610А  |      |                                  |           |             |     |           |                         |  |      |    |     |    |    |
| НВО ім. Чернишова<br>м.Москва (Росія) | Куцаїський завод<br>малолітражних тракторів<br>(Грузія) | 0,50 | I - 1,5<br>II - 3,3<br>III - 6,5 | 1,7 - 2,1 | 0,31 - 0,49 | 0,9 | АНЛ – 300 | ЗМТ м. Куцаїсі (Грузія) | одноциліндровий<br>чотиритактний<br>карбюраторний повітряного<br>охолодження | 4,8  | 60 | 450 |    |    |
|                                       |   |      |                                  |           |             |     |           |                         | одноциліндровий<br>однотактний<br>карбюраторний повітряного<br>охолодження   | 1,77 |    |     |    |    |

Продовження таблиці 4.23

|                        |   |      |                  |                  |             |     |         |                                       |   |      |    |     |    |    |
|------------------------|---|------|------------------|------------------|-------------|-----|---------|---------------------------------------|---|------|----|-----|----|----|
| 1                      | 2   | 3    | 4                | 5                | 6           | 7   | 8       | 9                                     | 10  | 11   | 12 | 13  | 14 | 15 |
| МК - 3 "Крот"          | НВО ім. Чернишова<br>м.Москва (Росія)     | 0,60 | I - 4,7 II - 7,7 | I - 2,8 II - 4,0 | 0,285; 0,60 | 0,9 | 2К      | НВО ім. Чернишова<br>м.Москва (Росія) | одноциліндровий<br>однотактний<br>карбюраторний<br>повітряного охолодження  | 1,77 |    |     |    |    |
| Малогабаритні трактори |   |      |                  |                  |             |     |         |                                       |   |      |    |     |    |    |
| T - 010                | Харківський тракторний<br>завод (Україна) | 6,5  | 2,5 – 16,5       | 4,7; 6,3         | 0,7; 0,9    | 0,3 | УД – 25 | ПЗМД<br>(Казахстан)                   | двоциліндровий<br>чотиритактний<br>карбюраторний<br>повітряного охолодження | 5,9  | 50 | 435 |    |    |

Продовження таблиці 4.23

|   |   |
|---|---|
| “Лан” (МТ-3)  | “Прикарпатець”  |
| ДП “Завод ім.Малишева”<br>м.Харків (Україна)                                      | ВО “Карпат-агромаш”<br>м.Івано-Франківськ<br>(Україна)                            |
| 12,0  | 8,7   |
| 2,07-22,6   | 2,9 – 18,8  |
| 1,6-17,5  |   |
| 0,85-1,40   | 0,9 – 1,06  |
| 0,3   | 0,3   |
| 2ДТ   | 2ДТ   |
| ДП “Завод ім.Малишева”<br>м.Харків (Україна)                                      | ДП “Завод ім.Малишева”<br>м.Харків (Україна)                                      |
| двоциліндровий<br>чотиритактний дизельний<br>рідинного охолодження,<br>2-х рядний | двоциліндровий<br>чотиритактний дизельний<br>рідинного охолодження,<br>2-х рядний |
| 11  | 11  |
| 50  | 50  |
| 240   | 240   |
|   |   |
|   |   |



Продовження таблиці 4.23

| 1                       | 2  | 3   | 4           | 5           | 6         | 7   | 8      | 9   | 10  | 11  | 12 | 13  | 14 | 15  |
|-------------------------|--|-----|-------------|-------------|-----------|-----|--------|---|---|-----|----|-----|----|-----|
| МТ - 14 С               | Курганський з-д с.г. машинобудування (Росія) | 5,0 | 1,14 - 17,7 | 2,45 - 4,76 | 1,1 - 1,5 | 0,5 | РД-180 | Концерн "GONDOLI" (Італія)                | двоциліндровий дизельний повітряного охолодження                | 7,6 |    | 272 |    |     |
| Чотириколісні мотоцикли |  |     |             |             |           |     |        |   |   |     |    |     |    |     |
| “Витязь” (ЗИМ-350)      | ДП “Завод ім.Малишева” м.Харків (Україна)    | 4,2 | 2,0-60,0    |             | 0,995     | 0,2 | ИЖЮ-5М | ДП “Завод ім.Малишева” м.Харків (Україна) | двоциліндровий двотактний карбюраторний повітряного охолодження | 11  | 70 |     |    | 7,5 |
| ЗИМ 450                 | ДП “Завод ім.Малишева” м.Харків (Україна)    | 320 | 4,0 – 50,0  |             | 0,95      | 0,3 | ИЖЮ5М  | ДП “Завод ім.Малишева” м.Харків (Україна) | двоциліндровий двотактний карбюраторний повітряного охолодження | 11  | 70 |     |    | 7,5 |



Продовження таблиці 4.23

|                             |  |      |                   |   |      |     |        |  |  |      |    |     |    |    |
|-----------------------------|--|------|-------------------|---|------|-----|--------|--|--|------|----|-----|----|----|
| 1                           | 2  | 3    | 4                 | 5 | 6    | 7   | 8      | 9  | 10   | 11   | 12 | 13  | 14 | 15 |
| Моторолер<br>"Муравей - 2М" | ДП "Завод<br>ім.Малишева"<br>м.Харків<br>(Україна) | 2,6  | I - 10,0 П - 20,0 |   | 1,05 | 0,1 | T-200T | ДП "Завод<br>ім.Малишева"<br>м.Харків<br>(Україна) | двоциліндровий<br>чотиритактний<br>каробаторний<br>повітряного<br>охолодження    | 9,6  |    |     |    |    |
| Мікрокар ЗИМ -<br>МК 800Д   | ДП "Завод<br>ім.Малишева"<br>м.Харків<br>(Україна) | 12,0 | I - 4,0 П - 18,0  | 4 | 1,15 | 0,2 | 2 ДТМ  | ДП "Завод<br>ім.Малишева"<br>м.Харків<br>(Україна) | двоциліндровий<br>чотиритактний<br>рідинного<br>охолодження 2-х<br>рядний 800смЗ | 11,7 | 60 | 240 |    | 6  |
| ЗИМ-800 Д                   | ДП "Завод<br>ім.Малишева"<br>м.Харків<br>(Україна) | 9,0  | 1,5-60,0          |   | 0,95 |     | 2 ДТМ  | ДП "Завод<br>ім.Малишева"<br>м.Харків<br>(Україна) | двоциліндровий<br>чотиритактний<br>рідинного<br>охолодження 2-х<br>рядний 800смЗ | 11,7 | 60 | 240 |    | 6  |

Таблиця 4.24 – Технічні характеристики малогабаритних напівпричепів

| Марка     | Об'єм кузова, м <sup>3</sup> | Вантажність, кг | Швидкість руху, км/год | Коля, м | Дорожний просвіт, м | Вага, кН | Агрегуються з трактором |
|-----------|------------------------------|-----------------|------------------------|---------|---------------------|----------|-------------------------|
| 1         | 2                            | 3               | 4                      | 5       | 6                   | 7        | 8                       |
| ПХ-0,5    | 0,75                         | 500             | 10                     | 1,1     | 0,30                | 1,82     | МТЗ-05                  |
| ТОБ-350   | 0,38                         | 350             | 10                     | 0,9     | 0,20                | 2,20     | “Супер-610А”            |
| ТОП-350   | 0,38                         | 350             | 9                      | 1,2     | 0,30                | 1,50     | МБ-1                    |
| ТМ-200    | 0,23                         | 200             | 7                      | 1,0     | 0,28                | 0,60     |                         |
| Н-35      | 0,36                         | 350             | 7                      | 1,0     | 0,20                | 1,20     | МФ-73                   |
| НСН-10-2Б | 2,52                         | 1000            | 15                     | 1,5     | 0,23                | 13,60    | ТЗ-4К14                 |
| ТО-0,5    | 0,45                         | 550             | 9                      | 1,1     | 0,38                | 1,95     |                         |
| ТП-600    | 0,50                         | 600             | 9                      | 1,1     | 0,30                | 2,15     |                         |

Таблиця 4.25 – Знання і засоби малої механізації

| Марка   | Ширина захвату, м | Глибина обробітку, м | Вага, кН | Швидкість руху, км/год | Агрегується з трактором |
|---------|-------------------|----------------------|----------|------------------------|-------------------------|
| 1       | 2                 | 3                    | 4        | 5                      | 6                       |
| Плуги   |                   |                      |          |                        |                         |
| ПН-1-15 | 0,15              | 0,2                  | 0,15     | 3                      | М-3                     |
| ПН-1-20 | 0,2               | 0,2                  | 0,25     | до 4,0                 | “Січ-Д” “Артания”       |
| ПЦ-1-18 | 0,18              | 0,2                  | 0,22     | 3,0...3,5              | МТЗ-05 МБ-1             |

## Продовження таблиці 4.25

| 1                                   | 2           | 3           | 4    | 5         | 6                                |
|-------------------------------------|-------------|-------------|------|-----------|----------------------------------|
| ПЛ-1                                | 0,2         | 0,2         | 0,14 | 3,0...4,0 | МТЗ-05; Т-010<br>“Прикарпатець”  |
| ПБ-1                                | 0,2         | 0,2         | 0,25 | до 4,0    | “Січ-Д”                          |
| оборотний                           | 0,2         | 0,2         | 0,32 | до 4,0    | Супер-610А                       |
| ПНО-15                              | 0,15        | 0,18        | 0,14 | 2,5       |                                  |
| пл. АМЖК-8                          | 0,25        | 0,18        | 0,14 | до 3,0    | АМЖК-8                           |
| ПОН-25                              | 0,25        | 0,2         | 0,77 | до 4,0    | ТЗ - 4К14                        |
| Культиватори                        |             |             |      |           |                                  |
| КР-70                               | 0,5...0,7   | 0,14        | 0,23 | до 4,0    | МТЗ-0,5                          |
| КН-1,5                              | 1,5         | 0,1         | 0,75 | до 4,0    | Т-010; ЗИМ-350<br>“Прикарпатець” |
| к. “Супер-610 А”                    | 0,35...0,47 | 0,10...0,12 | 0,24 | до 4,0    | Супер-610А                       |
| к. АМЖК-8                           | 0,75        | 0,1         | 0,33 | до 5,5    | АМЖК-8                           |
| Мотокультиватори з приводом від ДВС |             |             |      |           |                                  |
| “Крот” МК-1                         | 0,33 і 0,58 | 0,2         | 0,5  | до 2,0    | Потужність, кВт<br>1,8           |
| “Ансеули”<br>КРМ-0,5                | 0,5         | 0,03...0,08 | 0,5  | до 3,8    | 2,9                              |
| МР-300                              | 0,3         | 0,04...0,06 | 0,75 | 2,0...3,0 | 2,9                              |
| КЗТЗ-РОБИ-55                        | 0,56        | 0,10...0,12 | 0,37 | до 3,0    | 2                                |

## Продовження таблиці 4.25

| 1                               | 2           | 3           | 4    | 5      | 6                                |
|---------------------------------|-------------|-------------|------|--------|----------------------------------|
| Розрихлювачі з приводом від ДВС |             |             |      |        |                                  |
| РУ-1                            | 0,42        | 0,16...0,17 | 0,15 |        | Потужність, кВт<br>1,5           |
| РТГ-250                         | 0,55        | 0,2         | 0,27 |        | 2,9                              |
| РГМ-1                           | 0,42        | 0,18...0,20 | 0,14 |        | 1,5                              |
| Розрихлювачі з електроприводом  |             |             |      |        |                                  |
| РЭ-200                          | 0,14...0,22 | 0,25        | 0,1  |        | Потужність, кВт<br>0,55          |
| РЭ-200-1                        | 0,14...0,22 | 0,25        | 0,09 |        | 0,55                             |
| РЭ-280 ямокопач                 | 0,27        | 0,5...0,7   | 0,1  |        | 0,55                             |
| Фрези                           |             |             |      |        |                                  |
| ФНМ-1                           | 0,45...0,60 | 0,16        | 0,5  | до 3,0 | МТЗ-05                           |
| М-21                            | 0,7         | 0,12        | 0,4  | 3      | Супер-610А                       |
| ФН-0,9                          | 0,9         | 0,18        | 1    | 3      | Т-010; ЗИМ-350<br>“Прикарпатець” |
| ф. МБ-1                         | 0,7         | 0,12        | 0,35 | 3      | МБ-1                             |
| ф. МБ-1                         | 0,87        | 0,2         | 0,35 | 3      | МБ-1                             |
| ФН-100                          | 1           | 0,15        | 1,4  | до 4,0 | TZ-4K14                          |

Продовження таблиці 4.25

| 1                          | 2           | 3                            | 4    | 5      | 6                                |
|----------------------------|-------------|------------------------------|------|--------|----------------------------------|
| Борони зубіві              |             |                              |      |        |                                  |
| БН-1,5                     | 1,5         | 0,1                          | 0,7  | до 6   | Т-010; ЗИМ-350<br>“Прикарпатець” |
| БНМ-1,5                    | 1,5         | 0,1                          | 0,4  | до 6   | Супер-610А                       |
| БН-90                      | 0,4...1,0   | 0,1                          | 0,2  | до 6   | МТЗ-05                           |
| Б-1500                     | 0,45...1,50 | 0,1                          | 0,16 | до 5,5 | МТЗ-05                           |
| б. АМЖК-8                  | 1,2         | 0,1                          | 0,11 | до 6,8 | АМЖК-8                           |
| Сівалки                    |             |                              |      |        |                                  |
| СЗ-1,2 зернова             | 1,2         | міжряддя, м<br>0,075...0,150 | 4,2  | до 5,0 | трактори класу 02<br>Т-010       |
| СО-0,9 овочева             | 0,9         | 0,07                         | 0,75 | до 6,0 | тр-ри класу<br>02...0,4          |
| СОТ-2 овочева              | 0,8         | 0,08                         | 0,7  | до 3,0 | МТЗ-05                           |
| КОП-0,7<br>картоплесажалка | 0,7         |                              | 2,5  | до 6,0 | тр-ри класу<br>02...0,4          |
| Окучники                   |             |                              |      |        |                                  |
| ОК-2                       | 0,9...1,2   | міжряддя, м<br>0,1           | 0,25 | до 3,8 | МТЗ-05                           |
| о. “Супер-610 А”           | 0,4         | 0,08                         | 0,1  | до 4,0 | “Супер-610 А”                    |

## Продовження таблиці 4.25

| 1                              | 2           | 3                              | 4     | 5         | 6                      |
|--------------------------------|-------------|--------------------------------|-------|-----------|------------------------|
| Картоплекопачі                 |             |                                |       |           |                        |
| начіпний                       | 0,4...0,6   | міжряддя, м<br>0,2             | 0,16  | 3         | МТЗ-05                 |
| ККН                            | 0,27...0,43 | 0,2                            | 0,045 |           | МБ-1                   |
| Косарки                        |             |                                |       |           |                        |
| КН-1,1 сегментна               | 1,1         | висота зрізу, м<br>0,04...0,07 | 0,45  | 2,5...3,6 | МБ-1                   |
| “Заря”                         | 0,8         | 0,07                           | 0,35  | 2,5...4,5 | МБ-1                   |
| КН-1                           | 1           | 0,05...0,07                    | 0,3   | 2,0...4,0 | МТЗ-05                 |
| КФН-1                          | 1           | 0,03...0,09                    | 0,25  | 1,5       | Супер-610А             |
| КНМ-1М                         | 1,1         | 0,04                           | 0,65  |           | Т-010; ЗИМ-350         |
| КФН-1,5                        | 1,5         | 0,03...0,10                    | 1,24  | 2,0...6,0 | МТ-14 С                |
| к. АМЖК-8                      | 1,3         | 0,07                           | 0,66  | 2,1       | АМЖК-8                 |
| ЖТ-152                         | 1,5         | 0,05                           | 2,15  | до 6,6    | ТЗ-4 К14               |
| Сегментна                      | 0,8         | 0,05...0,07                    | 0,4   | 2,0...4,0 | МК-2                   |
| Роторна                        | 0,6         | 0,07                           | 0,27  | 4         | МК-2                   |
| Мотокосарки з приводом від ДВС |             |                                |       |           |                        |
| “Стриж” КММ-1                  | 1           | 0,04...0,07                    | 0,6   | до 4,0    | Потужність, кВт<br>3,7 |
| МК-0,85                        | 0,85        | 0,06...0,08                    | 0,46  | 1,7...2,9 | 1,8                    |

## Продовження таблиці 4.25

| 1                               | 2           | 3             | 4    | 5         | 6                      |
|---------------------------------|-------------|---------------|------|-----------|------------------------|
| КРС-0,85                        | 0,85        | 0,03          | 0,34 | 2,2...3,4 | 1,6                    |
| MF-73 сегментна                 | 1,4         | 0,03...0,13   | 1,3  | 3,5       | 5,1                    |
| MF-73 роторна                   | 0,61        | 0,03...0,13   | 0,85 | 4,3       | 5,1                    |
| СДН садова                      | 0,84        | 0,03...0,07   | 0,23 | -         | 1,5                    |
| ДК дискова                      | 0,26        | 0,03...0,07   | 0,15 | -         | 1,7                    |
| ГН                              | 0,48        | 0,025...0,07  | 0,2  | -         | 2,2                    |
| Газонокосарки з електроприводом |             |               |      |           |                        |
| ЭК-1000-1                       | 0,3         | 0,03...0,05   | 0,12 | -         | Потужність, кВт<br>0,3 |
| 1501                            | 0,45        | 0,03...0,05   | 0,36 | -         | 0,75                   |
| Косарки з приводом від коліс    |             |               |      |           |                        |
| КГ-0,35                         | 0,25...0,35 | 0,010...0,015 | 0,1  |           | допоміжний коток       |
| М9-ГК                           | 0,25...0,35 | 0,010...0,015 | 0,15 |           | ходове колесо          |
| Граблі                          |             |               |      |           |                        |
| причіпні                        | 1,2         |               | 0,84 |           | “Супер-610А”           |
| СО-160 фронтальні               | 1,6         |               | 1,3  | 4,3       | MF-73                  |

Таблиця 4.26 – Напівначіпні оборотні шарнірні плуги фірми “Charrues Naud” (Франція)

| Модель                               | Число корпусів          |                      |         | Ширина захвату, м |       | Вага, кН | Потужність трактора мін / макс, кВт |
|--------------------------------------|-------------------------|----------------------|---------|-------------------|-------|----------|-------------------------------------|
|                                      | перед опорними колесами | за опорними колесами | взагалі | одного корпусу    | плуга |          |                                     |
| 1                                    | 2                       | 3                    | 4       | 5                 | 6     | 7        | 8                                   |
| Моделі APN із пружинним запобіжником |                         |                      |         |                   |       |          |                                     |
| APN 5.62/36                          | 3                       | 2                    | 5       | 0,36              | 1,8   | 21       | 55/110                              |
| APN 5.62/40                          | 3                       | 2                    | 5       | 0,4               | 2     | 21       | 55/110                              |
| APN 5.62/36 + 1                      | 3                       | 2 + 1                | 6       | 0,36              | 2,16  | 23,5     | 66/132                              |
| APN 5.62/40 + 1                      | 3                       | 2 + 1                | 6       | 0,4               | 2,4   | 23,5     | 66/132                              |
| APN 6.62/36                          | 4                       | 2                    | 6       | 0,36              | 2,16  | 23,5     | 66/132                              |
| APN 6.62/40                          | 4                       | 2                    | 6       | 0,4               | 2,4   | 23,5     | 66/132                              |
| APN 6.62/36 + 1                      | 4                       | 2 + 1                | 7       | 0,36              | 2,52  | 26       | 77/154                              |
| APN 6.62/40 + 1                      | 4                       | 2 + 1                | 7       | 0,4               | 2,8   | 26       | 77/154                              |
| APN 7.62/36                          | 5                       | 2                    | 7       | 0,36              | 2,52  | 26       | 77/154                              |
| APN 7.62/40                          | 5                       | 2                    | 7       | 0,4               | 2,8   | 26       | 77/154                              |
| APN 7.62/36 + 1                      | 5                       | 2 + 1                | 8       | 0,36              | 2,88  | 28,5     | 88/176                              |



Продовження таблиці 4.26

| 1                                   | 2 | 3     | 4 | 5    | 6    | 7     | 8      |
|-------------------------------------|---|-------|---|------|------|-------|--------|
| APN 7.62/40 + 1                     | 5 | 2 + 1 | 8 | 0,4  | 3,2  | 28,5  | 88/176 |
| APN 8.62/36                         | 5 | 3     | 8 | 0,36 | 2,88 | 29,5  | 88/176 |
| APN 8.62/40                         | 5 | 3     | 8 | 0,4  | 3,2  | 29,5  | 88/176 |
| APN 8.62/36 +1                      | 5 | 3 + 1 | 9 | 0,36 | 3,24 | 32    | 99/198 |
| APN 8.62/40 + 1                     | 5 | 3 + 1 | 9 | 0,4  | 3,6  | 32    | 99/198 |
| Моделі APX із болтовим запобіжником |   |       |   |      |      |       |        |
| APX 5.62/36                         | 3 | 2     | 5 | 0,36 | 1,8  | 18,25 | 55/110 |
| APX 5.62/40                         | 3 | 2     | 5 | 0,4  | 2    | 18,25 | 55/110 |
| APX 5.62/36 + 1                     | 3 | 2 + 1 | 6 | 0,36 | 2,16 | 20,2  | 66/132 |
| APX 5.62/40 + 1                     | 3 | 2 + 1 | 6 | 0,4  | 2,4  | 20,2  | 66/132 |
| APX 6.62/36                         | 4 | 2     | 6 | 0,36 | 2,16 | 20,2  | 66/132 |
| APX 6.62/40                         | 4 | 2     | 6 | 0,4  | 2,4  | 20,2  | 66/132 |
| APX 6.63/40                         | 4 | 2     | 6 | 0,4  | 2,4  | 20,4  | 66/132 |
| APX 6.62/36 +1                      | 4 | 2 + 1 | 7 | 0,36 | 2,52 | 22,15 | 77/154 |
| APX 6.62/40 + 1                     | 4 | 2 + 1 | 7 | 0,4  | 2,8  | 22,15 | 77/154 |
| APX 6.63/40 + 1                     | 4 | 2 + 1 | 7 | 0,4  | 2,8  | 22,4  | 77/154 |
| APX 7.62/36                         | 5 | 2     | 7 | 0,36 | 2,52 | 22,15 | 77/154 |
| APX 7.62/40                         | 5 | 2     | 7 | 0,4  | 2,8  | 22,15 | 77/154 |
| APX 7.62/36 + 1                     | 5 | 2 + 1 | 8 | 0,36 | 2,88 | 24,1  | 88/176 |

|                 |   |       |   |     |     |      |        |
|-----------------|---|-------|---|-----|-----|------|--------|
| APX 7.62/40 + 1 | 5 | 2 + 1 | 8 | 0,4 | 3,2 | 24,1 | 88/176 |
|-----------------|---|-------|---|-----|-----|------|--------|

Продовження таблиці 4.26

|                 |   |       |   |      |      |       |        |
|-----------------|---|-------|---|------|------|-------|--------|
| 1               | 2 | 3     | 4 | 5    | 6    | 7     | 8      |
| APX 8.62/36     | 6 | 2     | 8 | 0,36 | 2,88 | 24,1  | 88/176 |
| APX 8.62/40     | 6 | 2     | 8 | 0,4  | 3,2  | 24,1  | 88/176 |
| APX 8.62/36 + 1 | 6 | 2 + 1 | 9 | 0,36 | 3,24 | 26,05 | 99/198 |
| APX 8.62/40 + 1 | 6 | 2 + 1 | 9 | 0,4  | 3,6  | 26,05 | 99/198 |

Таблиця 4.27 – Тракторні плуги фірми "KUHН" (Франція)

| А. Начіпні оборотні плуги серії 120 та 150 |                   |                           |          |                           |                          |
|--|-------------------|---------------------------|----------|---------------------------|--------------------------|
| Модель                                     |                   | Рама (кількість корпусів) | Вага, кН | Ширина захвату корпусу, м | Потужність трактора, кВт |
| 1  | 2                 | 3                         | 4        | 5                         | 6                        |
| Запобіжник безпеки – болт тяги (*)         |                   |                           |          |                           |                          |
| Серія 120                                  | Мастер 120        | 3E                        | 9,2      | 0,35; 0,4                 | до 90                    |
|  |                   | 4(3+1)                    | 11,3     |                           | до 120                   |
|  | Мастер 120        | 4E                        | 12,2     |                           | до 120                   |
|  |                   | 5(4+1)                    | 14,4     |                           | до 150                   |
|  |                   | 5E                        | 15,3     |                           | до 180                   |
|  |                   | 6(4+1+1)                  | 17,8     |                           | до 180                   |
|  | Мульти Мастер 120 | 3E                        | 9,7      |                           | 0,35; 0,4; 0,46          |

|  |  |        |      |  |        |
|--|--|--------|------|--|--------|
|  |  | 4(3+1) | 11,9 |  | до 120 |
|  |  | 4E     | 12,8 |  |        |

Продовження таблиці 4.27

| 1         | 2  | 3                    | 4     | 5               | 6      |                 |        |
|-----------|--|----------------------|-------|-----------------|--------|-----------------|--------|
| Серія 120 | Мульти Мастер 120                          | 5(4+1)               | 14,9  | 0,35; 0,4; 0,46 | до 150 |                 |        |
|           | Вари Мастер 120                            | 3E                   | 10,5  |                 | до 90  |                 |        |
|           |  | 4(3+1)               | 12,8  |                 | до 120 |                 |        |
|           |  | 4E                   | 13,8  |                 |        |                 |        |
|           |  | 5(4+1)               | 16    |                 | до 150 |                 |        |
| Серія 150 | Мульти Мастер 150                          | 3E                   | 11    |                 | до 100 |                 |        |
|           |  | 4(3+1)               | 13,3  |                 | до 140 |                 |        |
|           |  | 4E                   | 14,5  |                 |        |                 |        |
|           |  | 5(4+1)               | 16,8  |                 | до 180 |                 |        |
|           | Вари Мастер 150                            | 3E                   | 11,8  |                 | до 100 |                 |        |
|           |  | 4(3+1)               | 14,35 |                 | до 140 |                 |        |
|           |  | 4E                   | 15    |                 |        |                 |        |
|           | Вари Мастер 150                            | 5(4+1)               | 18,4  |                 | до 180 |                 |        |
|           | Монтаж із ромбовим корпусом RL – RS або RH |                      |       |                 |        |                 |        |
|           |  | Мульти Мастер (ромб) | 3E    |                 | 11,75  | 0,35; 0,4; 0,46 | до 100 |
| 4(3E+1)   |  |                      | 14,3  | до 140          |        |                 |        |
| 4E        |  |                      | 14,5  |                 |        |                 |        |

|  |                    |         |       |  |        |
|--|--------------------|---------|-------|--|--------|
|  |                    | 5(4E+1) | 18,05 |  | до 180 |
|  |                    | 5E      | 18,75 |  |        |
|  | Вари Мастер (ромб) | 3E      | 12,55 |  | до 100 |

Продовження таблиці 4.27

| 1  | 2                  | 3       | 4     | 5               | 6      |
|--|--------------------|---------|-------|-----------------|--------|
| Серія 150                                      | Вари Мастер (ромб) | 4(3E+1) | 15,35 | 0,35; 0,4; 0,46 | до 140 |
|  |                    | 4E      | 16    |                 |        |
|  |                    | 5(4E+1) | 19,65 |                 | до 180 |
| Запобіжник безпеки гідравлічний – тип NSH (**) |                    |         |       |                 |        |
| Серія 120                                      | Мастер 120         | 3E      | 11,75 | 0,35; 0,4       | до 90  |
|  |                    | 4(3+1)  | 14,3  |                 | до 120 |
|  |                    | 4E      | 15    |                 | до 150 |
|  |                    | 5(4+1)  | 17,4  |                 |        |
|  | Вари Мастер 120    | 3E      | 12,1  | 0,3; 0,45; 0,5  | до 90  |
|  |                    | 4(3+1)  | 14,6  |                 | до 120 |
|  |                    | 4E      | 15,7  |                 | до 150 |
|  |                    | 5(4+1)  | 18,2  |                 |        |
| Серія 150                                      | Мульти Мастер 150  | 3E      | 12,25 | 0,35; 0,4; 0,45 | до 100 |
|  |                    | 4(3+1)  | 15    |                 | до 140 |
|  |                    | 4E      | 16,3  |                 |        |
|  |                    | 5(4+1)  | 19,1  |                 | до 180 |

|                 |        |      |        |        |
|-----------------|--------|------|--------|--------|
| Вари Мастер 150 | 3E     | 12,5 | до 100 |        |
|                 | 4(3+1) | 15,3 |        | до 140 |
|                 | 4E     | 16   |        |        |
|                 | 5(4+1) | 18,8 |        | до 180 |

Продовження таблиці 4.27

| 1                                  | 2   | 3             | 4     | 5               | 6      |  |
|------------------------------------|---|---------------|-------|-----------------|--------|--|
| Серія 150                          | Монтаж із ромбовим корпусом RL – RS або RH  |               |       |                 |        |  |
|                                    | Мульти Мастер (ромб)                        | 3E            | 13    | 0,35; 0,4; 0,45 | до 100 |  |
|                                    |   | 4(3E+1)       | 16    |                 | до 140 |  |
|                                    |   | 4E            | 17,3  |                 | до 180 |  |
|                                    |   | 5(4E+1)       | 20,35 |                 | до 100 |  |
|                                    | Вари Мастер (ромб)                          | 3E            | 13,25 |                 | до 100 |  |
|                                    |   | 4(3E+1)       | 16,3  |                 | до 140 |  |
|                                    |   | 4E            | 17    |                 | до 140 |  |
|                                    |   | 5(4E+1)       | 20,05 |                 | до 180 |  |
|                                    | Б. Напівначіпні плуги Менеджер та Челенджер |               |       |                 |        |  |
| Запобіжник безпеки – болт тяги (*) |   |               |       |                 |        |  |
| Менеджер С                         | 5Т  | 3+2           | 21,5  | 0,35; 0,4       | 103,6  |  |
|                                    | 6Т  | 3+(2+1)       | 24,2  |                 | 125,8  |  |
|                                    | 7Т  | (3+1)+(2+1)   | 26,9  |                 | 148    |  |
|                                    | 8Т  | (3+1+1)+(2+1) | 29,6  |                 | 166,5  |  |

|           |    |             |       |  |       |
|-----------|----|-------------|-------|--|-------|
| Челенджер | 8  | 5+3         | 40,48 |  | 177,6 |
|           | 9  | 5+(3+1)     | 43,36 |  | 199,8 |
|           | 10 | (1+5)+(3+1) | 46,24 |  | 222   |
|           | 11 | 8+3         | 49,21 |  | 244,2 |
|           | 12 | 8+(3+1)     | 52    |  | 266,4 |

Продовження таблиці 4.27

| 1  | 2  | 3             | 4     | 5         | 6     |
|--|----|---------------|-------|-----------|-------|
| Запобіжник безпеки гідравлічний – тип NSH (**) |    |               |       |           |       |
| Менеджер<br>F 10                               | 5  | 3+2           | 25    | 0,35; 0,4 | 111   |
|  | 6  | 3+(2+1)       | 28    |           | 133,2 |
|  | 7  | (3+1)+(2+1)   | 31    |           | 155,4 |
|  | 8  | (3+1+1)+(2+1) | 34    |           | 177,6 |
| Челенджер                                      | 8  | 5+3           | 44,28 |           | 177,6 |
|  | 9  | 5+(3+1)       | 47,46 |           | 199,8 |
|  | 10 | (1+5)+(3+1)   | 50,64 |           | 222   |
|  | 11 | 8+3           | 53,83 |           | 244,2 |
|  | 12 | 8+(3+1)       | 57    |           | 266,4 |

Примітки:

\*·Болт тяги розраховано на зусилля розриву --30 кН.

\*\* Гідравлічний запобіжник дозволяє збільшити строк експлуатації корпусів плуга.

Таблиця 4.28 – Ґрунтообробна техніка фірми “QUIVOGNE” (Франція)

| Напівначіпні шарнірні плуги |                         |                      |         |                   |                        |                          |                          |
|-----------------------------|-------------------------|----------------------|---------|-------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Тип                         | Число корпусів          |                      |         | Ширина захвату, м |                        | Вага, кН                 | Потужність трактора, кВт |
|                             | перед опорними колесами | за опорними колесами | взагалі | одного корпуса    | плуга                  |                          |                          |
| 1                           | 2                       | 3                    | 4       | 5                 | 6                      | 7                        | 8                        |
| 6-ти корпусний оборотний    | 6                       | —                    | 6       | 0,4               | 2,4                    | 24                       | 103/110                  |
| 8-ми корпусний оборотний    | 6                       | 2                    | 8       | 0,4               | 3,2                    | 29                       | 125/140                  |
| 10-ти корпусний оборотний   | 6                       | 4                    | 10      | 0,4               | 4                      | 35                       | понад 162                |
| 6-ти корпусний простий      | 6                       | —                    | 6       | 0,4               | 2,4                    | 15                       | 103/110                  |
| 8-ми корпусний простий      | 6                       | 2                    | 8       | 0,4               | 3,2                    | 17                       | 125/140                  |
| 10-ти корпусний простий     | 6                       | 4                    | 10      | 0,4               | 4                      | 20                       | понад 162                |
| Дискові борони              |                         |                      |         |                   |                        |                          |                          |
| Тип                         | Кількість дисків        | Ширина захвату, м    |         | Вага, кН          | Швидкість руху, км/год | Потужність трактора, кВт |                          |
| 1                           | 2                       | 3                    |         | 4                 | 5                      | 6                        |                          |
| APXE                        | 24                      | 2,8                  |         | 27,4              | 7...9                  | до 60                    |                          |
| APX-TL                      | 36                      | 4                    |         | 36,5              | 7...9                  | 96/110                   |                          |
| APX-TL                      | 44                      | 4,8                  |         | 40,7              | 7...9                  | 118/147                  |                          |
| APXRS                       | 56                      | 6                    |         | 56,3              | 7...9                  | понад 147                |                          |

Продовження таблиці 4.28

| 1  | 2                                 | 3                                 | 4               | 5                       | 6                        |                          |
|--|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| APXR   | 72                                | 8                                 | 71,3            | 7...9                   | понад 176                |                          |
| <b>Культиватори комбіновані</b>  |                                   |                                   |                 |                         |                          |                          |
| Тип  | Кількість зубових робочих органів | Ширина захвату, м                 | Вага, кН        | Швидкість руху, км/год  | Потужність трактора, кВт |                          |
| P 400  | 44                                | 4                                 | 44              | 8                       | 81/103                   |                          |
| P 500  | 56                                | 5                                 | 51              | 8                       | 103/125                  |                          |
| P 600  | 66                                | 6                                 | 58              | 8                       | понад 125                |                          |
| <p>Примітка: Культиватор комбінований має наступні робочі органи:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 – котки спіральні;</li> <li>2 – котки-розрихлювачі;</li> <li>3 – брус для вирівнювання;</li> <li>4 – 4 ряди зубових робочих органів;</li> <li>5 – здвоєні котки малого діаметру.</li> </ul> |                                   |                                   |                 |                         |                          |                          |
| <b>Щільноутворювач</b>   |                                   |                                   |                 |                         |                          |                          |
| Тип  | Кількість робочих органів         | Відстань між робочими органами, м | Ширина колії, м | Кількість опорних коліс | Вага, кН                 | Потужність трактора, кВт |
| SS 5   | 5                                 | 0,34...0,58                       | 2,6             | 2                       | 9,11                     | 88/103                   |
| SS 7   | 7                                 | 0,34...0,55                       | 3,6             | 2                       | 10,71                    | 103/132                  |



Продовження таблиці 4.28

| Подрібнювач рослинних залишків (кукурудзиння) |                 |               |                   |          |                          |
|---|-----------------|---------------|-------------------|----------|--------------------------|
| Тип   | Кількість ножів |               | Ширина захвату, м | Вага, кН | Потужність трактора, кВт |
|   | У-подібних      | ложкоподібних |                   |          |                          |
| BP 400  | 92              | 44            | 4                 | 18,5     | 60/75                    |

Таблиця 4.29 – Грунтообробна техніка фірми "Kverneland" (Норвегія)

| Тип плуга  | Відстань між корпусами, см | Кількість корпусів | Ширина захвату корпусу, см | Вага, кН | Запобіжна система | Потужність трактора, кВт |
|--|----------------------------|--------------------|----------------------------|----------|-------------------|--------------------------|
| 1  | 2                          | 3                  | 4                          | 5        | 6                 | 7                        |
| Напівначіпні оборотні плуги з регульованою шириною |                            |                    |                            |          |                   |                          |
| PX 9 - F   | 100                        | 9                  | 30-35-40-45                | 41,85    | Auto Reset        | 176,5...265,0            |
| PX 10 - F  | 100                        | 10                 |                            | 44,60    |                   |                          |
| PX 11 - F  | 100                        | 11                 |                            | 47,80    |                   |                          |
| PX 12 - F  | 100                        | 12                 |                            | 50,45    |                   |                          |
| PX 9 - F   | 115                        | 9                  | 35-40-45-50                | 42,25    | Auto Reset        | 176,5...265,0            |
| PX 10 - F  | 115                        | 10                 |                            | 46,10    |                   |                          |

Продовження таблиці 4.29

| 1         | 2   | 3  | 4           | 5     | 6          | 7             |
|-----------|-----|----|-------------|-------|------------|---------------|
| PX 11 - F | 115 | 11 | 35-40-45-50 | 49,50 | Auto Reset | 176,5...265,0 |
| PX 12 - F | 115 | 12 |             | 52,25 |            |               |
| RX 9 - F  | 100 | 9  | 30-35-40-45 | 39,15 | Болт тяги  | 176,5...265,0 |
| RX 10 - F | 100 | 10 |             | 41,60 |            |               |
| RX 11 - F | 100 | 11 |             | 44,50 |            |               |
| RX 12 - F | 100 | 12 |             | 46,85 |            |               |
| RX 9 - F  | 115 | 9  | 35-40-45-50 | 39,15 | Болт тяги  | 176,5...265,0 |
| RX 10 - F | 115 | 10 |             | 43,10 |            |               |
| RX 11 - F | 115 | 11 |             | 46,15 |            |               |
| RX 12 - F | 115 | 12 |             | 48,65 |            |               |
| RX 9 - F  | 100 | 9  | 30-35-40-45 | 43,65 | Vibromat   | 176,5...265,0 |
| RX 10 - F | 100 | 10 |             | 46,50 |            |               |
| RX 11 - F | 100 | 11 |             | 50,00 |            |               |
| RX 12 - F | 100 | 12 |             | 52,85 |            |               |
| RX 9 - F  | 115 | 9  | 35-40-45-50 | 44,05 | Vibromat   | 176,5...265,0 |
| RX 10 - F | 115 | 10 |             | 48,10 |            |               |
| RX 11 - F | 115 | 11 |             | 51,65 |            |               |
| RX 12 - F | 115 | 12 |             | 54,65 |            |               |

Продовження таблиці 4.29

| 1  | 2   | 3   | 4              | 5     | 6          | 7           |
|--|-----|-----|----------------|-------|------------|-------------|
| RS - 5   | 100 | 5   |                | 28,20 | Vibromat   | 81          |
| RS - 6   | 100 | 6   |                | 29,10 |            | 81          |
| RS - 7+1                                       | 100 | 7+1 | 30-35-40-45-50 | 36,30 |            | 117,6       |
| RB - 8   | 100 | 8   |                | 36,50 | Болт тяги  | 117,6       |
| RM - 8   | 100 | 8   | 30-35-40-45-50 | 36,50 |            | 117,6       |
| BB - 5   | 100 | 5   | 30...55        | 12,35 | Auto Reset | 66...117,6  |
| BB-8   | 100 | 8   | Variomat       | 17,60 |            | 114...176,5 |
| Начіпні відвальні плуги з регульованою шириною |     |     |                |       |            |             |
| AB - 2   | 85  | 2   |                | 4,25  | Auto Reset | 25,7...33,1 |
| AB - 3   | 85  | 3   | 30...50        | 5,80  |            | 36,8...44,1 |
| AB - 4   | 85  | 4   | Variomat       | 7,50  |            | 44,1...58,8 |
| AB - 2   | 100 | 2   |                | 4,40  | Auto Reset | 29,4...36,8 |
| AB - 3   | 100 | 3   | 30...55        | 6,15  |            | 44,1...51,5 |
| AB - 4   | 100 | 4   | Variomat       | 8,00  |            | 58,8...66,2 |
| AD - 3   | 85  | 3   |                | 7,30  | Auto Reset | 44,1...51,5 |
| AD - 4   | 85  | 4   | 30...50        | 9,00  |            | 58,8...66,2 |
| AD - 5   | 85  | 5   | Variomat       | 10,90 |            | 66,2...73,5 |
| AD - 3   | 100 | 3   |                | 7,50  | Auto Reset | 51,5...58,8 |
| AD - 4   | 100 | 4   | 30...55        | 9,20  |            | 66,2...73,5 |

Продовження таблиці 4.29

| 1   | 2   | 3  | 4        | 5     | 6          | 7             |
|---|-----|----|----------|-------|------------|---------------|
| AD - 5  | 100 | 5  | Variomat | 11,20 | Auto Reset | 73,5...81,0   |
| MZ - 2  | 80  | 2  |          | 3,45  | Fixed      | 22,1...29,4   |
| MZ - 3  | 80  | 3  | 30-35-40 | 3,85  |            | 33,1...44,1   |
| MZ - 4  | 80  | 4  |          | 4,85  |            | 44,1...58,8   |
| MZ - 5  | 80  | 5  |          | 6,40  |            | 55,1...73,5   |
| Причіпні відвальні плуги з регульованою шириною |     |    |          |       |            |               |
| DA - 8  | 100 | 8  | 30...55  | 31,00 | Auto Reset | 117,6...176,5 |
| DA - 12   | 100 | 12 | Variomat | 10,00 |            | 176,5...264,7 |
| DC - 6  | 100 | 6  | 30...55  | 23,60 | Auto Reset | 88,2...110,3  |
| DC - 8  | 100 | 8  | Variomat | 27,80 |            | 117,6...176,5 |
| CC - 6  | 100 | 6  | 30...55  | 21,80 | Auto Reset | 88,2...110,3  |
| CC - 8  | 100 | 8  | Variomat | 26,80 |            | 117,6...176,5 |

Г. Стерневі культиватори моделі CLD.

Вони мають в своєму складі 4 ряди робочих органів:

- 1 ряд – стрільчаті лапи шириною 430мм;
- 2 ряд – гребеневі лапи шириною 430мм;
- 3 ряд – сферичні диски;
- 4 ряд – котки клітчаті діаметром 410мм, або спіральні діаметром 550мм.

Продовження таблиці 4.29

| Модель                            | Кількість робочих органів |                  |                    |           | Ширина захвату, м        | Вага, кН | Потужність трактора, кВт |
|-----------------------------------|---------------------------|------------------|--------------------|-----------|--------------------------|----------|--------------------------|
|                                   | 1 ряду                    | 2 ряду           | 3 ряду             | 4 ряду    |                          |          |                          |
| 1                                 | 2                         | 3                | 4                  | 5         | 6                        | 7        | 8                        |
| CLD 2,2                           | 2                         | 3                | 2                  | 1         | 2,2                      | 8,0      | 51,5                     |
| CLD 3,0                           | 3                         | 4                | 3                  | 1         | 3,0                      | 11,0     | 58,9                     |
| CLD 3,8                           | 4                         | 5                | 4                  | 1         | 3,8                      | 18,2     | 66,2                     |
| CLD 3,8 Hydr                      | 4                         | 5                | 4                  | 1         | 3,8                      | 21,0     | 73,6                     |
| CLD 4,7                           | 5                         | 6                | 5                  | 1         | 4,7                      | 23,0     | 81,0                     |
| CLD 5,5                           | 6                         | 7                | 6                  | 1         | 5,5                      | 25,0     | 95,7                     |
| <b>Дискові борони ДТА</b>         |                           |                  |                    |           |                          |          |                          |
| Модель                            | Ширина захвату, м         | Кількість дисків | Діаметр дисків, мм | Вага, кН  | Потужність трактора, кВт |          |                          |
| ДТА 40                            | 4,5                       | 40               | 610/660            | 32,0/36,0 | 88...147                 |          |                          |
| ДТА 48                            | 5,4                       | 48               | 610/660            | 35,5/40,5 | 107...177                |          |                          |
| ДТА 56                            | 6,3                       | 56               | 610/660            | 39,0/44,5 | 125...206                |          |                          |
| <b>Ущільнювач ґрунту РАСКОМАТ</b> |                           |                  |                    |           |                          |          |                          |
| ширина захвату, м                 |                           |                  |                    | -3,1      |                          |          |                          |
| вага, кН                          |                           |                  |                    | -14,35    |                          |          |                          |

Таблиця 4.30 – Сівалки точного посіву фірми "Kverneland - Accord" (Німеччина)

| Універсальні пневматичні сівалки OPTIMA для точного пунктирного посіву просяпних культур |                                      |   |                    |             |  |                                      |          |                                |
|--|--------------------------------------|---|--------------------|-------------|--|--------------------------------------|----------|--------------------------------|
| Ширина рами,<br>м  | Кількість<br>рядків                  | Ширина<br>міжряддя,<br>см   | Ємкість бункера, л |             | Вага, кН                                       | Привідна<br>потужність,<br>кВт       |          |                                |
|  |                                      |   | насіння            | добрив      |  |                                      |          |                                |
| 3,00   | 10                                   | 30...80   | 30                 | 2x220       | 13,25  | 60                                   |          |                                |
| 3,00   | 4                                    | 75  | 30                 | 2x220       | 12,15  | 60                                   |          |                                |
| 4,00   | 9                                    | 37,5...80   | 30                 | 2x220       | 17,95  | 60                                   |          |                                |
| 4,50   | 12                                   | 30...80   | 30                 | 2x220       | 18,70  | 60                                   |          |                                |
| 6,00   | 12                                   | 45...80   | 30                 | 750         | 26,40  | 60                                   |          |                                |
| 6,10   | 15                                   | 30...80   | 30                 | 4x220       | 28,00  | 60                                   |          |                                |
| 9,30   | 15                                   | 30...80   | 30                 | 1650        | 36,20  | 60                                   |          |                                |
| Пневматичні сівалки MINIAIR Super для точного пунктирного посіву овочевих культур        |                                      |   |                    |             |  |                                      |          |                                |
| Ширина рами,<br>м  | Кількість<br>рядків<br>(максимальна) | Ширина міжряддя (мінімальна) при<br>комплектуванні висівними секціями, см |                    |             | Ширина<br>міжряддя в<br>здвоєній<br>секції, см | Ємкість<br>бункера для<br>насіння, л | Вага, кН | Привідна<br>потужність,<br>кВт |
|  |                                      | Одинарні  | здвоєні            | широкорядні |  |                                      |          |                                |
| 1  | 2                                    | 3   | 4                  | 5           | 6  | 7                                    | 8        | 9                              |
| 2,0  | 13                                   | 12,5  |                    |             |  | 3,5                                  | 8,00     | 30                             |
| 2,5  | 13                                   | 12,5  |                    |             |  | 3,5                                  | 8,10     | 30                             |

Продовження таблиці 4.30

| 1   | 2              | 3                | 4                   | 5                 | 6                  | 7        | 8                        | 9  |
|---|----------------|------------------|---------------------|-------------------|--------------------|----------|--------------------------|----|
| 3,0   | 13             |                  | 24,0                |                   | 5...11             | 2x3,5    | 12,05                    | 30 |
| 4,0   | 20             |                  | 24,0                |                   | 5...11             | 2x3,5    | 16,80                    | 30 |
| 5,0   | 24             |                  |                     | 20,0              |                    | 3,5      | 16,27                    | 30 |
| 6,0   | 32             |                  |                     | 20,0              |                    | 3,5      | 19,66                    | 30 |
| Пневматичні рядкові сівалки для точного посіву зернових культур |                |                  |                     |                   |                    |          |                          |    |
| Модель  | Ширина рами, м | Кількість рядків | Ширина міжряддя, см | Ширина захвату, м | Ємкість бункера, л | Вага, кН | Привідна потужність, кВт |    |
| DL-4,5  | 4,5            | 40               | 15,0                | 6                 | 2000               | 12,0     | 88,3                     |    |
| DL-4,5  | 4,5            | 48               | 12,5                | 6                 | 2000               | 12,5     | 88,3                     |    |
| DT-6  | 6,0            | 58               | 10,3                | 6                 | 2000               | 13,0     | 88,3                     |    |
| DT-6  | 6,0            | 64               | 9,4                 | 6                 | 2000               | 13,5     | 88,3                     |    |

Таблиця 4.31 – Пневматичні сівалки BSK "FARMET" (Чехія) для прямого посіву зернових, бобових, трав і т.ін.

| Модель  | Ширина захвату, м | Кількість рядків | Ширина міжряддя, см | Ємкість бункера, м <sup>3</sup> | Вага, кН | Привідна потужність, кВт |
|---------|-------------------|------------------|---------------------|---------------------------------|----------|--------------------------|
| 1       | 2                 | 3                | 4                   | 5                               | 6        | 7                        |
| BSK-300 | 3                 | 12               | 25                  | 1,74                            | 20       | 88,3                     |

Продовження таблиці 4.31

| 1   | 2   | 3        | 4  | 5 | 6  | 7     |
|---|-----|----------|----|---|----|-------|
| BSK-450   | 4,5 | 18       | 25 | 3 | 35 | 121,4 |
| BSK-600   | 6   | 24       | 25 | 3 | 44 | 132,5 |
| Агрегат передпосівного обробітку ґрунту К 600 PS фірми "FARMET" (Чехія) |     |          |    |   |    |       |
| Ширина захвату, м   |     | – 6      |    |   |    |       |
| Глибина обробітку, см   |     | – 3...15 |    |   |    |       |
| Вага, кН  |     | – 43,3   |    |   |    |       |
| Потужність трактора, кВт  |     | – 88,3   |    |   |    |       |

Таблиця 4.32 – Культиватори комбіновані ARAMIX корпорації "AGCO" (США)

| Вони мають у своєму складі 3 ряди робочих органів: |                           |      |       |                   |          |                          |
|--|---------------------------|------|-------|-------------------|----------|--------------------------|
| 1 ряд – стрільчаті лапи;                           |                           |      |       |                   |          |                          |
| 2 ряд – диски;                                     |                           |      |       |                   |          |                          |
| 3 ряд – клітчасті котки.                           |                           |      |       |                   |          |                          |
| Модель   | Кількість робочих органів |      |       | Ширина захвату, м | Вага, кН | Потужність трактора, кВт |
|  | 1 ряд                     | 2ряд | 3 ряд |                   |          |                          |
| 1  | 2                         | 3    | 4     | 5                 | 6        | 7                        |
| AMX 5  | 5                         | 6    | 1     | 2,2               | 10,0     | 66,2                     |
| AMX 6  | 6                         | 7    | 1     | 2,6               | 11,0     | 73,6                     |
| AMX 7  | 7                         | 8    | 1     | 3,0               | 12,0     | 88,3                     |
| AMX 9  | 9                         | 10   | 1     | 3,8               | 14,0     | 103,0                    |



|         |   |    |   |     |      |       |
|---------|---|----|---|-----|------|-------|
| AMX 9-4 | 9 | 10 | 1 | 4,0 | 14,3 | 110,4 |
|---------|---|----|---|-----|------|-------|

Продовження таблиці 4.32

| 1        | 2  | 3  | 4 | 5   | 6    | 7     |
|----------|----|----|---|-----|------|-------|
| AMX 11   | 11 | 12 | 1 | 4,6 | 21,0 | 117,8 |
| AMX 13   | 13 | 14 | 1 | 5,4 | 24,0 | 132,5 |
| AMXR 9   | 9  | 10 | 1 | 3,8 | 19,5 | 103,0 |
| AMXR 11  | 11 | 12 | 1 | 4,6 | 22,0 | 117,8 |
| AMXR 13  | 13 | 14 | 1 | 5,4 | 25,0 | 132,5 |
| AMXS 5   | 5  | 6  | 1 | 2,2 | 12,0 | 66,2  |
| AMXS 6   | 6  | 7  | 1 | 2,6 | 13,0 | 73,6  |
| AMXS 7   | 7  | 8  | 1 | 3,0 | 14,5 | 88,3  |
| AMXS 9   | 9  | 10 | 1 | 3,8 | 20,0 | 103,0 |
| AMXS 9-4 | 9  | 10 | 1 | 4,0 | 20,3 | 110,4 |
| AMXS 11  | 11 | 12 | 1 | 4,6 | 26,5 | 117,8 |
| AMXS 13  | 13 | 14 | 1 | 5,4 | 30,5 | 132,5 |
| AMXSR 9  | 9  | 10 | 1 | 3,8 | 25,0 | 103,0 |
| AMXSR 11 | 11 | 12 | 1 | 4,6 | 27,5 | 117,8 |
| AMXSR 13 | 13 | 14 | 1 | 5,4 | 32,0 | 132,5 |

Ущільнювач ґрунту Single Soil Packer фірми "SILOWOLFF" (Німеччина)

|                   |         |
|-------------------|---------|
| Ширина захвату, м | – 3,1   |
| Кількість кілець  | – 16    |
| Вага, кН          | – 14,35 |



## **5. Забезпечення максимальної продуктивності МА**

### **5.1. Продуктивність МА**

#### **5.1.1. Основні поняття і визначення**

Продуктивність – один з найважливіших технологічних показників використання машинних агрегатів, від якого в значній мірі залежить ефективність всього сільськогосподарського виробництва.

Продуктивність МА залежить від безлічі факторів, які визначаються як параметрами і режимами роботи самого агрегату (потужність, ширина захвату, швидкість руху і т. д.), так і природно-виробничими умовами (розміри поля, довжина гону, рельєф, тип ґрунтів, урожайність, рівень організації праці і т. ін.).

*Продуктивність агрегату – це об'єм роботи, виконаної агрегатом за певний час з додержанням якості.*

За одиницю часу приймається, як правило, година.

*Обсяг роботи може вимірюватися в слідуючих одиницях:*

1. гектарах обробленої площі (оранка, посів, збирання т. ін.);
2. тоннах виробленої продукції (зерноочистка, силосування т. ін.);
3. тонно-кілометрах (транспортні роботи);
4. кубічних метрах чи тоннах (навантажувально-розвантажувальні роботи);
5. умовних одиницях (для економічних розрахунків сумарного виробітку тракторів; для оцінки та аналізу рівня використання МТП; для планових розрахунків витрат палива, відрахунків на ремонт та ТО,

визначення міжремонтних строків; для оцінки собівартості умовної одиниці роботи).

За одиницю обліку сумарного виробітку тракторів прийнято *умовний еталонний гектар* – це обсяг роботи рівноцінний оранці одного гектара здавнаорних ґрунтів в еталонних умовах:

- питомий опір ґрунтів –  $k_o=50\text{кН/м}^2$ ;
- швидкість руху агрегату –  $V_o=5\text{км/год}$ ;
- глибина оранки –  $a=0,20\dots0,22\text{м}$ ;
- агрофон – стерня зернових;
- вологість ґрунту –  $20\dots22\%$ ;
- рельєф – рівний;
- кут нахилу місцевості – до  $1^\circ$ ;
- конфігурація поля – правильний прямокутник;
- довжина гону –  $800\text{м}$ ;
- висота над рівнем моря –  $200\text{м}$ ;
- перешкоди та каміння – відсутні.

*Еталонний трактор* – трактор, який виконує обсяг роботи в один умовний еталонний гектар за одну год. змінного часу. Це трактор з ефективною потужністю двигуна  $55\text{кВт}$  та гаковою потужністю  $35\text{кВт}$ . Таким умовам приблизно задовольняють трактори ДТ-75 і Т-74, що мають виробіток в еталонних умовах, який дорівнює –  $1$  у.е. га за  $1$  год змінного часу. Коефіцієнт переведу інших основних марок фізичних тракторів в еталоні по своїй суті відповідає годинній продуктивності конкретного трактора в умовних еталонних гектарах, тобто  $k_{mp}=W_{y.e.ga}$ .

З 1972 року введена система коефіцієнтів (табл. 5.1) переведення фізичних тракторів в еталоні і методика перерахунку об'єму механізованих робіт із фізичних одиниць вимірювання в умовні.

Зручність у користуванні цими одиницями обліку сумарного виробітку тракторних робіт полягає в тому, що облік ведеться в нормо-змінах і достатньо його перемножити

на змінний виробіток в умовних еталонних гектарах, щоб одержати загальний обсяг роботи в умовних одиницях.

Таблиця 5.1 – Годинний еталонний виробіток тракторів (коефіцієнт переведення фізичних тракторів в еталоні)

| Марка трактора   | $K_{тр} = W_{ye\ га}$ | Марка трактора            | $K_{тр} = W_{ye\ га}$ | Марка трактора       | $K_{тр} = W_{ye\ га}$ |
|------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| К-701            | 2,70                  | МТЗ-102                   | 1,02                  | МТЗ-50,<br>МТЗ-50 Л  | 0,55                  |
| К-700 А          | 2,20                  | ДТ-75, Т-74               | 1,00                  | Т-40 АМ              | 0,54                  |
| К-700            | 2,10                  | МТЗ-100                   | 0,98                  | Т-40 М               | 0,53                  |
| ДТ-175 С         | 1,80                  | ДТ-54А,<br>ДТ-55А         | 0,86                  | Т-40 А,<br>Т-40 АН   | 0,50                  |
| Т-130            | 1,76                  | Т-70 С                    | 0,78                  | Т-40,<br>Т-28 ХЧ     | 0,48                  |
| Т-150,<br>Т-150К | 1,65                  | МТЗ-82                    | 0,73                  | Т-30                 | 0,35                  |
| Т-130Б           | 1,54                  | МТЗ-80                    | 0,70                  | Т-25 А               | 0,30                  |
| Т-4А             | 1,45                  | Т-54А,<br>Т-54В,<br>Т-54С | 0,69                  | Т-16 М               | 0,22                  |
| Т-100,<br>Т-100М | 1,34                  | Т-50В                     | 0,64                  | Екскаратори на базі: |                       |
| Т-4              | 1,33                  | Т-38,<br>ЮМЗ-6л/м         | 0,60                  | ДТ-75                | 7,00                  |
| ДТ-75М           | 1,10                  | МТЗ-52,<br>МТЗ-52Л        | 0,58                  | МТЗ                  | 3,90                  |

Якщо на якусь роботу не встановлена норма виробітку, то переведення в умовні еталонні гектари здійснюють шляхом множення кількості відпрацьованих годин, при

виконанні цієї роботи (без урахування простоїв), на годинний еталонний наробіток певного трактора.

$$U_{y.e. za} = T_{zod} W_{y.e. za}, \quad (5.1)$$

де  $T_{zod}$  – кількість відпрацьованих годин;

$W_{y.e. za}$  – годинний еталонний виробіток трактора.

### 5.1.2. Фактори, які впливають на продуктивність

*I група* – вони залежать від експлуатаційних показників агрегату:  $V_p, B_p, N_{en}, N_T, P_T$  і визначають технічні можливості агрегату;

*II група* – вони залежать від умов роботи:  $k_o, L_o, C_o, \alpha^o$  і визначають способи руху агрегату, розміри загінок;

*III група* – вони залежать від рівня організації машиновикористання, форм організації праці, кваліфікації механізаторів.

Виробничий досвід показує, що чим стабільніші якісні параметри ґрунту, маси технологічних матеріалів і т. інш., тим вища експлуатаційна надійність машин, а відповідно, і можливості ефективного застосування широкозахватних агрегатів. Швидкість агрегату повинна встановлюватись відповідно якісним показникам роботи.

Науково обґрунтований режим робочого дня, який враховує фактор втоми водія, – один із резервів приросту продуктивності праці, який часто недооцінюють.

З наведеного видно, що шляхи підвищення продуктивності МТА і транспортних засобів визначаються багатьма факторами, які тісно пов'язані між собою. Тому виникає виробнича необхідність у проведенні науково-аналітичних досліджень стану цих зв'язків, їх взаємодії. Це успішніше всього можна вирішити, використовуючи методологічні основи системного підходу до підвищення продуктивності машинних агрегатів.

Продуктивність машинного агрегату суттєво залежить від повноти використання часу зміни.

Для характеристики абсолютного використання часу розглянемо у загальному вигляді баланс часу зміни.

### 5.1.3. Баланс часу зміни

Баланс часу зміни характеризує розподілення загального часу зміни на окремі складові елементи. Доцільність такого розподілення виходить із прийнятого в сільському господарстві поелементного методу нормування праці, при якому увесь процес трудовитрат розподіляється на найпростіші складові елементи з подальшим вивченням кожного окремого елемента.

Нормативний час зміни майже на всіх с.-г. операціях дорівнює – 7 годин, а при роботі з ядохімікатами – 6 годин. Час зміни складається із слідуючих елементів:

- час чистої роботи на протязі зміни;
- час на холості повороти, заїзди, переїзди;
- тривалість технологічного обслуговування агрегату (заправка сівалок, очищення робочих органів і т. ін.);
- тривалість технічного обслуговування трактора;
- час регламентованих перерв на особисті потреби, відпочинок і т. ін.

Приведений баланс можна назвати нормативний баланс часу зміни тому, що складові балансу використовують при нормуванні польових механізованих робіт (визначення норм виробітку за годину, або зміну). При технічному нормуванні не враховуються витрати часу, що пов'язані з простоями агрегату із-за технологічних порушень, технічних несправностей машин, організаційних непорозумінь та погодних умов.

Аналіз складових часу зміни виконується згідно з коефіцієнтами:

- використання часу зміни  $\tau$  ;
- використання часу руху  $\tau_{рух}$  .



Вагомо впливає на значення коефіцієнта використання часу зміни швидкість руху агрегату. З підвищенням швидкості (при решті однакових умов) коефіцієнт  $\tau$  зменшується. Це пояснюється тим, що на підвищених швидкостях кількість робочих проходів, а отже, і поворотів за зміну зростає пропорційно збільшенню швидкості, а час на кожен поворот агрегату залишається практично майже однаковим. Кількість технологічних зупинок агрегату збільшується пропорційно швидкості руху агрегату. Зниження коефіцієнта  $\tau$  із підвищенням швидкості руху буде тим більше, чим коротша довжина гону. Тому при роботі на підвищених швидкостях слід звертати більшу увагу вибору способу руху і механізації допоміжних операцій (засипка насіння, добрив, вигрузка бункера і т. ін.). Велике значення для зниження часу холостих заїздів має скорочення їх довжини шляхом правильного вибору виду повороту, ширини поворотних смуг і швидкості пересування агрегату на повороті.

Із збільшенням довжини гонів коефіцієнт використання часу зміни зростає.

У реальних умовах машиновикористання на коефіцієнт  $\tau$  впливає окрім приведених факторів ще значно більша їх кількість. Тому-то у імовірно-статистичному розумінні коефіцієнти використання робочого часу зміни є випадковими величинами, які підкоряються певним законам розподілу.

Таблиця 5.2 – Значення коефіцієнта використання часу зміни при виконанні технологічних операцій в різних кліматичних зонах

| Операції        | Полісся | Лісостеп | Степ |
|-----------------|---------|----------|------|
| 1               | 2       | 3        | 4    |
| Оранка плугами: |         |          |      |
| начіпними       | 0,77    | 0,81     | 0,85 |
| причіпними      | 0,72    | 0,76     | 0,80 |

|  |      |      |      |
|--|------|------|------|
| Культивація суцільна<br>культиваторами:<br>начіпними | 0,77 | 0,81 | 0,85 |
| причіпними   | 0,72 | 0,76 | 0,80 |
| Міжрядни обробіток з<br>підживленням                 | 0,63 | 0,67 | 0,70 |

Продовження таблиці 5.2

| 1  | 2    | 3    | 4    |
|--|------|------|------|
| Лущення стерні<br>луцильниками:<br>лемішними             | 0,72 | 0,76 | 0,80 |
| дисковими  | 0,77 | 0,81 | 0,85 |
| Боронування боронами:<br>зубовими                        | 0,72 | 0,76 | 0,80 |
| дисковими  | 0,77 | 0,81 | 0,85 |
| сітчастими   | 0,81 | 0,86 | 0,90 |
| Сівба:<br>зернових і<br>зернобобових культур             | 0,68 | 0,71 | 0,75 |
| кукурудзи, соняшнику,<br>рицини та овочів                | 0,68 | 0,71 | 0,75 |
| Садіння:<br>картоплі з<br>одночасним внесенням<br>добрив | 0,45 | 0,48 | 0,50 |
| розсади овочевих<br>культур                              | 0,54 | 0,57 | 0,60 |
| Скошування зернових<br>культур жатками                   | 0,63 | 0,67 | 0,70 |
| Збирання зернових культур<br>комбайнами                  | 0,59 | 0,62 | 0,65 |
| Скошування трав косарками:<br>Причіпними                 | 0,68 | 0,71 | 0,75 |
| Начіпними  | 0,72 | 0,76 | 0,80 |

|  |      |      |      |
|--|------|------|------|
| Згрібання сіна граблями:<br>бічними    | 0,77 | 0,81 | 0,85 |
| поперечними                            | 0,72 | 0,76 | 0,80 |
| Стягування соломи<br>волокушами        | 0,41 | 0,43 | 0,45 |
| Підбирання підбирачами-<br>копнувачами | 0,63 | 0,67 | 0,70 |
| Розкидання органічних<br>добрив        | 0,45 | 0,48 | 0,50 |

Продовження таблиці 5.2

|   |      |      |      |
|---|------|------|------|
| 1                                       | 2    | 3    | 4    |
| Обприскування                           | 0,72 | 0,76 | 0,80 |
| Збирання картоплі:<br>комбайними        | 0,54 | 0,57 | -    |
| картоплекопачами                        | 0,70 | 0,75 | 0,80 |
| Збирання цукрових буряків<br>комбайнами | 0,54 | 0,57 | 0,60 |

#### 5.1.4. Методика визначення продуктивності МА

##### *Вихідні дані:*

Технологічна операція.

Агрегат.

##### *Порядок виконання роботи*

Для визначення продуктивності у всіх її різноманітних проявах необхідно виконати наступні розрахунки:

1. Розрахунок продуктивності по ширині захвату і швидкості руху:

- 1.1. Визначити теоретичну продуктивність, га/год:

$$W^T = 0,1 \cdot B_k \cdot V_T, \quad (5.2)$$

де  $B_k$  – конструктивна ширина захвату, м (із технічної характеристики);

$V_m$  – теоретична швидкість руху, км/год (із технічної характеристики).

Визначити технічну продуктивність:  
годинну, га/год:

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \quad (5.3)$$

змінну, га:

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_{\text{зм}} \cdot \tau, \quad (5.4)$$

де  $B_p$  – робоча ширина захвату, м:

$$B_p = B_k \beta, \quad (5.5)$$

де  $\beta$  – коефіцієнт використання ширини захвату  
(табл. 5.3).

Таблиця 5.3 – Коефіцієнт ( $\beta$ ) використання конструктивної ширини захвату

| Сільськогосподарська машина                    | $\beta$     |
|--|-------------|
| 1  | 2           |
| Плуг   | 1,10...1,02 |
| Зубова борона, котки                           | 0,96...0,98 |
| Дискова борона, паровий культиватор, луцильник | 0,96        |
| Сівалка, просапний культиватор                 | 1,00        |
| Жатка, косарка                                 | 0,93...0,95 |
| Зернозбиральний комбайн на скошуванні          | 0,96        |
| Кукурудзо- і бурякозбиральні комбайни          | 1,00        |
| Комбайн для збирання кукурудзи на силос        | 1,08...1,16 |

$V_p$  – робоча швидкість руху, км/год (із розрахунку режиму роботи, розділ 4);

$\tau$  – коефіцієнт використання часу зміни:

$$\tau_{зм} = \frac{T_p}{T_{зм}}, \quad (5.6)$$

де  $T_{зм}$  – нормативний час зміни, год (при роботі майже на всіх с.-г. операціях дорівнює 7 год; при роботі з ядохімікатами – 6 год).

Час зміни складається із слідуючих елементів:

$$T_{зм} = T_p + T_x + T_{To} + T_T + T_{on}, \quad (5.7)$$

де  $T_p$  – час чистої роботи на протязі зміни, год;

$T_x$  – час на холості повороти, заїзди, переїзди, год;

$T_m$  – тривалість технологічного обслуговування агрегату (заправка сівалок, очищення робочих органів і т. д.), год;

$T_{mo}$  – тривалість технічного обслуговування трактора, год;

$T_{on}$  – час регламентованих перерв на особисті потреби, відпочинок і т.д., год.

Сума ( $T_p + T_x$ ) являє собою час технологічного руху ( $T_{рух}$ ), а сума ( $T_m + T_{mo} + T_{on}$ ) – час регламентованих зупинок ( $T_3$ ), тобто непродуктивні витрати часу. Для розрахунків можна прийняти:

$$T_m = (2-3\%) T_{зм} \quad T_{mo} = (2-3\%) T_{зм} \quad T_{on} = (2-3\%) T_{зм}$$

Співвідношення часу чистої роботи ( $T_p$ ) і часу на холості повороти ( $T_x$ ) повністю характеризують організацію виконання технологічної операції і залежать, в основному, від прийнятого способу руху і виду повороту. (формули для розрахунку приведені в “Методиці вибору ефективного способу руху” 5.34...5.52).

2. Розрахунок продуктивності по потужності і питомому тяговому опорі.

2.1. Визначити продуктивність по затратам потужності на виконання корисної роботи (на

тягу робочих машин і подолання опору їх робочих органів):

$$W_{\text{зод.}N} = 0,36 N_T \cdot \beta \cdot \tau \frac{1}{k_v}, \quad (5.8)$$

2.2. Визначити продуктивність за максимальною тяговою потужністю трактора:

$$W_{\text{зод.}N_T} = 0,36 N_{T \max} \cdot \xi_{N_T} \cdot \beta \cdot \tau \frac{1}{k_v}, \quad (5.9)$$

де  $\xi_{N_T}$  – ступінь завантаження трактора за максимальною тяговою потужністю (згідно з “Методикою визначення складу простого причіпного тягового агрегату”, формули 4.8-4.12).

2.3. Визначити продуктивність за ефективною потужністю двигуна трактора:

$$W_{\text{зод.}N_e} = 0,36 N_{en} \cdot \xi_{N_e} \cdot \eta_T \cdot \beta \cdot \tau \frac{1}{k_v}, \quad (5.10)$$

де  $\xi_{N_e}$  – ступінь завантаження трактора за номінальною ефективною потужністю двигуна (згідно з “Методикою визначення складу простого причіпного тягового агрегату”, формули 4.13-4.17);

$\eta_T$  – тяговий ККД трактора (згідно з “Методикою по визначенню балансу потужності та його складових”, формула 3.31).

3. Ступінь реалізації технічних можливостей агрегату оцінюється такими показниками:

3.1. Ступінь використання теоретичної продуктивності агрегату:

$$\xi_{W_T} = \frac{W_{zod}}{W_{zod}^T}. \quad (5.11)$$

3.2. Ступінь реалізації теоретичної продуктивності по потужності трактора при корисному використанні його тягової потужності і часу зміни:

$$\xi_{W_{TP}} = \frac{W_{zod.N}}{W_{zod.N_T}^T}, \quad (5.12)$$

де  $W_{zod.N_T}^T$  – теоретична продуктивність при корисному використанні тягової потужності трактора і часу зміни:

$$W_{zod.N_T}^T = 0,36 N_{T_{max}} \beta \frac{1}{k_V}. \quad (5.13)$$

Ступінь реалізації теоретичної продуктивності по потужності двигуна при корисному використанні його ефективної потужності і часу зміни:

$$\xi_{W_{de}} = \frac{W_{zod.N}}{W_{zod.Ne}^T}, \quad (5.14)$$

де  $W_{zod.Ne}^T$  – теоретична продуктивність при корисному використанні ефективної потужності двигуна і часу зміни:

$$W_{zod.Ne}^T = 0,36 N_{en} \beta \frac{1}{k_V}. \quad (5.15)$$

### 5.1.5. Способи збільшення продуктивності

Із аналізу формули продуктивності виходить, що існує два способи її підвищення:

збільшення ширини захвату;

збільшення швидкості руху.

При збільшенні ширини захвату значно зростає тяговий опір машин ( $R_a = k_v \cdot B$ ) для подолання якого необхідно збільшити тягове зусилля трактора, що в свою чергу призведе до збільшення маси трактора ( $P_T = k \cdot m_e$ ). Загальновідомо, що при сучасному рівні розвитку техніки неможливо різко покращити зчіпні властивості рушіїв також не змінюючи при цьому вагу трактора.

Очевидно, другий спосіб по збільшенню продуктивності більш прийнятний тільки завдяки тому, що не призводить до збільшення матеріалоемкості.

Тому то, підвищення продуктивності агрегату краще було б досягти шляхом збільшення швидкості руху, яка залежить від потужності двигуна, що встановлено на трактор.

Наукові основи підвищення робочих швидкостей тракторів з метою збільшення продуктивності МА опрацьовані академіком В.Н. Болтинським.

Принциповою основою підвищення швидкостей МА являється збереження системи агрегування тракторів з існуючими робочими машинами, що, в свою чергу, призведе до збереження тягового класу.

Тяговий ККД трактора може залишатися постійним, якщо пропорційно підвищенню швидкості буде збільшено потужність двигуна, при незмінному тяговому зусиллю ( $P_T \approx \text{const}$ ):

$$\eta_T = \frac{N_T}{N_e}; \quad \eta_T = \frac{P_T V_{p1}}{3,6 N_{e1}} = \frac{P_T V_{p2}}{3,6 N_{e2}}.$$

Однотипні трактори одного тягового класу з приблизно однакою вагою в будь-якому випадку мають приблизно однакове тягове зусилля, а оптимальну швидкість тим вищу, чим більшу потужність матиме двигун. Це означає, що



трактори МТЗ-52, МТЗ-82, МТЗ-102 можуть працювати з одним і тим же плугом, але на різних швидкостях. Більш висока швидкість буде у трактора з більш енергонасиченим двигуном.

Але підвищення швидкості може бути ефективним (по Болтинському) в тому випадку коли залишаться незмінними або покращаться слідувачі фактори:

- якість виконання робіт;
- тяговий опір робочих машин;
- витрата палива на 1 га;
- тяговий ККД трактора;
- вартість машини;
- умови роботи механізаторів.

В тому випадку, коли хоч би один із показників погіршиться, то такий шлях підвищення продуктивності може виявитись безперспективним.

Підвищення робочих швидкостей МА обмежується не стільки природними факторами, а в більшій мірі рівнем розвитку техніки і її експлуатації.

Шляхи підвищення енергонасиченості і підвищення робочих швидкостей:

1. створення форсованих двигунів;
2. застосування безступеневих трансмісій;
3. опрацювання нових ходових систем.

Зростання енергонасиченості сучасних тракторів потребує встановлення залежності продуктивності МА від потужності трактора та його двигуна і питомого тягового опору робочих машин.

## **5.2. Кінематика машинного агрегату**

### **5.2.1. Основні поняття і визначення**

*Кінематика агрегату* – це траєкторія руху агрегату при виконанні с.-г. робіт з точки зору геометричних форм.

Основні елементи кінематики:

- робочий хід (переважно близький до прямолінійного);
- неробочий хід (холостий) – в основному це повороти, заїзди, переїзди.

При виконанні технологічної операції агрегати на полях проходять значні відстані. Так, наприклад, при виконанні оранки на полі площею 100га агрегат (ДТ-75+ПН-4-35) подолає відстань 700-800км. Із загального шляху приблизно 8-12% відносяться на холостий хід (а на коротких ділянках – до 40%).

В свою чергу, для умови раціонального використання МА бажано щоб холостий рух і відповідні йому втрати часу зміни, а також непродуктивні витрати палива були якомога меншими.

Успішне вирішення цієї актуальної задачі залежить від конструктивних особливостей МА, його маневровості, вибраного способу руху і відповідної підготовки поля до виконання роботи.

Закономірність переміщення агрегату по полю в основному визначається геометричними характеристиками агрегату, формою траєкторії, радіусом повороту, видом повороту і т. ін.

Основною задачею кінематики агрегату являється обґрунтування методів вибору ефективних способів руху МА і підготовки поля до роботи з обов'язковим забезпеченням якості, виконаної технологічної операції.

При успішному вирішенні задач кінематики агрегатів буде мати місце ефект примноження показників ресурсозбереження, які закладаються як при комплектуванні МА, так і при виборі способу його руху. В протилежному випадку переваги оптимального складу агрегату і режимів його роботи будуть втрачені частково, або повністю, як по продуктивності, так і по ресурсозбереженню. Для того щоб оцінити кінематичну *досконалість* скомплектованого агрегату, який має свої розміри, і виконує технологічну

операцію на конкретній робочій ділянці, необхідно знати деякі кінематичні параметри агрегату і геометричні параметри ділянки.

**Вибір способу руху визначається:**

- якістю виконання робіт і залежить від:
  - складу та виду агрегату;
  - розміру ділянок та їх особливостей;
  - зручністю технологічного обслуговування агрегату.

При однаковій якості виконаної роботи та інших рівних умовах перевага віддається способу руху, який забезпечує найменші втрати часу зміни, палива і інших ресурсів на холості повороти агрегату.

### **5.2.2. Основні показники, якими оцінюються неробочий хід агрегатів**

При кількісній оцінці різних способів руху використовують такі основні показники холостого ходу МА:

- довжина холостого ходу агрегату ( $L_x$ );
- витрати часу зміни на холості ходи ( $T_x$ );
- витрати палива при виконанні холостих ходів ( $Q_x$ );
- коефіцієнт робочих ходів ( $\varphi$ );
- коефіцієнт використання часу руху ( $\tau_{рух}$ ).

В фізичному розумінні коефіцієнт робочих ходів являє собою кінематичний ККД, оскільки він характеризує ступінь корисного використання агрегатом пройденого шляху в процесу виконання роботи.

Коефіцієнт робочих ходів зростає при збільшенні довжини гону і меншає при зменшенні радіуса повороту і довжини виїзду агрегату.

Найбільший вплив на розмір коефіцієнта  $\varphi$  має розмір довжини гону ( $L$ ).

Ступінь корисного використання часу руху МА характеризується коефіцієнтом використання часу руху:

### 5.2.3. Вибір ресурсоощадливих способів руху МА

Для об'єктивного вибору способу руху необхідно врахувати також і додаткові втрати часу зміни і палива, які виникають при виконанні допоміжних операцій.

Способи руху вибирають в процесі кількісного порівняння основних показників холостого ходу агрегатів. Порівняльний аналіз можливих способів руху виконують по екстремальним (максимальним або мінімальним) значенням вищеприведених показників, які рекомендуються як критерії оптимальності.

**Основні критерії оптимальності:**

- мінімум холостого руху агрегату:  $S_x \rightarrow \min$
- мінімум сумарних витрат часу на холостий хід агрегату з урахуванням додаткових втрат часу зміни на виконання допоміжних операцій:  $T_{x\Sigma} \rightarrow \min$
- мінімум витрат палива на холостий хід агрегату з урахуванням допоміжних операцій:  $Q_{x\Sigma} \rightarrow \min$

Вирішення задачі заключається у визначенні оптимальної ширини заїмки ( $C_{opt}$ ), яка відповідала б критеріям оптимальності, і в подальшому виборі відповідного способу руху агрегату.

А для цього попередньо треба виразити критерії оптимальності в функції: ширини заїмки; кінематичних і режимних параметрів МА і відповідних зовнішніх факторів.

### 5.2.4. Методика визначення основних елементів кінематики МА та вибору ефективного способу руху

**Вихідні дані:**

Технологічна операція.

Агрегат.

Довжина гону ( $L$ ), м.

Швидкість повороту ( $V_n$ ), км/год.

Вибір способу руху визначається якістю виконання технологічної операції і залежить від:

- складу та виду агрегату;
- розміру ділянок та їх особливостей;
- зручністю технологічного обслуговування агрегату.

При однаковій якості виконаної роботи та інших рівних умовах найкращий спосіб руху приймається по найбільшому коефіцієнту робочих ходів.

Для поля правильної прямокутної конфігурації:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (5.16)$$

де  $L_p$  – довжина одного робочого ходу агрегату, м;  
 $L_x$  – довжина одного холостого ходу (повороту) агрегату, м.

Для поля неправильної конфігурації:

$$\varphi = \frac{S_p}{S_p + S_x}, \quad (5.17)$$

де  $S_p$  – сумарна довжина робочих ходів агрегату, м;  
 $S_x$  – сумарна довжина холостих ходів (поворотів, розворотів) агрегату, м.

Для визначення коефіцієнта робочих ходів необхідно попередньо розрахувати де-які кінематичні параметри машинного агрегату і геометричні параметри робочої ділянки.

Окрім того, перевага надається такому способу руху, який забезпечує найменші втрати часу зміни на холості повороти агрегату.

### ***Порядок виконання***

1. Для заданої операції і конкретного агрегату вибрати найбільш прийнятні способи руху (наприклад по рис. 5.1).
2. Вибрати для прийнятих способів руху відповідні види поворотів (наприклад по рис. 5.2).

3. Розрахувати значення слідуочих параметрів:

3.1. Довжина робочого ходу ( $L_p$ ) визначається за допомогою схеми (рис. 5.1):

$$L_p = L - 2E_p. \quad (5.18)$$

3.1.1. Ширина поворотної смуги ( $E_p$ ) визначається за допомогою схеми (рис 5.2).

Мінімальна ширина поворотної смуги, м:

$$E_{min} = h_n + d_k + e, \quad (5.19)$$

де  $h_n$  – параметр, який визначає розміри петлі повороту, в залежності від радіуса  $R_n$ ;

$$h_n = \lambda_E \cdot R_n, \quad (5.20)$$

де  $\lambda_E$  – коефіцієнт пропорційності, який характеризує параметри повороту, чисельні значення його приведені на рис. 5.2 і табл. 5.6.

3.1.2. Фактичні значення радіуса повороту агрегата залежать від його конструктивних ( $B$ ) та режимних ( $V$ ) параметрів:

$$R_n = a_R \cdot R_{no}, \quad (5.21)$$

де  $R_{no}$  – мінімальний радіус повороту при швидкості повороту  $V_{no}=5\text{км/год}$  (табл. 5.4);

$a_R$  – коефіцієнт збільшення радіуса повороту при підвищенні швидкості повороту (табл. 5.4).

Таблиця 5.4 – Мінімальний радіус повороту ( $R_{no}$ ) в залежності від ширини захвату ( $B_p$ ) агрегату і коефіцієнти

збільшення радіусів при підвищенні швидкості руху на повороті ( $a_R$ )

| Агрегати                                 | Радіус повороту ( $R_{no}$ ) при швидкості повороту $V_{no}=5\text{км/год}$ |                           | Коефіцієнти збільшення радіуса ( $a_R$ ) при підвищенні швидкості повороту до: |      |          |       |           |      |
|--|---|---------------------------|--|------|----------|-------|-----------|------|
|  |   |                           | 7 км/год   |      | 9 км/год |       | 12 км/год |      |
|  | н   | пр                        | н  | пр   | н        | пр    | н         | пр   |
| 1  | 2   | 3                         | 4  | 5    | 6        | 7     | 8         | 9    |
| Для оранки                               | 3В <sub>р</sub>   | 4,5В <sub>р</sub>         | 1,05   | 1,15 | 1,20     | 1,42  | 1,35      | 1,60 |
| Для культивуваці, боронування            | 0,9В <sub>р</sub>   | (1...1,5)В <sub>р</sub>   | 1,06   | 1,25 | 1,32     | 1,55  | 1,46      | 1,75 |
| Посівні:<br>– односекційні (1-2 сівалки) | 1,1В <sub>р</sub>   | 1,6В <sub>р</sub>         | 1,08   | 1,32 | 1,41     | 1,57  | 1,58      | 1,80 |
| – трьохсекційні (3-5 сівалок)            | 0,9В <sub>р</sub>   | (1,1...1,3)В <sub>р</sub> | 1,08   | 1,32 | 1,41     | 1,57  | 1,58      | 1,80 |
| Просапні (культиваторні)                 | 0,8В <sub>р</sub>   | (1,0...1,2)В <sub>р</sub> | 1,06   | 1,35 | 1,34     | 1,68  | 1,48      | 1,85 |
| Жатки                                    | 0,9В <sub>р</sub>   | (1,2...1,4)В <sub>р</sub> | 1,09   | 1,30 | 1,46     | 1,62  | 1,52      | 1,82 |
| Косарки:<br>односекційні                 | 2,0В <sub>р</sub>   | -                         | 1,04   | 1,16 | 1,18     | 14,38 | 1,30      | 1,56 |
| трьохсекційні                            | 1,1В <sub>р</sub>   | -                         | 1,08   | 1,32 | 1,41     | 1,57  | 1,58      | 1,80 |
| двомашинні                               | -   | 1,2В <sub>р</sub>         | 1,10   | 1,34 | 1,43     | 1,59  | 1,60      | 1,82 |

н – з *начіпними* машинами; пр – з *причіпними* машинами.

### 3.1.3. Кінематична ширина агрегату ( $d_k$ ):

$$d_k = v_E \cdot B_k, \quad (5.22)$$

де  $v_E$  – коефіцієнт, який характеризує симетричність агрегату:

– для симетричних агрегатів  $v_E \approx 0,6$ ;

– для несиметричних агрегатів  $V_E \approx 1,2$ ;

$B_k$  – конструктивна ширина захвату агрегату, м (із технічної характеристики).

### 3.1.4. Довжина виїзду агрегату ( $e$ );

Вона залежить від кінематичної довжини агрегату ( $l_a$ ):

$$e = a_e \cdot l_a, \quad (5.23)$$

де  $a_e$  – поправочний коефіцієнт, який враховує спосіб з'єднання робочих машин з трактором:

– для причіпних агрегатів  $a_e = 0,5 \dots 0,75$ ;

– для начіпних агрегатів із задньою навіскою  $a_e = 0,1 \dots 0,2$ ;

$l_a$  – кінематична довжина агрегату, м:

$$l_a = l_{mp} + l_{зч} + l_m, \quad (5.24)$$

де  $l_{mp}$ ,  $l_{зч}$ ,  $l_m$  – кінематична довжина, відповідно, трактора, зчіпки, с.-г. машин, м (табл. 5.5 і технічні характеристики с.-г. машин).

Таблиця 5.5 – Кінематична довжина тракторів

| Марка                | Кінематична довжина |
|----------------------|---------------------|
| 1                    | 2                   |
| Т-16 М, Т-25 А       | 1,0                 |
| Т-40, Т-40 АМ        | 1,32                |
| МТЗ-80,-82, ЮМЗ-6 КЛ | 1,2/1,3*            |
| Т-150 К              | 2,9/2,4             |
| К-700 А, К-701       | 3,35/2,9            |

Продовження таблиці 5.5

| 1                   | 2         |
|---------------------|-----------|
| Т-70 С, Т-54 В      | 1,85      |
| ДТ-75, -75 В, -75 Н | 2,35/2,55 |
| Т-150               | 2,12/2,55 |
| Т-4 А               | 2,45/2,65 |



|           |     |
|-----------|-----|
| Т-100 МГС | 2,6 |
|-----------|-----|

\* У чисельнику – для машин начіпного варіанту; у знаменнику – для причіпного.

Раціональна ширина поворотної смуги ( $E_p$ ) повинна бути кратна робочій ширині захвату агрегату для можливості її обробітку цілим числом проходів (без огріхів):

$$E_p = n_\phi \cdot B_p, \quad (5.25)$$

де  $n_\phi$  – фактичне число проходів агрегату для обробки поворотної смуги:

$$n_\phi \geq \frac{E_{\min}}{B_p}. \quad (5.26)$$

Результат округляється до ближнього цілого числа (парного чи непарного). Парність чи непарність числа проходів на поворотній смузі залежить від особливостей виконуваної операції і розташування сусіднього загону, на який повинен переїхати агрегат.

Таблиця 5.6 – Осереднені значення коефіцієнтів  $\gamma_n$  і  $\lambda_E$  для різних поворотів

| Вид повороту               | Коефіцієнти |             |
|----------------------------|-------------|-------------|
|                            | $\gamma_n$  | $\lambda_E$ |
| 1                          | 2           | 3           |
| 1. По півколу              | 3,2...4,0   | 1,1         |
| 2. З прямолінійним виїздом | 1,4...2,0   | 1,1         |

Продовження таблиці 5.6

| 1                           | 2         | 3   |
|-----------------------------|-----------|-----|
| 3. Кутовий (відкрита петля) | 1,6...1,8 | 1,1 |
| 4. Кутовий (закрита петля)  | 5,0...6,5 | 2,0 |
| 5. Грушовидний              | 6,6...8,0 | 2,8 |

|                                 |           |     |
|---------------------------------|-----------|-----|
| 6. Односторонній                | 6,0...7,5 | 2,6 |
| 7. Грибовидний (відкрита петля) | 4,1...5,0 | 1,1 |
| 8. Грибовидний (закрита петля)  | 5,0...5,5 | 1,1 |
| 9. Вісімкою                     | 8,0...9,0 | 2,8 |

3.2. Довжина неробочого ходу на поворотах ( $L_x$ ) залежить від складу (одно-, багатомашинний) та виду агрегату (причіпний, начіпний) і конструктивних його параметрів:

$$L_x = L_n + 2e, \quad (5.27)$$

де  $L_n$  – довжина петлі повороту, м:

$$L_n = \gamma_n R_n, \quad (5.28)$$

де  $\gamma_n$  – коефіцієнт, який враховує співвідношення довжини петлі та радіусу повороту (рис. 5.2 і табл. 5.6).

Довжина холостого ходу при виконанні безпетльового повороту з прямолінійною ділянкою:

$$L_x = L_n + 2e + \chi, \quad (5.29)$$

де  $\chi$  – довжина прямолінійної ділянки (табл. 5.7).

Розрахувати коефіцієнт робочих ходів для випадку коли поле має правильну прямокутну конфігурацію по формулі 5.15.

4. Для розрахунку коефіцієнту робочих ходів ( $\varphi$ ) у випадку коли поле має неправильну конфігурацію необхідно визначити геометричні параметри даного поля.

Важливою умовою виконання де – яких технологічних операцій (оранка, збирання культур) являється розбивка поля на загінки.

- 4.1. Визначити ширину загінки ( $C$ ).

Оптимальну ширину загінки визначасмо, використовуючи слідуючі емпіричні формули, які є залежними від способів руху агрегату:

|                               |  |          |
|-------------------------------|--|----------|
| гоновий<br>(всклад)           | $C_o = \sqrt{2(L_p \cdot B_p + 8R_n^2)},$      | } (5.30) |
| безпетльовий<br>перекриванням | $C_o = \sqrt{2(L_p \cdot B_p - 2R_n^2)},$      |          |
| комбінований<br>чергуванням   | $C_o = 2\sqrt{B_p(L_p + 2R_n + 2e) + 4R_n^2},$ |          |
| всклад, врозгін               | $C_o = (0,15 \dots 0,20)L.$                    |          |

Оптимальна кількість проходів агрегату на одному загоні при цьому визначається за формулою:

$$n_p \geq \frac{C_o}{B_p}. \quad (5.31)$$

Результат округляється до ближнього цілого раціонального значення ( $n_p$ ), парного чи непарного в залежності від прийнятого напрямку виїзду агрегату з загону.

По прийнятому раціональному значенню  $n_p$  визначається раціональна ширина загону, обробіток якого буде виконано цілим числом проходів агрегату:

$$C_p = n_p \cdot B_p. \quad (5.32)$$

4.2. Визначити загальну довжину робочих ходів на загоні ( $S_p$ ) для поля неправильної конфігурації:

$$S_p = L_p \frac{C_p}{B_p}, \quad (5.33)$$

де  $L_p$  – довжина робочого ходу агрегату на загоні, м (формула 5.17).

4.3. Визначити загальну довжину холостих ходів ( $S_x$ ).

Загальну довжину холостих поворотів з урахуванням допоміжних холостих рухів, призначених для обробітку поворотних смуг розраховуємо по одній із формул в залежності від способу руху:

|                              |  |          |
|------------------------------|--|----------|
| човниковий                   | $S_x = L_{nn} n_{nn} + L_{nn} n_{\phi}$ ,                            | } (5.34) |
| безпетльовий                 | $S_x = L_{n\delta} n_{n\delta} + L_{nn} 2n_{\phi}$ ,                 |          |
| перекриванням                | $S_x = L_{nn} n_{nn} + L_{n\delta} n_{n\delta} + L_{nn} 2n_{\phi}$ , |          |
| комбінований                 | $S_x = L_{nn} n_{nn} + L_{n\delta} n_{n\delta} + L_{nn} 2n_{\phi}$ , |          |
| чергуванням: всклад, врозгін | $S_x = L_{nn} n_{nn} + L_{n\delta} n_{n\delta} + L_{nn} 2n_{\phi}$ , |          |
| діагональний                 | $S_x = L_{nn} n_{nn} + C + \frac{1}{2} L$ ,                          |          |
| круговий                     | $S_x = 2L_{nn} + 2L_{n\delta}$ .                                     |          |

де  $L_{nn}$ ,  $L_{n\delta}$  – довжина холостих поворотів петльових і безпетльових (формули 5.26; 5.27; 5.28);

$n_{nn}$ ,  $n_{n\delta}$  – кількість поворотів на загоні петльових і безпетльових (табл. 5.6);

$n_{\phi}$  – фактичне число проходів при обробітку поворотної смуги (формула 5.25).

Таблиця 5.7 – Кількість холостих поворотів на загоні ( $n_n$ ) і середня довжина прямолінійної ділянки ( $\chi$ )

| Спосіб руху                       | Число поворотів $n_n$ |                            | Середня довжина прямолінійної ділянки ( $\chi$ ) |
|-----------------------------------|-----------------------|----------------------------|--|
|                                   | Петльових $n_{nn}$    | Безпетльових $n_{n\delta}$ |  |
| 1                                 | 2                     | 3                          | 4  |
| Гоновий:<br>- човниковий          | $\frac{C_o}{B_p} - 1$ |                            |  |
| - безпетльовий<br>- перекриванням |                       | $\frac{C}{B} - 1$          | $\frac{C - B}{2}$                                |

Продовження таблиці 5.7

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|

|   |                                      |                      |                    |
|---|--------------------------------------|----------------------|--------------------|
| - комбінований чергуванням<br>всклад, врозгін | $\frac{2R_n}{B} - 1$                 | $\frac{C - 2R_n}{2}$ | $0,5(C - B) + R_n$ |
| Діагональний                                  | $\frac{\sqrt{L^2 + C_p^2}}{B_p} - 1$ |                      |                    |
| Круговий                                      | $\frac{2C}{B} - 1$                   |                      |                    |

Розрахувати коефіцієнт робочих ходів для випадку коли поле має неправильну конфігурацію по формулі 5.16.

Найкращому способу руху буде відповідати максимальне значення коефіцієнту  $\varphi$ .

Таблиця 5.8 – Значення коефіцієнту робочих ходів залежно від ширини захвату агрегатів і довжини гонів

| Ширина захвату агрегату, м | Довжина гону, м |      |      |      |
|----------------------------|-----------------|------|------|------|
|                            | 300             | 600  | 900  | 1200 |
| 4                          | 0,92            | 0,96 | 0,97 | 0,98 |
| 12                         | 0,76            | 0,86 | 0,91 | 0,93 |
| 18                         | 0,57            | 0,72 | 0,80 | 0,84 |

Таблиця 5.9 – Значення коефіцієнту робочих ходів для різних способів руху в залежності від довжини гону

| Довжина гону, м | Способи руху |                         |              |               |
|-----------------|--------------|-------------------------|--------------|---------------|
|                 | човниковий   | Односторонне-човниковий | комбінований | з перекриттям |
| 100             | 0,74         | 0,80                    | 0,88         | 0,82          |
| 300             | 0,89         | 0,9                     | 0,93         | 0,92          |
| 500             | 0,93         | 0,93                    | 0,95         | 0,94          |
| 700             | 0,95         | 0,95                    | 0,97         | 0,96          |
| 1000            | 0,97         | 0,96                    | 0,98         | 0,98          |

5. Кількісну оцінку різних способів руху можна дати, розрахувавши коефіцієнт використання часу руху.

$$\tau_{\text{пyx}} = \frac{T_p}{T_p + T_x}. \quad (5.35)$$

Коефіцієнт  $\tau_{\text{пyx}}$  максимального значення буде відповідати найкращому способу руху.

Час чистої роботи ( $T_p$ ) і час на холості повороти ( $T_x$ ) можна визначити враховуючи особливості прийнятих способів руху.

5.1. Так, для човникового способу руху, або безпетлевого з перекриванням, яким характерні повороти, що циклічно повторюються, елементи часу руху визначають для одного проходу.

$$\text{Витрати часу на один робочий хід } t_p = \frac{L_p}{V_p}. \quad (5.36)$$

$$\text{Час на один поворот } t_x = \frac{L_x}{V_n}, \quad (5.37)$$

де  $V_n$  – швидкість на поворотах, заїздах і т. д. (наприклад із табл. 5.4);

Відношення часу руху за зміну ( $T_p + T_x$ ) до часу руху за один прохід ( $t_p + t_x$ ) дає кількість проходів за зміну ( $n_{np}$ ):

$$n_{np} = \frac{T_p + T_x}{t_p + t_x} = \frac{T_{zm} - T_z}{t_p + t_x}, \quad (5.38)$$

що, в свою чергу, дає можливість визначити час чистої роботи за зміну:

$$T_p = t_p n_{np}, \quad (5.39)$$

і час холостого ходу за зміну  $T_x = t_x n_{np}$ . (5.40)

Розрахувати коефіцієнт  $\tau_{рух}$  для приведених в пункті 5.1 способів руху.

5.2. Для тих способів руху, які характеризуються наявністю як петлевих так і безпетлевих поворотів (наприклад – комбінований всклад і врозгін, або гоновий з розширюванням прогонів) елементи часу руху визначають із співвідношення, яке характеризує коефіцієнт використання часу руху:

$$\tau_{рух} = \frac{T_p}{T_{рух}} = \frac{T_p}{T_{зм} - T_z} = \frac{T_p}{T_p + T_x}. \quad (5.41)$$

$$\text{Час чистої роботи за зміну } T_p = \tau_{рух} (T_{зм} - T_z). \quad (5.42)$$

$$\text{Час холостого ходу за зміну } T_x = \frac{T_p (1 - \tau_{рух})}{\tau_{рух}}. \quad (5.43)$$

Коефіцієнт використання часу руху в значній мірі залежить від співвідношення швидкостей руху на робочому ході ( $V_p$ ) і на поворотах ( $V_n$ ).

$$\text{При } V_p = V_n \text{ маємо } \tau_{рух} = \varphi, \quad (5.44)$$

$$\text{а при } V_p \neq V_n \text{ маємо } \tau_{рух} = \frac{\varphi \cdot K}{\varphi \cdot (K - 1) + 1}, \quad (5.45)$$

$$\text{де } K = \frac{V_n}{V_p}. \quad (5.46)$$

Розрахувати коефіцієнт  $\tau_{рух}$  для приведених в пункті 5.2 способів руху.

5.3. Технологічні операції (наприклад – сівба, внесення добрив, збирання культур), які виконуються машинами з технологічними

ємкостями, потребують визначення тривалості технологічного циклу:

$$t_u = t_p + t_x + t_m, \quad (5.47)$$

де  $t_p$  – час основної роботи в циклі, який дорівнює часу опорожнення ємкості (заповнення бункера), год:

$$t_p = \frac{l_T}{V_p} = \frac{k_3 V_{\delta} \gamma_{sp}}{B Q_m V_p}, \quad (5.48)$$

де  $l_m$  – шлях опорожнення технологічної ємкості, м;

$k_3$  – коефіцієнт заповнення ємкості;

$V_{\delta}$  – об'єм технологічної ємкості, м<sup>3</sup> (із технічних характеристик);

$\gamma_{sp}$  – об'ємна маса технологічного матеріалу, т/м<sup>3</sup> (табл. 4.20);

$Q_m$  – норма витрати технологічного матеріалу (для збирання – урожайність культури), т/га;

$t_x$  – час холостих поворотів у циклі, год:

$$t_x = \frac{2L_x n_n}{V_x}, \quad (5.49)$$

де  $n_n$  – кількість холостих поворотів у циклі:

$$n_n = \frac{l_T}{2L_p}, \quad (5.50)$$

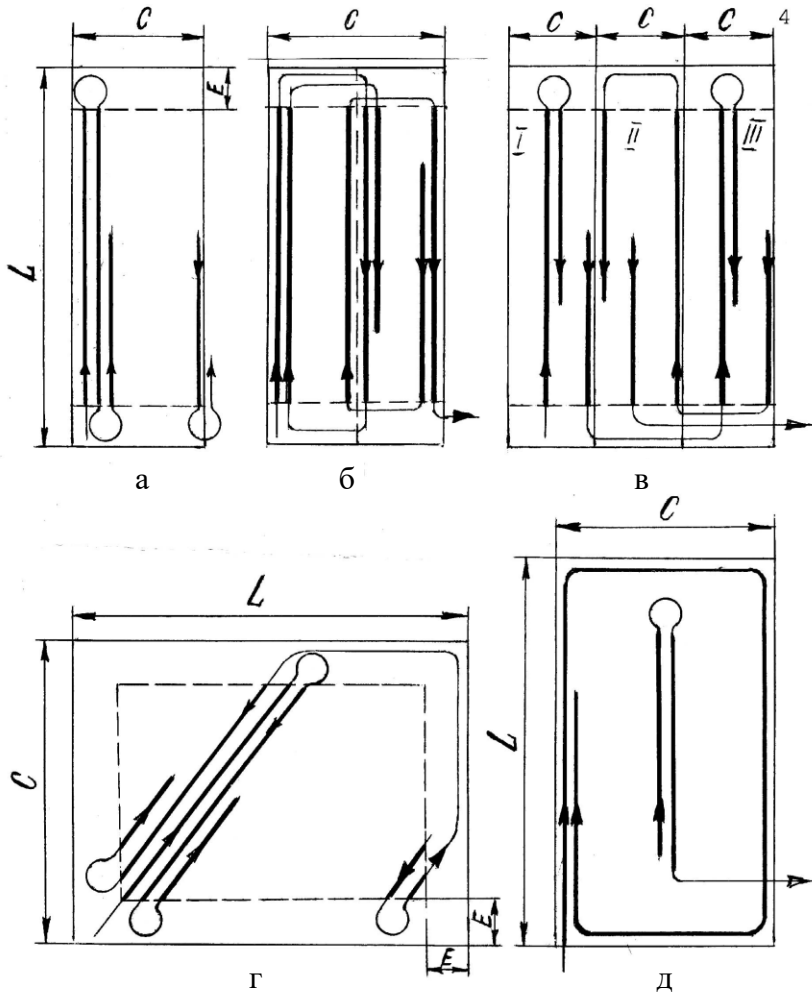
$t_m$  – тривалість одного технологічного обслуговування, год (це величина регламентована в залежності від способу обслуговування).

Кількість циклів за зміну визначається із залежності:

$$n_u = \frac{T_p + T_x}{t_u} = \frac{T_{3m} - T_3}{t_u}. \quad (5.51)$$

Час чистої роботи за зміну:  $T_p = t_p n_u$ , (5.52)





час холостого ходу за зміну:  $T_x = t_x n_u$ . (5.52)

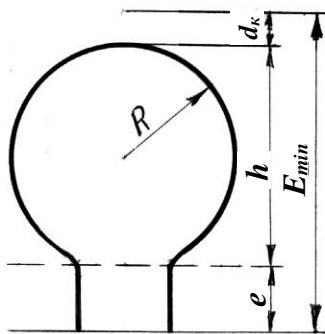
Розрахувати коефіцієнт  $\tau_{рух}$  для приведених в пункті 5.3 способів руху.

Рис. 5.1 – Основні способи руху агрегатів (по напрямку робочих ходів):

а) човниковий; б) безпетлевий перекриванням; в) комбінований чергуванням всклад, врозгін; г) діагональний; д) круговий.

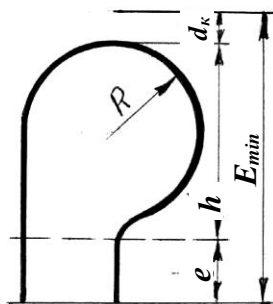
Рис. 5.2 – Основні види поворотів агрегатів:

$$\gamma_n = 6,6 \dots 8,0; \lambda_E = 2,8$$



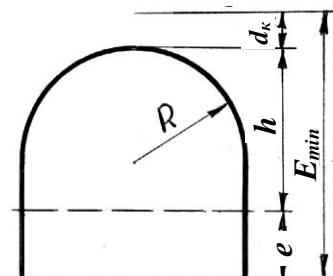
а

$$\gamma_n = 6,0 \dots 7,5; \lambda_E = 2,6$$



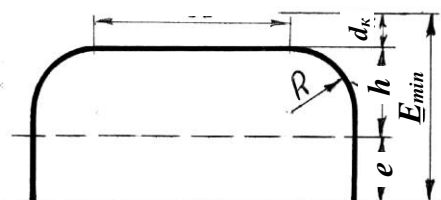
б

$$\gamma_n = 3,2 \dots 4,0; \lambda_E = 1,1$$



в

$$\chi \gamma_n = 1,4 \dots 2,0; \lambda_E = 1,1$$



г

а) петльовий грушовидний; б) петльовий односторонній; в) безпетльовий по колу; г) безпетльовий з прямолінійним виїздом ( $\chi$ ).

## 6. Експлуатаційні витрати на роботу агрегатів

### 6.1. Основні види експлуатаційних витрат

Для ефективного функціонування машинних агрегатів необхідно понести певні затрати різноманітних видів ресурсів, які називаються експлуатаційними. До них відносяться витрати паливно-мастильних матеріалів, енерговитрати, затрати праці і фінансових ресурсів.

Основними оціночними показниками ресурсозбереження агрегатів являються *питомі експлуатаційні витрати* в розрахунку на одиницю обсягу виконаної роботи (грн./м<sup>2</sup>; кг/м<sup>2</sup>; грн./га і т. ін.) або на одиницю кінцевої продукції (грн./т; кг/т і т. ін.).

Отже, важливо забезпечити функціонування агрегатів з найменшими в заданих умовах питомими експлуатаційними витратами відповідних ресурсів. Для досягнення цієї мети необхідно установити відповідні кількісні співвідношення між експлуатаційними витратами, параметрами агрегатів і природно-виробничими факторами.

Питомі експлуатаційні витрати тих чи інших ресурсів в розрахунку на одиницю обсягу виконаної роботи в узагальненій формі визначаються віднесенням витрат ресурсів на виробіток агрегатів за конкретний відрізок часу (годину, зміну).

Щоб кваліфіковано керувати механізованим аграрним виробництвом, треба вміти аналізувати відносні матеріально-енергетичні витрати на одиницю продукції. Так, згідно з даними досліджень ІМЕСГ УААН, для того щоб підвищити урожайність основних культур у 2...2,5 рази, необхідно витратити в 5...6 разів більше енергії. Витрати палива в сільському господарстві України складають 357кг на 1га ріллі, або близько 52кг на 1т с.-г. продукції в зерновому еквіваленті, а в більшості розвинених країн показник енергоємності

виробництва с.-г. продукції складає 20...25кг/т зернового еквівалента.

Пізнання закономірностей витрат палива дозволить цілеспрямовано вести пошуки його економного використання.

## 6.2. Методика визначення експлуатаційних витрат на роботу МА

### *Вихідні дані:*

Технологічна операція.

Агрегат.

### *Порядок виконання роботи*

1. Витрати паливно-мастильних матеріалів.

1.1. Загальна витрата палива за зміну, кг:

$$Q = G_{mp} T_p + G_{mx} T_x + G_{mz} T_z, \quad (6.1)$$

де  $G_{mp}$ ,  $G_{mx}$ ,  $G_{mz}$  – годинна витрата палива на роботу під навантаженням, на холостий хід, на зупинках, кг/год (табл. 6.1).

1.2. Витрата палива на 1га обробленої площі; кг/га:

$$q_{za} = \frac{Q}{W_{zm}} = \frac{Q}{0,1 B_p V_p T_{zm} \tau}. \quad (6.2)$$

Теж саме в залежності від потужності двигуна; кг/га:

$$q_{za} = \frac{Q k_v}{0,36 N_{en} \xi_{Ne} \eta_T \beta T_{zm} \tau}. \quad (6.3)$$

Таблиця 6.1 – Витрата палива тракторами і самохідними машинами

| Марка            |           | Витрата палива, кг/год |               |               |             |
|------------------|-----------|------------------------|---------------|---------------|-------------|
| машина           | двигуна   | під навантаженням      | при поворотах | при переїздах | на зупинках |
| 1                | 2         | 3                      | 4             | 5             | 6           |
| Трактори         |           |                        |               |               |             |
| К-701            | ЯМЗ-240Б  | 35...50                | 18...29       | 16...27       | 4           |
| К-700А           | ЯМЗ-238НБ | 27...35                | 13...19       | 12...17       | 3           |
| Т-150            | СМД-60    | 20...27                | 10...13       | 8...12        | 2,2         |
| Т-150К           | СМД-62    | 23...30                | 11...15       | 10...13       | 2,4         |
| МТЗ-100/102      | Д-240Т    | 14...17                | 8...10        | 7...8         | 1,9         |
| МТЗ-80/82        | Д-240     | 10...15                | 6...8         | 5...7         | 1,4         |
| ЮМЗ-6АЛ          | Д-65Н     | 8...12                 | 4...6         | 3...5         | 1,3         |
| Т-70С            | Д-241Л    | 11...13                | 5...7         | 4...6         | 1,2         |
| Т-40М/АМ         | Д-37Е     | 7...9                  | 4...6         | 3...5         | 1,2         |
| Т-25А,Т-16М      | Д-21      | 4...5                  | 2...3         | 1...2         | 0,7         |
| Самохідні машини |           |                        |               |               |             |
| СК-10            | СМД-31    | 38...45                | 21...25       | 19...22       | 3,8         |
| "Дон-1500"       | СМД-31А   | 32...38                | 17...20       | 15...18       | 3,5         |
| "Дон-1200"       | СМД-23    | 24...28                | 12...16       | 10...14       | 3,1         |
| СК-6             | СМД-64    | 22...26                | 10...15       | 8...12        | 2,9         |
| СК-5             | СМД-18К   | 16...19                | 9...12        | 7...9         | 2,7         |

|       |  |         |         |        |           |
|-------|--|---------|---------|--------|-----------|
| "Лан" |  | 17...22 | 10...12 | 8...10 | 2,5...3,0 |
|-------|--|---------|---------|--------|-----------|

Продовження таблиці 6.1

| 1                         | 2      | 3       | 4         | 5         | 6         |
|---------------------------|--------|---------|-----------|-----------|-----------|
| КЗС-9М "Славутич"         |        | 23...27 | 12...15   | 6...7     | 2,5...3,0 |
| КЗСР-9М "Славутич"        |        | 24...26 | 13...14   | 6...7     | 2,6...3,0 |
| "John Deere" 9500 M       |        | 25...29 | 14...16   | 7...8     | 2,8...3,2 |
| Massey Ferguson MF - 40RS |        | 30...40 | 16...21   | 8...11    | 3,3...4,5 |
| Claas Dominator 108 S     |        | 26...27 | 14...15   | 7...8     | 2,8...3,0 |
| MDW E525H                 |        | 15...17 | 8,5...9,5 | 4,4...4,8 | 2         |
| Bizon BS-Z-110            |        | 19...21 | 10...11   | 5...6     | 2,1...2,3 |
| КСКУ-6                    | СМД-72 | 27...32 | 13...18   | 10...14   | 3,2       |
| КС-6Б                     | СМД-64 | 22...25 | 12...16   | 8...12    | 2,9       |
| РКС-6                     | Д-240  | 12...15 | 7...9     | 6...7     | 1,5       |
| РКМ-6                     |        | 21...26 | 8...11    | 6...8     | 2,3       |
| МКК-6                     |        | 12...18 | 8...10    | 5...8     | 1,9       |
| "Дон - 680"               |        | 30...45 | 19...21   | 14...18   | 4,5       |
| СПС-4,2                   | Д-240  | 11...14 | 7...9     | 6...7     | 1,5       |
| КСК-4,1                   | СМД-64 | 22...25 | 12...15   | 8...11    | 2,9       |
| КСК-100                   | СМД-72 | 28...32 | 12...16   | 9...12    | 3,2       |
| КПС-5Г                    | Д-240  | 11...15 | 6...8     | 6...7     | 1,4       |
| Е-281                     | 6ВД    | 26...30 | 12...15   | 10...13   | 3,1       |
| Е-301                     | Д-50   | 9...10  | 5...6     | 3...5     | 1,3       |

|        |         |         |        |       |     |
|--------|---------|---------|--------|-------|-----|
| СКП-10 | Д-37Е   | 7...8   | 4...5  | 3...5 | 1,2 |
| СКТ-2  | СМД-17К | 15...17 | 9...11 | 6...9 | 2,7 |



1.3. Витрати масел і мастильних матеріалів та палива для запуску двигуна встановлюють в процентному співвідношенні до витрат основного виду палива.

Таблиця 6.2 – Норми витрати масел і мастил та пускового бензину у % від маси витраченого палива

| Трактори                 | Моторні масла | Трансмісійні масла | Індустріальні та інші спеціальні масла | Пластичні мастила | Пусковий бензин |
|--------------------------|---------------|--------------------|--|-------------------|-----------------|
| 1                        | 2             | 3                  | 4                                      | 5                 | 6               |
| К-700А, К-701            | 4,5           | 0,4                | 0,2                                    | 0,02              |                 |
| Т-150К                   | 3,8           | 0,6                | 0,4                                    | 0,04              | 1,0             |
| Т-150                    | 3,9           | 0,4                | 0,02                                   | 0,04              | 1,0             |
| ДТ-75М                   | 4,8           | 1                  |  | 0,02              | 1,0             |
| МТЗ-80/82,<br>ЮМЗ-6АЛ/АМ | 4,4           | 1,2                | 0,1                                    | 0,06              | 1,0             |
| МТЗ-50/52                | 4,3           | 1,1                | 0,1                                    | 0,06              | 1,0             |
| Т-40АМ                   | 4,1           | 1,1                | 0,1                                    | 0,06              |                 |
| Т-70С                    | 5             | 0,7                |  | 0,2               | 1,0             |
| Т-25А                    | 4,5           | 0,8                |  | 0,03              |                 |
| Т-16М                    | 6,4           | 2,5                |  | 0,7               |                 |

Таблиця 6.3 – Норми витрати палива для автомобільного транспорту

| Автомобілі                        | Норми витрати палива на 100км пробігу, л |
|-----------------------------------|--|
| 1                                 | 2  |
| Вантажні                          |  |
| Бортові: УАЗ-451 всіх модифікацій | 15                                       |

Продовження таблиці 6.3

| 1  | 2    |
|--|------|
| ГАЗ-51 всіх модифікацій                                | 21,5 |
| ГАЗ-52, ГАЗ-52-03                                      | 22   |
| ГАЗ-53, ГАЗ-53А  | 25   |
| ЗИЛ-164 всіх модифікацій                               | 31   |
| ЗИЛ-130 всіх модифікацій                               | 31   |
| Урал-355, Урал-355М                                    | 30   |
| Урал-377   | 44   |
| МАЗ-500, МАЗ-500А                                      | 23   |
| МАЗ-516, МАЗ-516А                                      | 26   |
| КрАЗ-251, КрАЗ-275С                                    | 40   |
| КамАЗ-5320   | 25   |
| КамАЗ-53202, КамАЗ-53212,<br>КамАЗ-53213               | 25,5 |
| Бортові підвищеної прохідності:<br>УАЗ-450Д, УАЗ-452Д  | 17   |
| ГАЗ-63, ГАЗ-63А  | 26   |
| ГАЗ-66-01  | 29   |
| ЗИЛ-131, ЗИЛ-131А                                      | 42   |
| Урал-375Д, Урал-375Т,<br>Урал 375Н                     | 61   |
| Сідельні тягачі та автопоїзди                          |      |
| ГАЗ-63П з напівприцепом ПАЗ-744                        | 30   |
| ГАЗ-52-06 з напівприцепом ПАЗ-744                      | 26   |
| ЗИЛ-ММЗ-164АН, ЗИЛ-ММЗ-164Нз<br>напівприцепом ММЗ-584Б | 36   |
| ЗИЛ-130В з напівприцепом ОдаЗ-885                      | 37   |
| ЗИЛ-131В з напівприцепом ОдаЗ-885                      | 47   |
| КАЗ-608 з напівприцепом ОдаЗ-885                       | 36   |
| КАЗ-608 з напівприцепом КАЗ-717                        | 38,5 |
| Урал-375С з напівприцепом ОдаЗ-935                     | 70,5 |
| Урал-337С з напівприцепом ОдаЗ-935                     | 54   |
| МАЗ-504, МАЗ-504А з напівприцепом МАЗ-<br>5245А        | 28   |

Продовження таблиці 6.3

| 1  | 2    |
|--|------|
| МАЗ-504В з напівприцепом МАЗ-5205А   | 38   |
| КрАЗ-221Б з напівприцепом МАЗ-5245   | 50,5 |
| КамАЗ-5410 з напівприцепом ОдАЗ-9370   | 31   |
| Спеціалізовані автомобілі  |      |
| ИЖ-2715  | 11   |
| ЕрАЗ-762, ЕрАЗ-762А  | 15   |
| Автомобілі-самоскиди   |      |
| ГАЗ-САЗ-3502, ГАЗ-САЗ-35Б  | 29   |
| ГАЗ-93, ГАЗ-93А, ГАЗ-93Б   | 23   |
| САЗ-3503, САЗ-3504   | 26   |
| ЗИЛ-ММЗ-585, ЗИЛ-ММЗ-585Б  | 36   |
| ЗИЛ-ММЗ-555, ЗИЛ-ММЗ-555А  | 37   |
| МАЗ-503, МАЗ-503А, МАЗ-503Б, МАЗ-503Г  | 28   |
| КрАЗ-256, КрАЗ-256Б  | 48   |
| КамАЗ-5510, КамАЗ-55102  | 32   |
| КамАЗ-5511   | 34   |
| Автобуси   |      |
| ПАЗ-3201   | 36   |
| РАФ-977 всіх модифікацій   | 15   |
| КавЗ-685   | 30   |
| ПАЗ-672  | 35   |
| ЛАЗ-695М   | 36   |
| Легкові автомобілі   |      |
| УАЗ-469 всіх модифікацій   | 16   |
| “Москвич-412”, -423, -424, -426, -427, -2136, -2137, -2138, -2140 всіх модифікацій,<br>ИЖ-2225 | 10   |
| ВАЗ-2102, 2103, 21,05 всіх модифікацій   | 8,5  |
| ВАЗ-2121 “Нива”  | 12   |
| ГАЗ-24 всіх модифікацій  | 13   |

Таблиця 6.4 – Норми витрати масел і мастил автомобілями на 100л витрати палива\*

| Масла і мастила       | Легкові, вантажні автомобілі, що працюють на бензині** | Вантажні автомобілі, що працюють на дизельному паливі. |
|-----------------------|--|--|
| 1                     | 2  | 3  |
| Моторні, л            | 2,4  | 3,2  |
| Трансмісійні, л       | 0,3  | 0,4  |
| Спеціальні масла, л   | 0,1  | 0,1  |
| Пластичні мастила, кг | 0,2  | 0,3  |

\* Для автомобілів, які знаходяться в експлуатації менше як 3 роки норми витрат масел і мастил знижуються на 50%.

\*\* Для автомобілів ВАЗ всіх моделей норма витрати моторного масла встановлюється в розмірі 0,8л на 100л витрати палива.

Таблиця 6.5 – Норма потреби в нафтопродуктах на виробництво сільськогосподарської продукції

| Об'єкти витрат      | Одиниця вимірювання | Норма на одиницю, кг |
|---------------------|---------------------|----------------------|
| 1                   | 2                   | 3                    |
| Дизельне пальне     |                     |                      |
| Озима пшениця       | га                  | 86                   |
| Ячмінь              | га                  | 87                   |
| Овес                | га                  | 87                   |
| Горох               | га                  | 69                   |
| Кукурудза на зерно  | га                  | 145                  |
| Кукурудза на силос  | га                  | 149                  |
| Кормові коренеплоди | га                  | 269                  |
| Багаторічні трави   | га                  | 66                   |
| Однорічні трави     | га                  | 107                  |

Продовження таблиці 6.5

| 1   | 2   | 3   |
|---|-----|-----|
| Повторні посіви кукурудзи на зелений корм | га  | 107 |
| Тваринництво (на умовну голову)           | гол | 22  |

## 2. Енерговитрати.

Розрізняють загальні енерговитрати і питомі. В експлуатаційних розрахунках частіше використовують питомі енерговитрати (питому енергоємність), під якими розуміють витрати механічної енергії на одиницю обсягу робіт (площу і т. д.). За одиницю вимірювання прийняті *кВт год* або *Дж* на *Га*, *т*, *т·км* і т.ін.

2.1. Повна питома енергоємність – це загальна витрата механічної енергії на одиницю виконаної роботи (в даному випадку механічна енергія складається із потенціальної енергії палива і всіх витрат енергії в машинах, які входять до складу агрегату); Дж/га:

$$A_n = H_n \cdot q_{ca} , \quad (6.4)$$

де  $H_n$  – питома теплота згорання палива, Дж/кг:

дизельне паливо –  $4,166 \cdot 10^7$ ;

бензин –  $4,38 \cdot 10^7$ ;

лігроїн –  $4,34 \cdot 10^7$ ;

гас –  $4,29 \cdot 10^7$ .

Якщо врахувати, що  $1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 0,36 \cdot 10^7 \text{ Дж}$ , то повну питому енергоємність можна виразити в кВт год/га.

2.2. Корисна питома енергоємність – це витрата механічної енергії на одиницю виконаної роботи, що розрахована на тяговій (корисній) роботі трактора на робочому ході; кВт год/га:

$$A_k = \frac{N_{Tp} T_p}{W_{zm}}. \quad (6.5)$$

Відомо, що  $1 \text{ кВт год} = 0,36 \cdot 10^7 \text{ Дж}$ , а  $W_{zm} = 0,36 N_m T_p \frac{1}{k_v}$  при

$\beta = 1$ .

Тоді одержимо:  $A_k = 10^7 k_v$ , Дж/га.

*Корисні питомі енерговитрати робочих машин:*

$$A_{км} = A_k \eta_m, \quad (6.6)$$

де  $\eta_m$  – ККД робочих машин.

Це змінна величина, яка залежить від конструктивних і експлуатаційних факторів, характеру технологічного процесу, ваги машини, глибини обробітку, швидкості руху, маси матеріалу, що обробляється і т. ін.

$\eta_m = 0,7 \dots 0,8$  – для плугів і луцильників;

$\eta_m = 0,4 \dots 0,6$  – для культиваторів і зубових борін;

$\eta_m = 0,3 \dots 0,4$  – для сівалок;

$\eta_m = 0,2 \dots 0,3$  – для буряко- і картоплезбиральних комбайнів.

Таблиця 6.6 – Енергоємність сільськогосподарських машин і знарядь

| Марка       | Маса,<br>кг | За 1 год експлуатації |         |
|-------------|-------------|-----------------------|---------|
|             |             | МДж                   | ккал    |
| 1           | 2           | 3                     | 4       |
| 1. Трактори |             |                       |         |
| К-701       | 12500       | 303,8                 | 72546,2 |
| К-700А      | 11800       | 286,7                 | 68483,7 |
| Т-150       | 6975        | 169,5                 | 40480,8 |
| Т-150К      | 7535        | 183,1                 | 43730,9 |
| Т-130       | 14320       | 348,0                 | 83109,0 |
| Т-130Б      | 15520       | 377,1                 | 90073,4 |

|                         |       |       |         |
|-------------------------|-------|-------|---------|
| ДТ-75                   | 6440  | 156,5 | 37375,8 |
| Продовження таблиці 6.6 |       |       |         |
| 1                       | 2     | 3     | 4       |
| ДТ-75Б                  | 7540  | 183,2 | 43759,9 |
| ДТ-75М                  | 6550  | 159,2 | 38014,2 |
| ДТ-75С                  | 7450  | 181,0 | 43237,6 |
| Т-74                    | 5380  | 130,7 | 31223,9 |
| Т-70С                   | 4400  | 106,9 | 25536,3 |
| Т-54В                   | 3660  | 88,9  | 21241,5 |
| МТЗ-82                  | 3370  | 81,9  | 19558,5 |
| МТЗ-80                  | 3160  | 76,8  | 18339,7 |
| МТЗ-52                  | 2950  | 71,7  | 17120,9 |
| МТЗ-50                  | 2750  | 66,8  | 15960,2 |
| ЮМЗ-6Л                  | 3147  | 76,5  | 18264,2 |
| Т-25А                   | 1780  | 43,3  | 10330,6 |
| Т-16М                   | 1600  | 38,9  | 9285,9  |
| Т-40АНМ                 | 2660  | 64,6  | 15437,8 |
| Д-60б – бульдозер       | 8910  | 320,8 | 76608,2 |
| 2. Автомобілі           |       |       |         |
| ГАЗ-52-04               | 2520  | 36,0  | 8606,6  |
| ГАЗ-53А                 | 3250  | 46,5  | 11099,7 |
| ГАЗ-53Б                 | 3750  | 53,6  | 12807,4 |
| ГАЗ-САЗ-53Б             | 3750  | 53,6  | 12807,4 |
| САЗ-3502                | 4300  | 61,5  | 14685,8 |
| ЗИЛ-130                 | 4300  | 61,5  | 14685,8 |
| ЗИЛ-ММЗ-554М            | 5225  | 74,7  | 17844,9 |
| КамАЗ-5320              | 7080  | 101,2 | 24180,3 |
| КрАЗ-255Б1              | 11650 | 166,6 | 69788,2 |
| КрАЗ-257Б1              | 10285 | 147,1 | 35126,4 |
| ЗИЛ-131                 | 6440  | 92,1  | 21994,5 |
| МАЗ-5549                | 7225  | 103,3 | 24675,5 |
| 3. Автоцистерни         |       |       |         |
| АВЦ-1,7                 | 3980  | 56,9  | 13952,9 |
| АВВ-2М                  | 2826  | 40,4  | 9651,6  |

|            |      |      |         |
|------------|------|------|---------|
| АЦ-4,2-53А | 2957 | 42,3 | 10099,0 |
| АЦ-4,2-130 | 4404 | 63,0 | 15041,0 |

Продовження таблиці 6.6

| 1   | 2    | 3     | 4       |
|---|------|-------|---------|
| АТЗ-2,4-52-04                                 | 2970 | 42,5  | 10143,4 |
| АЦА-3,85-53А                                  | 3775 | 54,0  | 12892,8 |
| МЖА-6-130 В1-76                               | 9206 | 131,6 | 31441,3 |
| <b>4. Автопричепи та напівпричепи</b>         |      |       |         |
| ГКБ-847                                       | 2540 | 66,8  | 15954,5 |
| ГКБ-819                                       | 3050 | 80,2  | 19158,0 |
| ГКБ-8350                                      | 3500 | 92,0  | 21984,6 |
| ОдАЗ-885                                      | 2850 | 75,0  | 17901,7 |
| ОдАЗ-794                                      | 3000 | 78,9  | 18843,9 |
| МАЗ-8926, КАЗ-717                             | 4000 | 105,2 | 25125,2 |
| <b>5. Універсальні тракторні причепи</b>      |      |       |         |
| 1-ПТС-2Н                                      | 735  | 19,3  | 4616,8  |
| 1-ПТС-2                                       | 855  | 22,5  | 5370,5  |
| 1-ПТС-4                                       | 1700 | 44,7  | 10678,2 |
| 2-ПТС-4М-785-А                                | 1530 | 40,2  | 9610,4  |
| 2-ПТС-4-793А                                  | 1800 | 47,3  | 11306,3 |
| 2-ПТС-4-887А                                  | 1755 | 46,2  | 11023,7 |
| 2-ПТС-4-887Б (бортовий)                       | 1880 | 49,4  | 11808,8 |
| 2-ПТС-4-887Б (кузов 45 м <sup>3</sup> )       | 2800 | 73,6  | 17587,6 |
| 2-ПТС-6-8526                                  | 2950 | 77,6  | 13529,8 |
| ММЗ-771-Б                                     | 4850 | 127,6 | 30464,3 |
| 3-ПТС-12Б моделі:<br>ММЗ-786Б                 | 6340 | 166,7 | 39823,4 |
| ПСЕ-12,5                                      | 2100 | 55,2  | 13190,7 |
| <b>6. Універсальні навантажувальні засоби</b> |      |       |         |
| ПЭ-0,8Б                                       | 2400 | 115,2 | 27513,8 |
| ПГ-0,2  | 1250 | 60,0  | 14330,1 |
| ПБ-35   | 1275 | 61,2  | 14616,7 |
| ПФП-2   | 2500 | 120,0 | 28660,2 |
| ПФП-1,2                                       | 1780 | 85,4  | 20406,1 |



|                          |      |      |         |
|--------------------------|------|------|---------|
| ПКУ-0,8                  | 1158 | 55,6 | 13275,5 |
| УЗСА-40 (без автомобіля) | 1490 | 68,5 | 16369,7 |
| ПФ-0,5                   | 990  | 47,5 | 11349,4 |

Продовження таблиці 6.6

| 1   | 2     | 3     | 4        |
|---|-------|-------|----------|
| СПС-4,2 з трактором<br>МТЗ-80               | 8950  | 429,6 | 102602,8 |
| ЗПС-100                                     | 1250  | 263,8 | 62992,5  |
| ЗСВУ-3                                      | 1960  | 90,2  | 21532,6  |
| ПКС-80 (транспортер)                        | 540   | 113,9 | 27212,8  |
| СТХ-30 з електроприводом                    | 2450  | 475,3 | 113518,4 |
| 7. Машини для підготовки та внесення добрив |       |       |          |
| а) мінеральних                              |       |       |          |
| РУМ-16                                      | 8250  | 585,8 | 139896,9 |
| РУМ-8                                       | 3310  | 235,0 | 56128,3  |
| РУМ-5                                       | 2030  | 144,1 | 34423,1  |
| РТТ-4,2                                     | 890   | 63,2  | 15091,9  |
| 1 РМГ-4                                     | 1460  | 103,7 | 24757,5  |
| СНТ-16П                                     | 200   | 14,1  | 3367,6   |
| РМС-6                                       | 335   | 23,8  | 5680,7   |
| АРУП-8                                      | 7900  | 560,9 | 133961,9 |
| РУП-8+К-700                                 | 15484 | 548,3 | 130954,0 |
| НРУ-0,5                                     | 300   | 21,3  | 5087,2   |
| КСА-3 (механізм для<br>внесення)            | 830   | 58,9  | 14074,5  |
| АИР-20 – з електроприводом                  | 2255  | 220,3 | 52615,2  |
| СЗУ-20 – з електроприводом                  | 2570  | 223,1 | 53284,0  |
| б) органічних                               |       |       |          |
| ПРТ-16                                      | 6020  | 349,2 | 83391,4  |
| ПРТ-10                                      | 4000  | 232,0 | 55409,6  |
| РОУ-5                                       | 2000  | 116,0 | 27704,8  |
| РТО-4                                       | 2750  | 159,5 | 38094,1  |
| РУН-15Б                                     | 2146  | 124,5 | 29727,3  |
| в) рідких                                   |       |       |          |

|                      |      |       |          |
|----------------------|------|-------|----------|
| ПОУ                  | 600  | 147,6 | 35251,8  |
| АБА-0,5М             | 1147 | 36,7  | 8766,2   |
| АША-2 (без трактора) | 3970 | 127,0 | 30341,5  |
| РЖУ-3,6              | 3960 | 126,7 | 302565,1 |

Продовження таблиці 6.6

| 1                            | 2    | 3     | 4       |
|------------------------------|------|-------|---------|
| РЖТ-4                        | 2470 | 79,0  | 18877,5 |
| РЖТ-8                        | 3640 | 116,5 | 27819,4 |
| РЖТ-16                       | 6280 | 201,0 | 47996,2 |
| ЗЖВ-1,8                      | 770  | 24,6  | 5884,9  |
| АПР "Темп"                   | 1485 | 47,5  | 11349,9 |
| 8. Машини для захисту рослин |      |       |         |
| ОВТ-1В                       | 820  | 201,7 | 48177,7 |
| ОН-400                       | 320  | 78,8  | 18801,1 |
| ОН-400-1                     | 258  | 63,5  | 15158,4 |
| ОН-400-3                     | 390  | 95,9  | 22913,8 |
| ОП-1600-6                    | 1530 | 376,4 | 89892,5 |
| ПС-10                        | 1032 | 33,0  | 7887,3  |
| ПСШ-5                        | 400  | 12,8  | 3057,1  |
| ПСШ-3                        | 122  | 3,9   | 932,4   |
| АПЖ-12                       | 2200 | 70,4  | 16813,9 |
| 9. Плуги і луцильніки        |      |       |         |
| ПТК-9-35                     | 2800 | 100,8 | 24074,4 |
| ПН-8-35                      | 1970 | 70,9  | 16938,1 |
| ПЛП-6-35                     | 1230 | 44,3  | 10575,5 |
| ПЛ-5-35                      | 1500 | 54,0  | 12897,0 |
| ПЛН-5-35                     | 800  | 28,8  | 6878,4  |
| ПН-4-35                      | 630  | 22,7  | 5416,7  |
| ПЛН-4-35                     | 710  | 25,6  | 6104,6  |
| ПН-3-35                      | 445  | 16,0  | 3826,1  |
| ПЛН-3-35                     | 522  | 18,8  | 4488,2  |
| ПН-2-30Р                     | 265  | 9,5   | 2278,5  |
| ПН-30Р                       | 150  | 5,4   | 1289,7  |
| ПН-4-40                      | 843  | 30,3  | 7248,1  |

|           |      |       |         |
|-----------|------|-------|---------|
| ПНЯ-4-40  | 1285 | 46,3  | 11048,4 |
| ПН-3-40   | 635  | 22,9  | 5459,7  |
| ПЧЯ-3-50  | 3170 | 114,1 | 27255,7 |
| ПЧЯ-2-50  | 2780 | 100,1 | 23902,4 |
| ППЛ-10-25 | 1214 | 43,7  | 10438,0 |

Продовження таблиці 6.6

| 1                             | 2    | 3     | 4        |
|-------------------------------|------|-------|----------|
| ППЛ-5-25                      | 450  | 16,2  | 3869,1   |
| ЛДГ-20                        | 5514 | 441,1 | 105354,9 |
| ЛДГ-15                        | 3765 | 301,2 | 71937,1  |
| ЛДГ-10                        | 2450 | 196,0 | 46811,7  |
| ЛДГ-5                         | 1080 | 86,4  | 20635,3  |
| 10. Борони дискові            |      |       |          |
| БД-10                         | 3700 | 296,0 | 70695,2  |
| БДТ-7,0                       | 3500 | 280,0 | 66873,8  |
| БДН-3,0                       | 698  | 55,8  | 13336,5  |
| БДТ-3                         | 720  | 57,6  | 13756,9  |
| БДС-3,5                       | 889  | 71,1  | 46985,9  |
| БДСТ-2,5                      | 1080 | 86,4  | 20635,3  |
| БДН-1,3А                      | 402  | 32,2  | 7680,9   |
| 11. Борони зубові та голчасті |      |       |          |
| БЗТС-1,0                      | 42   | 4,3   | 1023,2   |
| БЗСС-1,0                      | 35   | 3,6   | 852,9    |
| БЗНТУ-1,0                     | 44   | 4,5   | 1071,9   |
| ЗБЗНТУ-1,0                    | 161  | 16,4  | 3922,1   |
| ЗБП-0,6А                      | 50   | 5,1   | 1218,1   |
| З-ОР-0,7                      | 37   | 3,8   | 901,4    |
| ШБ-2,5                        | 107  | 10,9  | 2606,6   |
| БИГ-3А                        | 1100 | 112,2 | 26797,2  |
| БПК-0,35                      | 25   | 2,6   | 609,1    |
| ВИП-5,6                       | 2180 | 222,4 | 53107,2  |
| 12. Котки                     |      |       |          |
| ЗККШ-6                        | 1835 | 187,2 | 44702,4  |
| ЗКВГ-1,4                      | 880  | 89,8  | 21437,8  |

|  |      |       |         |
|--|------|-------|---------|
| ЗККН-2,8   | 2152 | 219,5 | 52425,1 |
| СКГ-2-2  | 811  | 82,7  | 19756,9 |
| СКГ-2  | 982  | 100,2 | 23922,6 |
| 13. Культиватори та плоскорізи для суцільного обробітку ґрунту |      |       |         |
| КПС-4 (начіпний)   | 773  | 39,4  | 9415,6  |

Продовження таблиці 6.6

| 1                         | 2    | 3     | 4       |
|---------------------------|------|-------|---------|
| КПС-4 (причіпний)         | 969  | 49,4  | 11803,0 |
| КШ-3,6М (начіпний)        | 352  | 18,0  | 4287,6  |
| КШ-3,6М (причіпний)       | 442  | 22,5  | 5383,8  |
| КПЭ-3,8                   | 1000 | 51,0  | 12180,6 |
| РВК-3,6                   | 2500 | 127,5 | 30451,5 |
| АКП-2,5 (дисковий)        | 2005 | 188,5 | 45013,1 |
| АКП-2,5 (голчастий)       | 2038 | 191,6 | 45753,9 |
| КФГ-3,6-01                | 1320 | 67,3  | 16078,4 |
| КА-3,6                    | 3410 | 320,5 | 76555,9 |
| КТС-10 (напівначіпний)    | 2000 | 102,0 | 24361,2 |
| КТС-10 (гідрофікований)   | 3000 | 153,0 | 36541,8 |
| ЧКУ-4 (з удобрювачем)     | 1704 | 160,2 | 38255,5 |
| ЧКУ-4 (без удобрювача)    | 1460 | 137,2 | 32777,6 |
| КФГ-3,6                   | 1510 | 77,0  | 18392,7 |
| КПШ-9                     | 2107 | 75,9  | 18116,0 |
| КПШ-5                     | 900  | 32,4  | 7738,2  |
| КПУ-400                   | 890  | 32,0  | 7652,2  |
| КПГ-2,2                   | 2230 | 80,3  | 19173,5 |
| КПГ-250                   | 470  | 16,9  | 4041,1  |
| КПГ-2-150                 | 860  | 31,0  | 7394,3  |
| ОПТ-3-5 (3 тс)            | 823  | 29,6  | 7076,2  |
| ОПТ-3-5 (5 тс)            | 1205 | 43,4  | 10360,6 |
| 14. Культиватори просапні |      |       |         |
| КРН-4,2                   | 871  | 44,4  | 10609,3 |
| КРН-5,6                   | 1300 | 66,3  | 15834,8 |
| КРН-8,4                   | 2142 | 109,2 | 26090,8 |

|                    |      |       |         |
|--------------------|------|-------|---------|
| УСМК-5,4А (легкий) | 1800 | 91,8  | 21925,1 |
| КГС-4,8            | 1590 | 149,5 | 35696,1 |
| КГС-4,8-01         | 1798 | 169,0 | 40365,8 |
| КФ-5,4             | 1100 | 56,1  | 13398,7 |
| УСМП-5,4           | 768  | 39,2  | 9354,7  |
| КОН-2,8ПМ          | 885  | 83,2  | 19868,6 |
| КРН-4,2Г           | 975  | 91,6  | 21889,1 |

Продовження таблиці 6.6

| 1                          | 2    | 3     | 4       |
|----------------------------|------|-------|---------|
| КНО-2,8 (комплект)         | 1380 | 129,7 | 30981,6 |
| КНО-4,2 (комплект)         | 1380 | 129,7 | 30981,6 |
| КОР-4,2 (комплект)         | 1033 | 97,1  | 23191,3 |
| КОР-4,2 (без підживлювача) | 797  | 74,9  | 17893,0 |
| 15. Сівалки, саджалки      |      |       |         |
| СЗ-3,6                     | 1450 | 155,2 | 37055,2 |
| СЗУ-3,6                    | 1480 | 158,4 | 37821,8 |
| СЗА-3,6                    | 1280 | 137,0 | 32710,8 |
| СЗО-3,6                    | 1280 | 137,0 | 32710,8 |
| СЗТ-3,6                    | 1830 | 195,8 | 46766,2 |
| СЗСП-3,6                   | 1780 | 190,5 | 45488,4 |
| СЗП-3,6                    | 1870 | 200,1 | 47788,4 |
| СЗС-2,1                    | 1250 | 133,8 | 31944,1 |
| СУПН-87                    | 1126 | 120,5 | 28775,3 |
| СБК-4                      | 890  | 95,2  | 22744,2 |
| СПЧ-6МФ                    | 820  | 87,7  | 20955,3 |
| ССТ-12А                    | 1125 | 120,4 | 28749,7 |
| ССТ-8                      | 946  | 101,2 | 24175,3 |
| СО-4,2                     | 1370 | 146,6 | 35010,8 |
| СН-4Б-2                    | 1015 | 196,9 | 47029,0 |
| 16. Зчіпки                 |      |       |         |
| СГ-21                      | 1800 | 144,0 | 34392,2 |
| СП-16                      | 1762 | 141,0 | 33666,2 |
| СП-11                      | 915  | 73,2  | 17482,7 |
| С-11                       | 700  | 56,0  | 13374,8 |

|   |       |        |          |
|---|-------|--------|----------|
| СН-75                                     | 1250  | 100,0  | 23883,5  |
| 17. Комбайни зернозбиральні та спеціальні |       |        |          |
| СК-6-11 “Колос”                           | 9750  | 1472,2 | 351624,0 |
| СК-5 “Нива”                               | 8000  | 1208,0 | 288512,0 |
| СКП-5 “Нива”                              | 9060  | 1368,1 | 326739,8 |
| СКД-6М “Сибиряк”                          | 9000  | 1359,0 | 324576,0 |
| СК-6                                      | 6120  | 924,1  | 220711,7 |
| КСКУ-6                                    | 12284 | 1523,2 | 363796,8 |

Продовження таблиці 6.6

| 1                    | 2     | 3      | 4        |
|----------------------|-------|--------|----------|
| КСС-2,6              | 3800  | 471,2  | 112538,9 |
| КС-1,8 “Вихрь”       | 2400  | 297,6  | 71077,2  |
| КСГ-3,2              | 8850  | 1097,4 | 262097,2 |
| КПКУ-75              | 7800  | 967,2  | 231000,7 |
| КОП-1,4 “Херсонец 7” | 3770  | 467,5  | 111650,3 |
| БМ-6А                | 3000  | 327,0  | 78098,9  |
| КС-6                 | 9200  | 901,6  | 215333,2 |
| РКС-6 (без трактора) | 5300  | 519,4  | 124050,6 |
| КСК-4                | 12600 | 1990,8 | 475471,1 |
| ККУ-2А               | 4524  | 714,8  | 170716,8 |
| ККУ-2А-3             | 4657  | 735,8  | 175735,6 |
| 18. Косарки          |       |        |          |
| ЖВР-10               | 2020  | 426,2  | 101795,9 |
| ЖНС-6-12             | 1350  | 284,8  | 68031,9  |
| ЖВН-6                | 1170  | 246,9  | 58961,0  |
| ЖВН-6А               | 1100  | 232,1  | 55433,4  |
| ЖШН-6                | 1300  | 274,3  | 65512,2  |
| ЖСК-4А               | 1280  | 270,1  | 64504,3  |
| ЖРС-4,9А             | 1215  | 256,4  | 61228,7  |
| ЖВС-6,0              | 1370  | 289,1  | 69039,8  |
| ЖРБ-4,2              | 1164  | 245,6  | 58658,6  |
| ЖНТ-2,1              | 470   | 99,2   | 23685,2  |
| КИР-1,5Б             | 1800  | 169,2  | 40410,0  |
| 54-102               | 165   | 34,8   | 8315,0   |

|   |      |       |          |
|---|------|-------|----------|
| 54-140  | 590  | 124,5 | 29732,5  |
| 65-140  | 585  | 123,4 | 29480,5  |
| 19. Машини та пристрої для збирання соломи і сіна |      |       |          |
| ВТУ-10  | 344  | 37,5  | 8955,3   |
| КУН-10  | 1125 | 199,1 | 47557,9  |
| ТПС-6   | 5300 | 938,1 | 224050,6 |
| ФН-1,4  | 1350 | 239,0 | 57069,5  |
| СТП-2   | 2070 | 366,4 | 87506,6  |
| ПВ-6,0  | 1600 | 283,2 | 67637,9  |

Продовження таблиці 6.6

| 1  | 2     | 3      | 4        |
|--|-------|--------|----------|
| СНТ-7Б   | 530   | 49,8   | 11898,7  |
| КУФ-1,8  | 2100  | 371,7  | 88774,8  |
| КС-1П  | 2450  | 433,6  | 103570,6 |
| ВНШ-3,0  | 300   | 53,1   | 12682,1  |
| ПС-1,6   | 1900  | 336,3  | 80320,0  |
| ПК-1,6А  | 2400  | 424,8  | 101456,9 |
| СПТ-60   | 6500  | 1150,5 | 274779,1 |
| СП-60  | 3090  | 546,9  | 130625,7 |
| СНГ-60   | 9950  | 1761,2 | 420626,3 |
| ПУН-5  | 650   | 78,0   | 18629,0  |
| ПУН-6  | 750   | 90,0   | 21495,0  |
| ПКК-5  | 55    | 6,6    | 1576,3   |
| ПЛЗ-5  | 135   | 20,4   | 4868,6   |
| 20. Дощувальні машини, планувальники, машини для нарізання і вирівнювання зрошувальних каналів |       |        |          |
| ДДА-100МА  | 4240  | 178,1  | 42331,4  |
| ДФ-130 “Дніпро”  | 700   | 29,4   | 7021,7   |
| ДН-454-100 “Фрегат”  | 15000 | 630,0  | 150465,0 |
| ДДН-70   | 700   | 29,4   | 7021,7   |
| ДДН-100  | 800   | 33,6   | 8024,8   |
| ПА-3   | 1755  | 179,0  | 42753,6  |
| ВП-8   | 1525  | 155,6  | 37150,5  |
| ВПН-5,6  | 807   | 82,3   | 19659,3  |

|                                       |       |        |           |
|---------------------------------------|-------|--------|-----------|
| КЗУ-0,3                               | 600   | 21,6   | 5158,8    |
| МК-10                                 | 1700  | 61,2   | 14616,6   |
| МК-12                                 | 680   | 24,5   | 5846,6    |
| ПР-05                                 | 800   | 28,8   | 6878,4    |
| 21. Зерноочисні та сушильні комплекси |       |        |           |
| КЗС-20Ш                               | 38915 | 5759,4 | 1375567,4 |
| КЗС-40                                | 51500 | 7622,0 | 1820422,0 |
| 22. Картоплесортувальний пункт        |       |        |           |
| КСП-15Б                               | 1940  | 376,4  | 89888,0   |

Затрати сукупної енергії (МДж/га) при роботі машинного агрегату можна визначити за формулою:

$$E = \alpha_n q_{za} + \Sigma \alpha_{TM} q_{TM} + \frac{\alpha_{np} m_{np} + \Sigma \alpha_m m_m + \Sigma \alpha_d m_d + \Sigma \alpha_{on} n_{on}}{W_{zod}}, \quad (6.7)$$

де  $\alpha_n$ ,  $\alpha_{TM}$  – енергетичні еквіваленти витраченого палива і технологічних матеріалів, МДж/кг (табл. 6.9.);

$q_{za}$  і  $q_{TM}$  – погектарно витрата палива і технологічних матеріалів, кг/га;

$\alpha_{np}$ ,  $\alpha_m$ ,  $\alpha_d$  – енергетичні еквіваленти години роботи трактора, робочих машин і додаткового обладнання, МДж/(кг·год) (табл. 6.8);

$m_{np}$ ,  $m_m$ ,  $m_d$  – маса трактора, робочих машин і обладнання, кг;

$\alpha_{on}$  – енергетичний еквівалент години праці персоналу, МДж/год (табл. 6.8);

$n_{on}$  – кількість працюючих, чол.;

$W_{zod}$  – продуктивність агрегату за годину змінного часу, га/год.

### 3. Витрати праці.

Це один з основних показників, що характеризують рівень механізації виконуваних с.-г. робіт, та один з важливих елементів, які визначають собівартість її виконання.



3.1. Прямі витрати праці на одиницю наробітку, люд·год/га:

$$Z_n = \frac{n_{mex}}{W_{год}}, \quad (6.8)$$

де  $n_{mex}$  – кількість механізаторів, які обслуговують агрегат, люд;

$W_{год}$  – продуктивність агрегату за годинну змінного часу, га/год.

При роботі МА використовують працю не тільки механізаторів, але і допоміжних працівників.

3.2. Загальні витрати праці; люд год/га:

$$Z_3 = \frac{n_{mex} + n_q}{W_{год}}, \quad (6.9)$$

де  $n_q$  – кількість допоміжних працівників, люд.

При вирощуванні і збиранні с.-г. культури *затрати праці на 1га* площі визначають шляхом складання витрат праці по всіх видах робіт (люд год/га).

$$Z_{за} = \sum Z_i. \quad (6.10)$$

Якщо сумарні витрати праці ( $Z_{за}$ ) поділити на врожайність с.-г. культури ( $H$ , т/га), то одержимо *загальні витрати праці на одиницю продукції*; люд·год/т:

$$Z_{пр} = \frac{Z_{за}}{H}. \quad (6.11)$$

Якщо продуктивність агрегату виразити через ширину захвату, швидкість руху, або потужність двигуна та питомий тяговий опір, то витрати праці можна розрахувати за формулами:

$$Z_n = \frac{n_{\text{мех}}}{0,1B_p V_p \tau} = \frac{n_{\text{мех}} k_v}{0,36 N_{\text{ен}} \xi_{N_e} \eta_T \beta \tau}. \quad (6.12)$$

#### 4. Витрати грошових коштів.

Всі складові елементи експлуатаційних витрат грошових коштів можна розподілити на три групи:

**Перша** група витрат визначається нормативами відрахувань.

**Друга** – системою оплати праці і тарифікацією механізованих с.-г. робіт.

**Третя** – продуктивністю агрегату, нормативами витрат і вартістю (ціною) матеріалів, що витрачаються.

4.1. При визначенні ефективності використання наявних машин розрахунки ведуть за **питомими прямими експлуатаційними витратами коштів**, грн/га:

$$S_e = S_a + S_{\text{мо}} + S_{\text{нмм}} + S_{\text{zn}}, \quad (6.13)$$

де  $S_a$  – питомі прямі експлуатаційні витрати грошових коштів на реновацію (повне відновлення) агрегатів, грн/га:

$$S_a = \frac{\alpha_{\text{втр}} B_{\text{тр}}}{100W_{\text{год}} T_{\text{тр}}} + \frac{\alpha_{\text{взч}} B_{\text{зч}}}{100W_{\text{год}} T_{\text{зч}}} + \frac{\alpha_{\text{вм}} B_{\text{м}} n_{\text{м}}}{100W_{\text{год}} T_{\text{м}}}, \quad (6.14)$$

де  $\alpha_{\text{втр}}$ ,  $\alpha_{\text{взч}}$ ,  $\alpha_{\text{вм}}$  – норма річних відрахувань від балансової вартості на повне відновлення, відповідно, трактора, зчіпки і робочої машини, % (табл. 6.7);

$B_{\text{тр}}$ ,  $B_{\text{зч}}$ ,  $B_{\text{м}}$  – балансова вартість, відповідно, трактора, зчіпки і робочої машини, грн. (табл. 6.7);

$T_{\text{тр}}$ ,  $T_{\text{зч}}$ ,  $T_{\text{м}}$  – нормативне річне завантаження, відповідно, трактора, зчіпки і робочої машини, год (табл. 6.7);

$n_{\text{м}}$  – кількість однакових робочих машин у складі агрегату;

$S_{то}$  – відрахування на технічне обслуговування, поточний і капітальний ремонт, та зберігання, грн/га:

$$S_{то} = \frac{\alpha_{ктр} B_{тр}}{100W_{зод} T_{тр}} + \frac{I}{100W_{зод}} \left( \frac{\alpha_{нопр} B_{тр}}{T_{тр}} + \frac{\alpha_{нозч} B_{зч}}{T_{зч}} + \frac{\alpha_{ном} B_{м} n_{м}}{T_{м}} \right), \quad (6.15)$$

де  $\alpha_{ктр}$  – норма річних відрахувань на капітальний ремонт трактора, % (табл. 6.7);

$\alpha_{но.тр}$ ,  $\alpha_{но.зч}$ ,  $\alpha_{но.м}$  – норма річних відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування, відповідно, трактора, зчіпки і робочої машини, % (табл. 6.7);

де  $S_{нмм}$  – вартість витрачених паливно-мастильних матеріалів, грн/га:

$$S_{нмм} = \Pi q_{за}, \quad (6.16)$$

де  $\Pi$  – комплексна ціна паливно-мастильних матеріалів, грн/кг;

$S_{зн}$  – питомі прямі експлуатаційні витрати грошових коштів на оплату праці, грн/га:

$$S_{зн} = \frac{n_1 c_1 + n_2 c_2 + \dots + n_i c_i}{W_{зм}}, \quad (6.17)$$

де  $n_1, n_2, \dots, n_i$  – кількість працівників, які обслуговують агрегат окремо за кожною кваліфікацією;

$c_1, c_2, \dots, c_i$  – оплата праці за змінну норму виробітку працівника кожної кваліфікації, грн.

4.2. При визначенні ефективності використання *нової техніки* розрахунки ведуть за *приведеними експлуатаційними витратами*, грн/га:

$$S_{пр} = S_e + E_n K, \quad (6.18)$$

де  $E_n$  – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень (Його величина встановлюється диференційовано відповідно до галузей народного господарства, так для машинобудування –  $E_n=0,2\dots 0,3$ , а для сільськогосподарського машинобудування –  $E_n=0,25$ . При відсутності галузевих нормативів застосовують нормативний коефіцієнт –  $E_n=0,15$ );  
 $K$  – капітальні вкладення, грн/га.  
 Розмір капітальних вкладень визначають за формулою:

$$K = \frac{B_{np}}{W_{zod} T_{np}} + \frac{B_{зч}}{W_{zod} T_{зч}} + \frac{B_m n_m}{W_{zod} T_m}. \quad (6.19)$$

**При виборі с.-г. техніки для виробництва с.-г. продукції в умовах господарств малого і середнього підприємництва** необхідно враховувати основні фактори, яким повинні в найбільшій мірі відповідати вибрані технічні засоби. Економічні фактори вимагають мінімально достатніх затрат на придбання, використання і обслуговування техніки, які визначаються порівнюванням витрат по декільком варіантам с.-г. техніки. Вони складають витрати на амортизацію, на кредитні податкові і страхові внески, на оплату праці персоналу по обслуговуванню, на витрати паливно-мастильних матеріалів, на ремонт і обслуговування с.-г. техніки.

4.3. Сумарні питомі витрати коштів на с.-г. техніку, грн/год:

$$Z = A + K_p + Z_{\delta} + Z_{об} + Z_{мм} + Z_{мм} + Z_{р.лю}, \quad (6.20)$$

де  $A$  – амортизаційні відрахування, грн/год:

$$A = \frac{(C_n - C_k)}{T_p \cdot T_p}, \quad (6.21)$$

- де  $Ц_n$  – ціна нової техніки, грн.;  
 $Ц_k$  – ціна, по якій буде реалізована с.-г. машина чи трактор в кінці використання, грн;  
 $T_p$  – тривалість використання техніки, років;  
 $T_{zp}$  – нормативне річне завантаження, год. (табл. 6.7);  
 $K_p$  – витрати на погашення кредиту, грн./год:

$$K_p = \frac{(Ц_n - Ц_k) \cdot \kappa}{2T_p \cdot T_{zp}}, \quad (6.22)$$

- де  $\kappa$  – доля відрахувань на погашення кредиту ( $\kappa=0,45\dots0,60$ );  
 $З_о$  – витрати на зберігання, грн./год:

$$З_о = \frac{З_{оп} + П_p + C_p}{T_{zp}}, \quad (6.23)$$

- де  $З_{оп}$ ,  $П_p$ ,  $C_p$  – річні відрахування на зберігання, податок і страхові внески становлять (1,0...1,5)% балансової ціни техніки;  
 $З_{об}$  – витрати на оплату обслуговуючого персоналу, грн/год:

$$З_{об} = \sum_i^m C_{ci} \cdot n_{обi}, \quad (6.24)$$

- де  $C_{ci}$  – годинна ставка  $i$ -го обслуговуючого персоналу;  
 $n_{обi}$  – кількість  $i$ -го обслуговуючого персоналу, чол.;  
 $З_{нмм}$  – витрати на паливо-мастильні матеріали, грн./год:

$$З_{нмм} = G_T \cdot Ц_{нм}, \quad (6.25)$$

- де  $G_T$  – годинна витрата палива л/год;  
 $Ц_{нм}$  – комплексна ціна паливо-мастильних матеріалів складає (1,15...1,20) існуючої в даний період ціни, грн/л;

$Z_{тм}$  – вартість технологічних матеріалів (пестицидів, насіння, добрив, та інше, що необхідно для виконання операції):

$$Z_{тм} = \sum_{i=1}^K C_{тм.i} \cdot H_{тм.i}, \quad (6.26)$$

де  $C_{тм.i}$  – ціна і-го технологічного матеріалу, грн/кг;

$H_{тм.i}$  – норма технологічного матеріалу, кг/год;

$Z_{р.то}$  – витрати на технічне обслуговування і ремонт с.-г. техніки, грн/год:

$$Z_{р.то} = \frac{Z_p + Z_{то}}{T_p}, \quad (6.27)$$

де  $Z_p$ ,  $Z_{то}$  – витрати на ремонт і технічне обслуговування грн./рік.

*Витрати розраховуються згідно залежності 6.22, де доля відрахувань дорівнює (0,10...0,15) балансової ціни. Або можна вибрати витрати із річного звіту господарства.*

Після розрахунків за декількома можливими варіантами с.-г. техніки чи агрегатів, вибраних для відповідних природнокліматичних, технологічних, екологічних та організаційних умов, визначають такий, що буде мати меншу вартість години використання. Із цих залежностей виходить, що збільшення строків використання і підвищення надійності техніки буде приводити до зниження собівартості продукції.

### **6.3. Оптимізація експлуатаційних параметрів агрегатів по критеріям ресурсозбереження**

Із великої кількості параметрів агрегату експлуатаційними умовно вважаються такі, від яких в найбільшій мірі залежать його основні техніко-економічні показники роботи: продуктивність, експлуатаційні витрати і інші.

Оптимальними (найкращими) називають такі параметри при яких, заздалегідь вибраний, експлуатаційний показник

(критерій) досягне максимуму (наприклад, продуктивність) або мінімуму (наприклад, експлуатаційні витрати).

Кінцева мета комплексної оптимізації – забезпечення найменших витрат відповідних ресурсів на одиницю обсягу виконаної роботи при високій продуктивності і необхідній якості технологічного процесу.

Комплексне вирішення задачі ресурсозбереження неможливе на базі будь-якої загальної математичної моделі з єдиним критерієм оптимальності. Найбільш ефективним науковим методом розв'язання подібних складних задач являється багаторівневий системний підхід. Основна проблема такого підходу заключається в науковому обґрунтуванні рівнів оптимізації і пов'язаними з ними критеріями, які в комплексі забезпечують найменші витрати всіх основних ресурсів, необхідних для роботи агрегату.

**Перший рівень** ресурсозбереження (оптимізації) передбачає вибір відповідної технології вирощування сільськогосподарської культури в заданих умовах. Із усіх можливих варіантів технологій вибирають ту, яка якомога повніше відповідає вимогам економії ресурсів, пов'язаних з роботою МА. На початковому рівні, доки ще невідомий склад конкретних агрегатів, можуть бути вибрані лише енергоощадливі принципи впливу робочих органів на матеріал, який піддається обробітку.

Критерієм ресурсозбереження являється мінімум сумарних технологічних енерговитрат в розрахунку на одиницю, запланованого по даній технології, врожаю.

Основними результатами оптимізації являються число операцій по вибраній технології і запланована урожайність.

**Другий рівень** ресурсозбереження передбачає обґрунтування оптимального узагальненого параметру чистої продуктивності агрегату, або потужності, для кожної операції по мінімуму будь-яких експлуатаційних витрат (прямих, приведених, інтегральних і т. ін.), найбільш важливіших для заданих умов.

По одержаному, в результаті оптимізації, значенню потужності вибирають конкретну марку енергомашини.

**Третій рівень** ресурсозбереження передбачає обґрунтування енергоощадливого режиму робочого ходу агрегату в процесі оптимізації відповідних параметрів (робочої швидкості, ширини захвату, маси вантажу, який транспортується).

Основний критерій ресурсозбереження відповідає мінімуму питомих енерговитрат при робочому ході агрегату. Еквівалентним критерієм для агрегатів з двигуном внутрішнього згоряння являється мінімум питомих витрат палива при виконанні робочого ходу.

Окрім обґрунтування оптимальних параметрів на третьому рівні вирішується також цілий ряд допоміжних задач. Основні із них такі: обґрунтування оптимальної маси і відповідної енергонасиченості мобільних агрегатів; оптимальне баластування тракторів і других енергомашин; оптимальне використання довантажувачів (типу ГЗВ) на тракторах; оптимальне перерозподілення потужності по каналам ВВП і тяги для польових агрегатів; оптимальне узгодження комплексів машин по ширині захвату і по загальній технологічній колії; обґрунтування оптимальної ширини захвату робочих машин для агрегування з різними енергомашинами; розрахунок агрегатів з оперативно змінними параметрами і др.

На третьому рівні завершується процес комплектування ресурсозберігаючих агрегатів з обґрунтуванням їх робочих швидкостей.

**Четвертий рівень** ресурсозбереження передбачає оптимізацію режимів функціонування складених агрегатів.

Основним критерієм оптимізації являється мінімум витрат палива при виконанні холостого ходу, при зупинках агрегату для виконання допоміжних операцій.

Додатковим критерієм ресурсозбереження може бути мінімум втрат часу, який витрачається на холостий хід МА і час на виконання допоміжних операцій.



Головні вихідні результати на даному рівні – оптимальна ширина загінки і швидкість руху при виконанні холостого ходу.

**П'ятий рівень** ресурсозбереження – узагальнюючий. Він передбачає обґрунтування оптимальних режимів технологічного і технічного обслуговування агрегатів в процесі роботи. При організації обслуговування основна задача ресурсозбереження полягає у визначенні оптимальних кількісних співвідношень між основними і обслуговуючими агрегатами з метою мінімізації втрат від простою при обопільному очікуванні.

Критерій оптимальності – сумарні втрати від простою при обопільному очікуванні основних і допоміжних обслуговуючих агрегатів.

Результат оптимізації – оптимальне число основних і обслуговуючих агрегатів.

Таким чином, одержані на верхніх чотирьох рівнях результати ресурсозбереження, за рахунок оптимізації складу і режимів роботи окремих агрегатів, доповнюється на п'ятому рівні економією грошових коштів внаслідок оптимізації взаємопов'язаної роботи основних і обслуговуючих агрегатів.

#### **6.4. Напрямки зниження експлуатаційних витрат на роботу агрегатів**

Одним із напрямків зменшення витрат, при рівних інших умовах, являється збільшення продуктивності.

Другий важливий напрямок – вибір оптимальних параметрів і режимів роботи агрегатів по критеріям ресурсозбереження.

Експлуатаційні витрати можна суттєво знизити за рахунок збільшення загрузки тракторів за рік, росту урожайності сільськогосподарських культур і інших заходів по організації роботи. Важливо підкреслити, що любі недоліки в організації праці механізаторів негативно відбиваються на експлуатаційних витратах агрегатів.



Таблиця 6.7 – Техніко – економічні характеристики енергетичних засобів

Таблиця 6.7.1 – Трактори

| Марка      | Номинальне тягове зусилля, кН | Ефективна потужність двигуна, кВт | Питома витрата палива, г/кВт год | Вага, кН | Світова ціна, \$ | Нормативне річне завантаження, год | Норма відрахувань, % |                       |                         |
|------------|-------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------|------------------|------------------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|
|            |                               |                                   |                                  |          |                  |                                    | на відновлення       | на капітальний ремонт | на поточний ремонт і ТО |
| 1          | 2                             | 3                                 | 4                                | 5        | 6                | 7                                  | 8                    | 9                     | 10                      |
| К-701      | 65                            | 220                               | 245                              | 130      | 66489            | 1500                               | 10                   | 7                     | 7,6                     |
| К-700А     | 60                            | 158                               | 245                              | 123      | 66000            | 1500                               | 10                   | 7                     | 14,5                    |
| К-701М     | 50                            | 246                               | 250                              | 136      | 70000            | 1500                               | 8,3                  | 5                     | 8                       |
| Т-150      | 37                            | 110                               | 252                              | 73,3     | 25600            | 1350                               | 10                   | 7                     | 9,1                     |
| Т-150К     | 33                            | 121                               | 252                              | 77,5     | 27659            | 1600                               | 10                   | 7                     | 6                       |
| Т-151К-08  | 36                            | 132                               | 230                              | 75       | 30800            | 1600                               | 8,3                  | 5                     | 8                       |
| ХТЗ-120    | 30                            | 107                               | 240                              | 72       | 17000            | 1600                               | 8,3                  | 5                     | 8                       |
| ХТЗ-170-21 | 35                            | 125                               | 200                              | 90,6     | 30000            | 1600                               | 8,3                  | 5                     | 8                       |

Продовження таблиці 6.7.1

| 1        | 2   | 3   | 4   | 5    | 6      | 7    | 8    | 9   | 10   |
|----------|-----|-----|-----|------|--------|------|------|-----|------|
| ХТЗ-200  | 40  | 147 | 240 | 88   | 20000  | 1350 | 8,3  | 5   | 8    |
| ХТЗ-2511 | 9   | 29  | 240 | 15,8 | 8000   | 1300 | 8,3  | 5   | 8    |
| ДТ-75М   | 31  | 66  | 252 | 64,2 | 21276  | 1350 | 12,5 | 6   | 13,3 |
| ДТ-175С  | 38  | 125 | 245 | 74,5 | 18800  | 1350 | 10   | 7   | 9,1  |
| Т-74     | 30  | 55  | 265 | 57   | 7600   | 1350 | 12,5 | 6   | 13,3 |
| Т-70С    | 23  | 51  | 252 | 49,3 | 8450   | 1000 | 12,5 | 4   | 7,7  |
| ЮМЗ-6Л   | 14  | 44  | 252 | 33,8 | 12100  | 1600 | 10   | 5   | 12,7 |
| ЮМЗ-650  | 14  | 44  | 230 | 44   | 12100  | 1600 | 8,3  | 5   | 8    |
| ЮМЗ-652  | 14  | 44  | 230 | 45   | 12900  | 1600 | 8,3  | 5   | 8    |
| МТЗ-80   | 14  | 59  | 252 | 39,2 | 12700  | 1600 | 10   | 5   | 8    |
| МТЗ-82   | 14  | 59  | 252 | 35   | 13191  | 1600 | 10   | 5   | 8    |
| МТЗ-100  | 15  | 74  | 245 | 42,9 | 14000  | 1600 | 10   | 5   | 8    |
| МТЗ-102  | 15  | 74  | 245 | 44,5 | 14600  | 1600 | 10   | 5   | 8    |
| ЛТЗ-155  | 25  | 110 | 240 | 56   | 20000  | 1600 | 8,3  | 5   | 8    |
| Т-30     | 6   | 22  | 258 | 24,5 | 7800   | 1000 | 10   | 5   | 8    |
| Т-25А    | 6   | 18  | 258 | 19,8 | 6500   | 100  | 14,3 | 2,7 | 1,4  |
| Т-16М    | 6   | 15  | 258 | 16,4 | 5800   | 1000 | 14,3 | 2,7 | 1,4  |
| Ч-95Е    | 100 | 300 | 200 | 160  | 183000 | 1350 | 6,7  | 7   | 6    |
| Ч-85Е    | 90  | 275 | 200 | 153  | 175000 | 1350 | 6,7  | 7   | 6    |

## Продовження таблиці 6.7.1

| 1                    | 2    | 3   | 4   | 5    | 6      | 7    | 8    | 9 | 10   |
|----------------------|------|-----|-----|------|--------|------|------|---|------|
| Ч-75Е                | 80   | 250 | 200 | 151  | 165000 | 1350 | 6,7  | 7 | 6    |
| Ч-65Е                | 70   | 227 | 200 | 149  | 160000 | 1350 | 6,7  | 7 | 6    |
| Ч-55                 | 60   | 210 | 200 | 113  | 150000 | 1350 | 6,7  | 7 | 6    |
| Ч-45                 | 50   | 178 | 200 | 102  | 143000 | 1350 | 6,7  | 7 | 6    |
| Ч-35                 | 43   | 162 | 200 | 100  | 140000 | 1350 | 6,7  | 7 | 6    |
| John Deere 8400      | 60   | 177 | 200 | 84   | 150000 | 1500 | 6,7  | 7 | 6    |
| John Deere 8100      | 40   | 136 | 200 | 90   | 135000 | 1500 | 6,7  | 7 | 6    |
| John Deere 7810      | 27   | 110 | 200 | 53   | 133000 | 1500 | 6,7  | 7 | 6    |
| John Deere 7610      | 20   | 96  | 200 | 45,5 | 132000 | 1600 | 6,7  | 7 | 6    |
| Massey Ferguson 6120 | 15   | 59  | 200 | 40,1 | 47000  | 1600 | 6,7  | 7 | 6    |
| Massey Ferguson 6130 | 16   | 63  | 200 | 41,3 | 47900  | 1600 | 6,7  | 7 | 6    |
| Massey Ferguson 6150 | 18   | 70  | 200 | 41,7 | 48700  | 1600 | 6,7  | 7 | 6    |
| Massey Ferguson 6160 | 18   | 74  | 200 | 44,1 | 49500  | 1600 | 6,7  | 7 | 6    |
| Massey Ferguson 6170 | 18,5 | 78  | 200 | 44,6 | 50000  | 1600 | 6,7  | 7 | 6    |
| Massey Ferguson 6180 | 19   | 88  | 200 | 44,8 | 51000  | 1600 | 6,7  | 7 | 6    |
| Massey Ferguson 9240 | 45   | 176 | 200 | 120  | 145000 | 1500 | 6,7  | 7 | 6    |
| Борекс ПНБВ –1,6     | 14   | 44  | 252 | 77,6 | 18085  | 1000 | 12,5 | 8 | 12,7 |
| Б-220                | 6    | 16  | 230 | 13,8 | 8200   | 1300 | 8,3  | 5 | 8    |

|        |    |    |     |    |       |      |     |   |   |
|--------|----|----|-----|----|-------|------|-----|---|---|
| Б-550Е | 14 | 42 | 230 | 36 | 11700 | 1600 | 8,3 | 5 | 8 |
|--------|----|----|-----|----|-------|------|-----|---|---|

Продовження таблиці 6.7.1

| 1         | 2    | 3   | 4   | 5    | 6     | 7    | 8    | 9   | 10   |
|-----------|------|-----|-----|------|-------|------|------|-----|------|
| Б-552Е    | 15   | 42  | 230 | 33   | 12400 | 1600 | 8,3  | 5   | 8    |
| Б-570     | 14   | 46  | 230 | 36,5 | 12500 | 1600 | 8,3  | 5   | 8    |
| Б-572     | 15   | 46  | 230 | 38,5 | 13000 | 1600 | 8,3  | 5   | 8    |
| Б-800     | 15   | 60  | 230 | 37   | 13500 | 1600 | 8,3  | 5   | 8    |
| Б-820     | 16   | 60  | 230 | 39   | 14100 | 1600 | 8,3  | 5   | 8    |
| Б-950     | 17   | 65  | 230 | 37   | 14500 | 1600 | 8,3  | 5   | 8    |
| Б-952     | 18   | 65  | 230 | 39,2 | 15100 | 1600 | 8,3  | 5   | 8    |
| Б-1005    | 18,5 | 77  | 230 | 41   | 15200 | 1600 | 8,3  | 5   | 8    |
| Б-1025    | 19   | 77  | 230 | 43   | 16100 | 1600 | 8,3  | 5   | 8    |
| Б-1221    | 20   | 96  | 230 | 46,4 | 17600 | 1600 | 8,3  | 5   | 8    |
| УЭС-2-250 | 60   | 184 | 250 | 67   | 83240 | 600  | 10   | 3,5 | 6,5  |
| ПЭА-1,0   | 14   | 44  | 252 | 78,6 | 19947 | 1000 | 12,5 | 8   | 12,7 |
| ВТ-200    | 30   | 103 | 240 | 68,6 | 23000 | 1350 | 8,3  | 5   | 8    |
| ЭО-2621   | 30   | 48  | 252 | 130  | 65000 | 1000 | 12,5 | 8   | 12,7 |

Таблиця 6.7.2 – Автомобілі

| Марка        | Вантажопідйомність,<br>т | Ефективна потужність<br>двигуна, кВт | Питома витрата<br>палива, кг/км пробігу | Вага, кН | Світова ціна, \$ | Нормативне річне<br>завантаження, год | Норма відрахувань, % |                          |                            |
|--------------|--------------------------|--------------------------------------|---|----------|------------------|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------------|
|              |                          |                                      |   |          |                  |                                       | на відновлення       | на капітальний<br>ремонт | на поточний<br>ремонт і ТО |
| 1            | 2                        | 3                                    | 4                                       | 5        | 6                | 7                                     | 8                    | 9                        | 10                         |
| ГАЗ-53А      | 4                        | 85                                   | 295                                     | 33,2     | 9682             | 1840                                  | 0,3                  | 0,2                      | 18,3                       |
| ЗИЛ-130      | 5                        | 110                                  | 260                                     | 43,7     | 14717            | 1840                                  | 0,3                  | 0,2                      | 20,4                       |
| КАМАЗ-5320   | 8                        | 154                                  | 350                                     | 71,8     | 23809            | 1840                                  | 0,3                  | 0,2                      | 49,9                       |
| ГАЗ-53 ТЯГ   | 0                        | 85                                   | 295                                     | 31,5     | 13900            | 1300                                  | 0,3                  | 0,2                      | 18,3                       |
| ЗИЛ-130В1    | 0                        | 110                                  | 350                                     | 39,3     | 14000            | 1300                                  | 0,3                  | 0,2                      | 20,4                       |
| КАМАЗ-608В   | 0                        | 110                                  | 420                                     | 41,7     | 14500            | 1300                                  | 0,3                  | 0,2                      | 26,6                       |
| КАМАЗ-5410   | 0                        | 154                                  | 350                                     | 71,8     | 49000            | 1300                                  | 0,3                  | 0,2                      | 49,9                       |
| САЗ-3502     | 3                        | 85                                   | 285                                     | 44,7     | 8200             | 1840                                  | 0,3                  | 0,2                      | 16,1                       |
| САЗ-3507     | 4                        | 85                                   | 240                                     | 38,2     | 7800             | 1840                                  | 0,3                  | 0,2                      | 15,2                       |
| ЗИЛ-4502     | 5                        | 110                                  | 280                                     | 48,5     | 18000            | 1840                                  | 0,3                  | 0,2                      | 22,1                       |
| КАЗ-4540     | 6                        | 118                                  | 240                                     | 53       | 17500            | 1840                                  | 0,3                  | 0,2                      | 26,6                       |
| КАМАЗ 355102 | 7                        | 154                                  | 450                                     | 86,3     | 25000            | 1840                                  | 0,3                  | 0,2                      | 49,9                       |

Таблиця 6.7.3 – Комбайни зернозбиральні

| Марка      | Пропускна здатність, кг/с | Ефективна потужність двигуна, кВт | Питома витрата палива, г/кВт год | Вага, кН | Світова ціна, \$ | Нормативне річне завантаження, год | Норма відрахувань, % |                       |                         |
|------------|---------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------|------------------|------------------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|
|            |                           |                                   |                                  |          |                  |                                    | на відновлення       | на капітальний ремонт | на поточний ремонт і ТО |
| 1          | 2                         | 3                                 | 4                                | 5        | 6                | 7                                  | 8                    | 9                     | 10                      |
| СК-5М      | 5                         | 88                                | 265                              | 75,5     | 42553            | 120                                | 11,1                 | 3,5                   | 6,5                     |
| СК-6А      | 5                         | 110                               | 252                              | 92,5     | 46300            | 120                                | 11,1                 | 3,5                   | 6,5                     |
| ДОН-1200   | 7                         | 125                               | 224                              | 117,7    | 110000           | 120                                | 11,1                 | 3,5                   | 6,5                     |
| ДОН-1500   | 8                         | 162                               | 224                              | 127,5    | 86702            | 120                                | 11,1                 | 3,5                   | 6,5                     |
| ДОН-1500Б  | 9                         | 165                               | 240                              | 131,1    | 86700            | 170                                | 10                   | 3,5                   | 6,5                     |
| ДОН-2600   | 10                        | 206                               | 240                              | 135      | 95800            | 170                                | 10                   | 3,5                   | 6,5                     |
| КЗС-9      | 9                         | 184                               | 250                              | 120      | 125000           | 170                                | 10                   | 3,5                   | 6,5                     |
| КЗСР-9     | 10                        | 205                               | 250                              | 155      | 130000           | 170                                | 10                   | 3,5                   | 6,5                     |
| ЛАН        | 8                         | 147                               | 250                              | 110      | 125000           | 170                                | 10                   | 3,5                   | 6,5                     |
| СК-10      | 10                        | 195                               | 224                              | 125      | 96000            | 170                                | 11,1                 | 3,5                   | 6,5                     |
| John Deere | 8                         | 175                               | 200                              | 103,9    | 195000           | 120                                | 7,7                  | 3,5                   | 5,5                     |
| Bizon Z110 | 7                         | 132                               | 200                              | 95,6     | 130000           | 170                                | 7,7                  | 3,5                   | 5,5                     |

Таблиця 6.7.4 – Комбайни самохідні для збирання технічних і зернових культур



| Марка              | Пропускна здатність,<br>кг/с | Ефективна потужність<br>двигуна, кВт | Питомі витрати<br>палива, г/кВт год | Вага, кН | Світова ціна, \$ | Нормативне річне<br>завантаження, год. | Норма відрахувань,<br>% |                          |                            |
|--------------------|------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|----------|------------------|--|-------------------------|--------------------------|----------------------------|
|                    |                              |                                      |                                     |          |                  |  | на відновлення          | на капітальний<br>ремонт | на поточний<br>ремонт і ТО |
| 1                  | 2                            | 3                                    | 4                                   | 5        | 6                | 7                                      | 8                       | 9                        | 10                         |
| LEXION405          | 7                            | 125                                  | 200                                 | 110      | 185000           | 170                                    | 7,7                     | 3,5                      | 5,5                        |
| LEXION420          | 8                            | 161                                  | 200                                 | 118      | 190000           | 170                                    | 7,7                     | 3,5                      | 5,5                        |
| LEXION450          | 9                            | 202                                  | 200                                 | 130      | 220000           | 170                                    | 7,7                     | 3,5                      | 5,5                        |
| LEXION480          | 10                           | 276                                  | 200                                 | 140      | 240000           | 170                                    | 7,7                     | 3,5                      | 5,5                        |
| Massey Ferguson 22 | 5                            | 64                                   | 200                                 | 57       | 200000           | 170                                    | 7,7                     | 3,5                      | 5,5                        |
| Massey Ferguson 25 | 7                            | 88                                   | 200                                 | 64       | 225000           | 170                                    | 7,7                     | 3,5                      | 5,5                        |
| Massey Ferguson 28 | 8                            | 136                                  | 200                                 | 75       | 245000           | 170                                    | 7,7                     | 3,5                      | 5,5                        |
| Massey Ferguson 34 | 9                            | 147                                  | 200                                 | 101      | 260000           | 170                                    | 7,7                     | 3,5                      | 5,5                        |
| Ферм.              | 3                            | 62                                   | 240                                 | 45       | 13500            | 170                                    | 10                      | 3,5                      | 6,5                        |
| М-4040             | 6                            | 110                                  | 200                                 | 78       | 170000           | 170                                    | 7,7                     | 3,5                      | 5,5                        |
| М-4060             | 7                            | 125                                  | 200                                 | 83       | 180000           | 170                                    | 7,7                     | 3,5                      | 5,5                        |

Продовження таблиці 6.7.4

| 1               | 2  | 3   | 4   | 5     | 6      | 7   | 8    | 9   | 10  |
|-----------------|----|-----|-----|-------|--------|-----|------|-----|-----|
| М-4075Н         | 8  | 164 | 200 | 93    | 185000 | 170 | 7,7  | 3,5 | 5,5 |
| М-4080НТС       | 9  | 202 | 200 | 96    | 200000 | 170 | 7,7  | 3,5 | 5,5 |
| М-4120НТСV      | 10 | 300 | 200 | 140   | 220000 | 170 | 7,7  | 3,5 | 5,5 |
| Е-301           | 25 | 40  | 252 | 45    | 46000  | 120 | 12,5 | 3,5 | 6,5 |
| Е-302           | 27 | 48  | 238 | 55    | 47000  | 120 | 12,5 | 3,5 | 6,5 |
| Е-281           | 25 | 125 | 238 | 76    | 77400  | 100 | 12,5 | 3,5 | 6,3 |
| Е-282           | 27 | 147 | 224 | 79    | 78000  | 100 | 12,5 | 3,5 | 6,4 |
| Е-304           | 35 | 40  | 200 | 35    | 50000  | 200 | 8,3  | 3,5 | 5,5 |
| Ягуар 820       | 40 | 228 | 200 | 93    | 208650 | 500 | 8,3  | 3,5 | 5,5 |
| Ягуар 840       | 45 | 265 | 200 | 96    | 229500 | 500 | 8,3  | 3,5 | 5,5 |
| Ягуар 860       | 50 | 305 | 200 | 102   | 260800 | 500 | 8,3  | 3,5 | 5,5 |
| Ягуар 880       | 55 | 354 | 200 | 102   | 292000 | 500 | 8,3  | 3,5 | 5,5 |
| Марал 150       | 35 | 153 | 200 | 57    | 104300 | 500 | 8,3  | 3,5 | 5,5 |
| Марал 190 + А84 | 38 | 188 | 200 | 64    | 156500 | 500 | 8,3  | 3,5 | 5,5 |
| КСК-100А        | 30 | 147 | 224 | 78    | 29700  | 100 | 12,5 | 3,5 | 6,5 |
| КСКУ-6А         | 20 | 154 | 224 | 122,8 | 35416  | 130 | 12,5 | 3,5 | 6,5 |
| Case 1640       | 7  | 132 | 200 | 84    | 200000 | 170 | 7,7  | 3,5 | 5,5 |
| Case 1680       | 9  | 191 | 200 | 105   | 230000 | 170 | 7,7  | 3,5 | 5,5 |
| Z-2254          | 7  | 132 | 200 | 104   | 225000 | 170 | 7,7  | 3,5 | 5,5 |

|        |   |     |     |     |        |     |     |     |     |
|--------|---|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-----|-----|
| Z-2258 | 8 | 173 | 200 | 111 | 240000 | 170 | 7,7 | 3,5 | 5,5 |
|--------|---|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-----|-----|

Продовження таблиці 6.7.4

| 1       | 2   | 3   | 4   | 5   | 6      | 7   | 8    | 9   | 10  |
|---------|-----|-----|-----|-----|--------|-----|------|-----|-----|
| Z-2264  | 8   | 184 | 200 | 118 | 250000 | 170 | 7,7  | 3,5 | 5,5 |
| Z-2266  | 9   | 199 | 200 | 120 | 255000 | 170 | 7,7  | 3,5 | 5,5 |
| Полісся | 25  | 174 | 224 | 120 | 64489  | 100 | 12,5 | 3,5 | 6,4 |
| РКС-6   | 300 | 118 | 224 | 83  | 40000  | 180 | 12,5 | 3,5 | 6,5 |
| КС-6Б   | 360 | 110 | 252 | 91  | 37000  | 180 | 12,5 | 3,5 | 6,5 |
| КСК-4-1 | 20  | 110 | 252 | 119 | 47000  | 150 | 12,5 | 3,5 | 6,5 |

Таблиця 6.7.5 – Комбайни спеціальні причіпні і начіпні

| Марка    | Пропускна здатність, кг/с | Вага, кН | Світова ціна, \$ | Потужність на ВВП, кВт | Нормативне річне завантаження, год. | Норма відрахувань, % |                         |
|----------|---------------------------|----------|------------------|------------------------|-------------------------------------|----------------------|-------------------------|
|          |                           |          |                  |                        |                                     | на амортизацію       | на поточний ремонт і ТО |
| 1        | 2                         | 3        | 4                | 5                      | 6                                   | 7                    | 8                       |
| КПКУ-75К | 20                        | 52       | 18312            | 3,5                    | 200                                 | 14,2                 | 7                       |
| КПКУ-75Т | 10                        | 52       | 17812            | 3,5                    | 200                                 | 14,2                 | 7                       |
| КПКУ-75П | 8                         | 52       | 17312            | 3,5                    | 200                                 | 14,2                 | 6                       |

|          |   |    |       |     |     |      |   |
|----------|---|----|-------|-----|-----|------|---|
| КПИ-2,4К | 9 | 41 | 15425 | 3,5 | 200 | 14,2 | 6 |
|----------|---|----|-------|-----|-----|------|---|

Продовження таблиці 6.7.5

| 1         | 2  | 3    | 4     | 5    | 6   | 7    | 8 |
|-----------|----|------|-------|------|-----|------|---|
| КПИ-2,4Т  | 6  | 41   | 15000 | 3,5  | 200 | 14,2 | 7 |
| КПИ-2,4П  | 6  | 41   | 15300 | 3,5  | 200 | 14,2 | 7 |
| КСС-2,6А  | 23 | 38   | 4700  | 3,5  | 200 | 14,2 | 7 |
| КС-1,8    | 15 | 24   | 3600  | 3,5  | 200 | 14,2 | 7 |
| ПС-1,6    | 4  | 24   | 4505  | 9,5  | 150 | 16,6 | 8 |
| ПРП-1,6   | 6  | 20   | 4816  | 2,5  | 350 | 16,6 | 8 |
| ПК-1,6А   | 3  | 24   | 3787  | 3,8  | 150 | 16,6 | 8 |
| СПТ-60    | 5  | 65   | 9023  | 4,4  | 120 | 16,6 | 8 |
| ППЛ-Ф-1,6 | 4  | 23   | 6638  | 11   | 150 | 16,6 | 8 |
| К-454     | 4  | 26,2 | 14000 | 10,2 | 150 | 16,6 | 8 |
| КПК-3000К | 10 | 12,5 | 8000  | 2,5  | 200 | 10   | 6 |
| КПК-3000Т | 13 | 12   | 8000  | 2,5  | 200 | 10   | 6 |
| КПК-3000П | 10 | 6,3  | 8000  | 2,5  | 200 | 10   | 6 |
| КПК-3000Г | 25 | 12,5 | 8000  | 2,5  | 200 | 10   | 6 |
| КДП-3000К | 16 | 29   | 36300 | 2,5  | 200 | 10   | 6 |
| КДП-3000Т | 11 | 26   | 36300 | 2,5  | 200 | 10   | 6 |
| КДП-3000П | 8  | 24   | 36000 | 2,5  | 200 | 10   | 6 |

|           |     |      |       |     |     |    |   |
|-----------|-----|------|-------|-----|-----|----|---|
| КПИ-Ф-30К | 3   | 27   | 21620 | 3,5 | 200 | 10 | 6 |
| КПИ-Ф-30Т | 3,4 | 25,5 | 21620 | 3,5 | 200 | 10 | 6 |
| КПИ-Ф-30П | 3,4 | 23,3 | 21620 | 3,5 | 200 | 10 | 6 |

Таблиця 6.7.6 – Машини тягово-привідні

| Марка    | Ширина захвату, м | Вага, кН | Світова ціна, \$ | Потужність на ВВП,<br>кВт | Нормативне річне<br>завантаження, год. | Норма відрахувань,<br>% |                            |
|----------|-------------------|----------|------------------|---------------------------|--|-------------------------|----------------------------|
|          |                   |          |                  |                           |  | на<br>амортизацію       | на поточний<br>ремонт і ТО |
| 1        | 2                 | 3        | 4                | 5                         | 6                                      | 7                       | 8                          |
| КСМТ-4   | 2,8               | 23       | 3550             | 4,5                       | 140                                    | 14,2                    | 6                          |
| ОМ-630-2 | 16,2              | 5,5      | 1500             | 6                         | 500                                    | 20                      | 13                         |
| КСМ-4А   | 2,8               | 21       | 3630             | 4,4                       | 140                                    | 14,2                    | 6                          |
| КСМ-6А   | 4,2               | 23       | 4500             | 5,8                       | 140                                    | 14,2                    | 6                          |
| СН-4Б-1  | 2,8               | 10,1     | 2543             | 3,6                       | 140                                    | 14,2                    | 6                          |
| САЯ-4    | 2,8               | 13,8     | 3650             | 4,4                       | 140                                    | 14,2                    | 6                          |
| ИСУ-4    | 6                 | 3,4      | 149              | 3,3                       | 210                                    | 20                      | 18                         |
| АБА-0,5  | 4,2               | 12       | 4090             | 7,3                       | 210                                    | 20                      | 14                         |

|         |     |      |      |      |     |      |    |
|---------|-----|------|------|------|-----|------|----|
| АША-2   | 8,4 | 21   | 5400 | 11   | 210 | 20   | 14 |
| РУН-15Б | 25  | 21,4 | 2600 | 22   | 450 | 20   | 11 |
| ЖШН-6   | 6   | 11,5 | 2560 | 11   | 90  | 16,6 | 12 |
| ЖВ-15   | 15  | 33,5 | 4700 | 19,8 | 90  | 16,6 | 12 |

Продовження таблиці 6.7.6

| 1         | 2   | 3    | 4     | 5    | 6   | 7    | 8   |
|-----------|-----|------|-------|------|-----|------|-----|
| ЖВР-10А   | 10  | 19,5 | 3325  | 16,1 | 90  | 16,6 | 9   |
| ЖНС-6-12  | 6   | 14   | 2600  | 11,7 | 90  | 16,6 | 9   |
| ЖАН-6А    | 6   | 11,7 | 2021  | 11   | 90  | 16,6 | 9   |
| ЖВС-6     | 6   | 14   | 2272  | 11   | 90  | 16,6 | 9   |
| ЖРБ-4,2А  | 4,2 | 11,6 | 2659  | 8    | 90  | 16,6 | 9   |
| ПУН-5     | 0,1 | 9,2  | 100   | 11   | 160 | 16,6 | 9   |
| ПУН-6     | 0,1 | 10,2 | 110   | 14,7 | 600 | 16,6 | 9   |
| Копнувач  | 0,1 | 8,6  | 80    | 0    | 160 | 12,5 | 6,5 |
| ПВ-6,0    | 5   | 16   | 3000  | 18,3 | 330 | 16,6 | 8   |
| БМ-6А     | 2,7 | 35,3 | 7700  | 20,5 | 180 | 16,6 | 10  |
| ЖКС-6Б    | 2,7 | 0    | 0     | 26,4 | 180 | 16,6 | 10  |
| МКК-6     | 2,7 | 53   | 14027 | 22   | 180 | 16,6 | 10  |
| ККП-3     | 2,1 | 50,5 | 11895 | 51,4 | 200 | 16,6 | 4   |
| Ж-КСК-4-1 | 2,8 | 0    | 0     | 25,7 | 230 | 16,6 | 10  |
| ККУ-2А    | 1,4 | 47,5 | 11055 | 20,5 | 230 | 16,6 | 10  |

|        |     |     |       |      |     |      |    |
|--------|-----|-----|-------|------|-----|------|----|
| КПК-3  | 2,1 | 59  | 14800 | 30,8 | 230 | 16,6 | 10 |
| Е-686  | 2,1 | 72  | 9340  | 25,7 | 280 | 14,2 | 10 |
| ЛКВ-4А | 1,5 | 21  | 4720  | 19,8 | 100 | 14,2 | 7  |
| ЛК-4А  | 1,5 | 19  | 3885  | 16,1 | 100 | 14,2 | 7  |
| ПТН-1  | 1,5 | 5,2 | 1400  | 6,6  | 140 | 14,2 | 7  |

Продовження таблиці 6.7.6

| 1         | 2   | 3    | 4    | 5    | 6   | 7    | 8  |
|-----------|-----|------|------|------|-----|------|----|
| ОСН-1А    | 1,5 | 3,6  | 750  | 3,6  | 180 | 14,2 | 7  |
| КСТ-1,4А  | 1,4 | 11,5 | 2337 | 8,8  | 230 | 16,6 | 15 |
| КП-Ф-6,0  | 6   | 12   | 2100 | 11   | 200 | 20   | 9  |
| КД-Ф-4,0  | 4   | 6,7  | 705  | 8,8  | 200 | 20   | 9  |
| КС-2,1Б   | 2,1 | 2,5  | 350  | 3,6  | 200 | 20   | 9  |
| КРН-2,1А  | 2,1 | 4,2  | 1440 | 14,7 | 200 | 20   | 9  |
| КПРН-3,0А | 3   | 12,1 | 2428 | 18,3 | 200 | 20   | 9  |
| КИР-1,5Б  | 1,5 | 22   | 3073 | 16,1 | 450 | 14,2 | 7  |
| ГУТ-2,5А  | 5   | 22   | 4022 | 5,8  | 380 | 16,6 | 8  |
| ОПШ-15-03 | 15  | 6    | 1200 | 5,3  | 320 | 20   | 11 |
| ОШУ-50А   | 50  | 2,3  | 705  | 6,4  | 320 | 20   | 11 |
| ОН-400    | 12  | 3,2  | 1634 | 5,8  | 320 | 20   | 11 |
| ОВТ-18    | 35  | 9,1  | 1892 | 22   | 320 | 20   | 11 |
| ПОУ       | 15  | 6    | 1200 | 3,6  | 550 | 20   | 13 |

|           |      |      |      |      |     |      |    |
|-----------|------|------|------|------|-----|------|----|
| ПОМ-630   | 16,2 | 13,6 | 1715 | 4,4  | 500 | 20   | 13 |
| ПОМ-630-1 | 16,2 | 13,6 | 1715 | 4,4  | 500 | 20   | 13 |
| ПКН-1500  | 0,1  | 13,2 | 2000 | 18,3 | 160 | 16,6 | 9  |
| ППС-3     | 1,5  | 12   | 8700 | 6,6  | 140 | 13,2 | 7  |
| КРС-2,0   | 2    | 4,3  | 1350 | 13,2 | 200 | 20   | 9  |
| КФО-4,2   | 4,2  | 16,6 | 3590 | 8    | 280 | 14,2 | 6  |

Продовження таблиці 6.7.6

| 1         | 2    | 3    | 4    | 5    | 6   | 7    | 8   |
|-----------|------|------|------|------|-----|------|-----|
| ОП-2000-2 | 21,6 | 15,5 | 6425 | 13   | 320 | 20   | 11  |
| ОМ-630-2  | 16,2 | 5,5  | 2775 | 8,8  | 320 | 20   | 11  |
| ОПШ-15-01 | 16,2 | 9,2  | 3200 | 11   | 320 | 20   | 11  |
| ЖВП-6А    | 6    | 16,8 | 2700 | 11   | 90  | 12,5 | 9   |
| Ж-РКМ-6   | 2,7  | 0    | 0    | 26,4 | 300 | 16,6 | 10  |
| КВФ-2,8   | 2,8  | 1,2  | 1622 | 0    | 230 | 14,2 | 9   |
| КФ-2,7    | 2,7  | 10   | 1405 | 12   | 270 | 14,2 | 9   |
| 6,1К      | 5,6  | 19   | 2757 | 20   | 350 | 14,2 | 9   |
| СЗПЦ-12   | 12   | 51,6 | 9730 | 15   | 160 | 11,1 | 4,5 |
| СЗПЦ-6    | 6    | 43   | 5135 | 9    | 160 | 11,1 | 4,5 |
| КС-4      | 2,8  | 24   | 3576 | 8    | 140 | 12,5 | 6   |
| КС2       | 1,4  | 13   | 1946 | 4    | 140 | 12,5 | 6   |
| КФМ-2,8   | 2,8  | 11   | 1514 | 15   | 280 | 14,2 | 9   |



|         |     |    |       |    |     |      |    |
|---------|-----|----|-------|----|-----|------|----|
| КІР-6   | 6   | 17 | 15050 | 45 | 200 | 14,2 | 6  |
| КІР-1,2 | 1,2 | 12 | 2703  | 15 | 450 | 14,2 | 7  |
| МІБ-2,7 | 2,7 | 28 | 7108  | 20 | 180 | 14,2 | 10 |
| МКР-2-3 | 1,4 | 23 | 5405  | 25 | 180 | 14,2 | 10 |
| МБІ-6   | 2,7 | 35 | 9189  | 25 | 180 | 14,2 | 10 |
| КСН-6   | 2,7 | 29 | 26100 | 45 | 200 | 14,2 | 10 |
| ППК-6   | 2,7 | 26 | 21500 | 20 | 200 | 14,2 | 6  |

Продовження таблиці 6.7.6

|         |      |    |      |      |     |      |    |
|---------|------|----|------|------|-----|------|----|
| 1       | 2    | 3  | 4    | 5    | 6   | 7    | 8  |
| КФ-5,4  | 5,4  | 11 | 3200 | 13,2 | 270 | 14,2 | 9  |
| ПШ-21,6 | 21,6 | 21 | 7005 | 14,7 | 210 | 20   | 12 |

Таблиця 6.7.7 – Машини причіпні

| Марка          | Ширина захвату, м | Вага, кН | Світова ціна, \$ | Нормативне річне завантаження, год. | Норма відрахувань, % |                         |
|----------------|-------------------|----------|------------------|-------------------------------------|----------------------|-------------------------|
|                |                   |          |                  |                                     | на амортизацію       | на поточний ремонт і ТО |
| 1              | 2                 | 3        | 4                | 5                                   | 6                    | 7                       |
| Сніговалкувачі |                   |          |                  |                                     |                      |                         |

|          |     |      |      |     |      |    |
|----------|-----|------|------|-----|------|----|
| СВШ-10   | 9,4 | 32,6 | 800  | 80  | 12,5 | 14 |
| СВШ-7    | 7,2 | 28   | 680  | 80  | 12,5 | 14 |
| СВУ-2,6А | 2,6 | 8,5  | 450  | 80  | 12,5 | 14 |
| Граблі   |     |      |      |     |      |    |
| ГП-2-14А | 14  | 9,4  | 1831 | 150 | 14,2 | 7  |
| ГП-Ф-6   | 6   | 4,3  | 858  | 150 | 14,2 | 7  |
| ГВК-6,0А | 6   | 9    | 1000 | 150 | 14,2 | 7  |

Продовження таблиці 6.7.7

|          |    |     |      |     |      |   |
|----------|----|-----|------|-----|------|---|
| 1        | 2  | 3   | 4    | 5   | 6    | 7 |
| ГВР-6,0А | 6  | 14  | 1150 | 150 | 14,2 | 7 |
| Волюкуші |    |     |      |     |      |   |
| ВНК-11   | 11 | 1   | 1277 | 160 | 16,6 | 7 |
| ВТУ-10   | 11 | 1,5 | 160  | 160 | 16,6 | 7 |

Таблиця 6.7.8 – Ґрунтообробні машини

| Марка | Ширина захвату,<br>м | Вага, кН | Світова ціна, \$ | Нормативне річне<br>завантаження,<br>год. | Норма відрахувань, % |                            |
|-------|----------------------|----------|------------------|---|----------------------|----------------------------|
|       |                      |          |                  |   | на<br>амортизацію    | на поточний<br>ремонт і ТО |
|       |                      |          |                  |   |                      |                            |

| 1        | 2   | 3    | 4    | 5   | 6    | 7  |
|----------|-----|------|------|-----|------|----|
| Плуги    |     |      |      |     |      |    |
| ПТК-9-35 | 3,2 | 28   | 1730 | 240 | 12,5 | 20 |
| ПНЛ-8-40 | 3,2 | 26   | 2393 | 240 | 12,5 | 20 |
| ПЛП-6-35 | 2,5 | 12,3 | 1200 | 240 | 12,5 | 20 |
| ПЛН-5-35 | 1,8 | 8,7  | 952  | 240 | 12,5 | 20 |
| ПЛ-5-35  | 1,8 | 14   | 1024 | 240 | 12,5 | 20 |

Продовження таблиці 6.7.8

| 1          | 2   | 3    | 4    | 5   | 6    | 7  |
|------------|-----|------|------|-----|------|----|
| ПЛН-4-35   | 1,4 | 7    | 750  | 240 | 12,5 | 20 |
| ПТК-6/7-40 | 2,8 | 15   | 1637 | 240 | 12,5 | 20 |
| ПН-4-40    | 1,6 | 8,4  | 870  | 240 | 12,5 | 20 |
| ПЯ-3-35    | 1,1 | 9    | 975  | 200 | 12,5 | 20 |
| ПЛН-3-35   | 1,1 | 5,2  | 925  | 200 | 12,5 | 20 |
| ППЛ-10-25  | 2,5 | 19,6 | 1536 | 120 | 14,2 | 20 |
| ППЛ-5-25   | 1,3 | 4,5  | 1074 | 120 | 14,2 | 20 |
| ПНЯ-4-40   | 1,6 | 13   | 1440 | 480 | 12,5 | 20 |
| ПН-2-30Р   | 0,6 | 2,6  | 323  | 480 | 12,5 | 20 |
| ПП-8-35    | 2,8 | 27   | 3838 | 180 | 11,1 | 16 |
| ППО-8-40   | 3,2 | 12,4 | 2973 | 480 | 11,1 | 16 |
| ППО-6-40   | 2,4 | 10,2 | 2324 | 480 | 11,1 | 16 |

|            |     |      |      |     |      |    |
|------------|-----|------|------|-----|------|----|
| ППО-5-40   | 2   | 9,8  | 1946 | 480 | 11,1 | 16 |
| ППО-4-40   | 1,6 | 8,8  | 1459 | 480 | 11,1 | 16 |
| ПНТК-10-35 | 3,5 | 30   | 5135 | 480 | 11,1 | 16 |
| ПНЯ-4-35   | 1,4 | 8,4  | 1405 | 200 | 11,1 | 16 |
| ПНЯ-3-30   | 0,9 | 4,2  | 1081 | 200 | 11,1 | 16 |
| ПНЯ-4-42   | 1,7 | 10,5 | 1514 | 200 | 11,1 | 16 |
| ПНЯ-6-42   | 2,6 | 18,1 | 2108 | 200 | 11,1 | 16 |
| ПЛ-2-30    | 0,6 | 2,1  | 540  | 120 | 14,2 | 16 |

Продовження таблиці 6.7.8

| 1       | 2    | 3    | 4    | 5   | 6    | 7  |
|---------|------|------|------|-----|------|----|
| ПЛ-6-30 | 1,8  | 6,9  | 1576 | 120 | 14,2 | 16 |
| Зчіпки  |      |      |      |     |      |    |
| С-11У   | 14,4 | 7,8  | 470  | 220 | 14,2 | 7  |
| СГ-21М  | 22   | 16   | 2300 | 100 | 14,2 | 7  |
| СП-11А  | 11   | 8,4  | 1800 | 220 | 14,2 | 7  |
| СП-16А  | 16   | 18   | 2600 | 220 | 14,2 | 7  |
| СН-75   | 12   | 12,5 | 1850 | 220 | 14,2 | 7  |
| Борони  |      |      |      |     |      |    |
| БДТ-10  | 10   | 37   | 3550 | 200 | 14,2 | 9  |
| БДТ-7А  | 7    | 35   | 2899 | 200 | 14,2 | 9  |
| БДВ-3,0 | 3    | 21   | 1550 | 200 | 14,2 | 9  |

|            |      |      |      |     |      |    |
|------------|------|------|------|-----|------|----|
| БЗТС-1,0   | 1    | 0,44 | 29   | 110 | 16,6 | 20 |
| БЗСС-1,0   | 1    | 0,36 | 23   | 110 | 16,6 | 20 |
| ЗБНТУ-1,0  | 3    | 1,66 | 78   | 100 | 16,6 | 20 |
| ЗБП-0,6А   | 1,87 | 0,5  | 25   | 60  | 16,6 | 20 |
| ЗОР-0,7    | 2,2  | 0,4  | 24   | 120 | 16,6 | 20 |
| ШБ-2,5     | 2,5  | 1,1  | 43   | 110 | 16,6 | 5  |
| БСО+А93-4А | 4,2  | 1,6  | 154  | 60  | 16,6 | 20 |
| БИГ-3А     | 3    | 11   | 1700 | 85  | 16,6 | 20 |

Продовження таблиці 6.7.8

| 1        | 2    | 3     | 4     | 5   | 6    | 7   |
|----------|------|-------|-------|-----|------|-----|
| Сівалки  |      |       |       |     |      |     |
| СЗ-3,6А  | 3,6  | 14    | 2406  | 160 | 12,5 | 7   |
| СЗТ-3,6А | 3,6  | 23,7  | 2614  | 160 | 12,5 | 7   |
| СЗЛ-3,6  | 3,6  | 13,0  | 2647  | 160 | 12,5 | 7   |
| СЗШР-3,6 | 3,6  | 15,5  | 567   | 160 | 12,5 | 7   |
| СЗШТ-3,6 | 3,6  | 16,1  | 565   | 160 | 12,5 | 18  |
| СЗС-2,1М | 2,1  | 11,2  | 95    | 140 | 12,5 | 4,5 |
| СЗС-6    | 6,15 | 43    | 597   | 140 | 12,5 | 4,5 |
| СЗС-8    | 8    | 21    | 617   | 140 | 12,5 | 4,5 |
| СЗП-8    | 7,8  | 56,6  | 5946  | 160 | 11,1 | 4,5 |
| СЗП-16   | 16,6 | 11,35 | 10811 | 160 | 11,1 | 18  |

|         |      |      |      |     |      |     |
|---------|------|------|------|-----|------|-----|
| ЛДС-6   | 5,5  | 28,5 | 1595 | 140 | 12,5 | 18  |
| СКНК-8  | 5,6  | 11,7 | 1083 | 70  | 14   | 4,5 |
| СУПН-6А | 4,2  | 12,0 | 2622 | 70  | 14,2 | 18  |
| СКНК-6  | 4,2  | 9,9  | 575  | 70  | 14,2 | 4,5 |
| СУПН-8А | 5,6  | 12,2 | 5040 | 70  | 14,2 | 4,5 |
| СКПП-12 | 8,4  | 65   | 8712 | 70  | 14,2 | 4,5 |
| СПС-12  | 5,4  | 31,5 | 6072 | 70  | 14,2 | 4,5 |
| СПС-24  | 10,8 | 67,5 | 8770 | 70  | 14,2 | 4,5 |
| СПЧ-6ФС | 4,2  | 11   | 2622 | 70  | 14,2 | 4,5 |

Продовження таблиці 6.7.8

| 1        | 2   | 3    | 4    | 5   | 6    | 7   |
|----------|-----|------|------|-----|------|-----|
| ССТ-18Б  | 8,1 | 21   | 7596 | 50  | 14,2 | 4,5 |
| ССТ-12В  | 5,4 | 12,2 | 3996 | 50  | 14,2 | 4,5 |
| СУПН-12А | 8,4 | 21,6 | 9412 | 140 | 11,1 | 4,5 |
| СТВ-12   | 5,4 | 14,6 | 4054 | 50  | 14,2 | 4,5 |
| СУПК-12  | 5,4 | 15,4 | 4378 | 120 | 11,1 | 4,5 |
| СО-4,2   | 4,2 | 8,9  | 2311 | 50  | 14,2 | 3   |
| СУПО-9А  | 5,4 | 11,3 | 4123 | 50  | 12,5 | 3   |
| СУПО-6   | 4,2 | 8,3  | 2750 | 50  | 12,5 | 3   |
| СКН-6А   | 4,2 | 15,1 | 4956 | 50  | 14,2 | 6   |
| ППР-5,4  | 5,4 | 10,4 | 2707 | 280 | 14,2 | 6   |

| Котки      |      |      |      |     |      |   |
|------------|------|------|------|-----|------|---|
| ЗКВГ-1,4   | 4    | 18,0 | 404  | 90  | 12,5 | 5 |
| ЗККШ-6А    | 6,1  | 19,3 | 1496 | 120 | 12,5 | 5 |
| СКГ-2-2    | 5,4  | 9,8  | 350  | 80  | 12,5 | 5 |
| ККН-2,8А   | 2,8  | 6,7  | 550  | 90  | 12,5 | 5 |
| ККШ-6      | 2    | 6,1  | 425  | 120 | 12,5 | 5 |
| Луцильники |      |      |      |     |      |   |
| ЛДГ-20     | 20   | 55,0 | 4100 | 120 | 14,2 | 7 |
| ЛДГ-15А    | 15,1 | 38,6 | 2840 | 120 | 14,2 | 7 |
| ЛДГ-10А    | 10   | 24,5 | 2350 | 120 | 14,2 | 7 |

Продовження таблиці 6.7.8

| 1            | 2   | 3    | 4    | 5   | 6    | 7  |
|--------------|-----|------|------|-----|------|----|
| ЛДГ-5А       | 5   | 12,0 | 1450 | 120 | 14,2 | 7  |
| Культиватори |     |      |      |     |      |    |
| КПУ-400-2    | 2   | 8,9  | 922  | 230 | 14,2 | 16 |
| КПУ-400-3    | 3   | 8,9  | 922  | 230 | 14,2 | 16 |
| КПУ-400-4    | 4   | 8,9  | 922  | 230 | 14,2 | 16 |
| КПС-4        | 4   | 7,0  | 1566 | 230 | 14,2 | 16 |
| КШУ-18       | 18  | 61,6 | 4250 | 230 | 14,2 | 16 |
| КШУ-12       | 12  | 36,0 | 3100 | 230 | 14,2 | 16 |
| КШУ-8        | 6,8 | 16,0 | 1832 | 230 | 14,2 | 16 |

|          |      |       |      |     |      |      |
|----------|------|-------|------|-----|------|------|
| КПЭ-3,8Б | 3,8  | 11,5  | 1800 | 170 | 14,2 | 16   |
| КШ-3,6П  | 3,6  | 4,4   | 1608 | 230 | 14,2 | 16   |
| КПШ-5    | 4,6  | 9,0   | 2600 | 230 | 14,2 | 16   |
| КПШ-9    | 8,2  | 18,4  | 3845 | 170 | 14,2 | 16   |
| КПШ-11   | 10   | 25,9  | 4302 | 230 | 14,2 | 16   |
| КПЗ-9,7  | 9,7  | 31,0  | 2925 | 230 | 14,2 | 12,5 |
| КШП-8    | 8,4  | 14,4  | 2769 | 230 | 14,2 | 12,5 |
| КПГ-250А | 2,1  | 4,6   | 1013 | 170 | 14,2 | 16   |
| ПГ-3-5   | 5,3  | 113,0 | 675  | 170 | 14,2 | 16   |
| КПГ-2,2  | 2,15 | 10,3  | 2052 | 170 | 14,2 | 16   |
| КЛШ-15   | 16,4 | 11,2  | 1640 | 180 | 14,2 | 16   |

Продовження таблиці 6.7.8

| 1                     | 2    | 3    | 4    | 5   | 6    | 7  |
|-----------------------|------|------|------|-----|------|----|
| КЛШ-10                | 10,6 | 4,3  | 1330 | 180 | 14,2 | 16 |
| Культиватори просапні |      |      |      |     |      |    |
| КРН-8,4               | 8,4  | 6,0  | 3400 | 350 | 14,2 | 9  |
| КРН-5,6Б              | 5,6  | 15,3 | 2772 | 350 | 14,2 | 9  |
| КРН-4,2Б              | 4,2  | 11,9 | 2310 | 350 | 14,2 | 9  |
| КТН-2В                | 1,4  | 7,3  | 697  | 120 | 14,2 | 9  |
| КРШ-8,1               | 8,1  | 29,0 | 2058 | 270 | 14,2 | 9  |
| УСМК-5,4Б             | 5,4  | 19,4 | 3075 | 270 | 14,2 | 9  |



|                      |     |      |       |     |      |      |
|----------------------|-----|------|-------|-----|------|------|
| КОН-4,2              | 4,2 | 13,1 | 2440  | 280 | 14,2 | 9    |
| КОН-2,8Б             | 2,8 | 9,4  | 1900  | 280 | 14,2 | 9    |
| КРН-4,2Г             | 4,2 | 12,7 | 2500  | 280 | 14,2 | 9    |
| КРН-5,6Д             | 5,6 | 18,8 | 2700  | 280 | 14,2 | 9    |
| УСМП-5,4             | 5,4 | 15,0 | 2600  | 100 | 14,2 | 9    |
| ПСА-2,7              | 2,7 | 9,6  | 14300 | 100 | 14,2 | 9    |
| Комбіновані агрегати |     |      |       |     |      |      |
| РВК-3                | 3   | 14,9 | 1945  | 230 | 14,2 | 16   |
| РВК-3,6              | 3,6 | 18   | 2050  | 250 | 14,2 | 12,5 |
| РВК-5,4              | 5,4 | 27   | 2600  | 250 | 14,2 | 12,5 |
| РВК-7,2              | 7,2 | 36   | 4020  | 250 | 14,2 | 12,5 |

Таблиця 6.7.9 – Машини для внесення добрив

| Марка   | Місткість (бункера,<br>кузова, ємкості), м <sup>3</sup> | Вага, кН | Світова ціна, \$ | Ширина захвату, м | Нормативне річне<br>завантаження, год | Норма відрахувань,<br>% |                            |
|---------|---|----------|------------------|-------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------|
|         |   |          |                  |                   |                                       | на<br>амортизацію       | на поточний<br>ремонт і ТО |
| 1       | 2   | 3        | 4                | 5                 | 6                                     | 7                       | 8                          |
| РТТ-4,2 | 4,2   | 8,9      | 570              | 0                 | 210                                   | 20                      | 12,8                       |

|         |      |      |       |    |     |    |      |
|---------|------|------|-------|----|-----|----|------|
| МВУ-16  | 16,0 | 82,5 | 10250 | 15 | 210 | 20 | 12,8 |
| РУМ-8   | 8,0  | 33,1 | 7800  | 14 | 210 | 20 | 12,8 |
| РУМ-5   | 5,0  | 18,2 | 5150  | 12 | 210 | 20 | 12,8 |
| 1РМГ-4Б | 3,5  | 15,6 | 3300  | 12 | 210 | 20 | 12,8 |
| МВУ-0,5 | 0,6  | 2,2  | 850   | 11 | 210 | 20 | 12,8 |
| РУП-8   | 7,0  | 44,3 | 8700  | 12 | 210 | 20 | 12,8 |
| РУП-14  | 12,0 | 67,0 | 9900  | 15 | 210 | 20 | 12,8 |
| ПРТ-16  | 15,0 | 60,2 | 12800 | 7  | 450 | 20 | 11   |
| ПРТ-10  | 8,0  | 40,0 | 7823  | 7  | 450 | 20 | 11   |
| РОУ-6   | 6,0  | 20,0 | 4650  | 5  | 450 | 20 | 11   |
| МТТ-23  | 23,0 | 93,0 | 14700 | 8  | 450 | 20 | 11   |

Продовження таблиці 6.7.9

| 1      | 2    | 3    | 4    | 5  | 6   | 7  | 8  |
|--------|------|------|------|----|-----|----|----|
| ПЖУ-5  | 5,0  | 37,5 | 5150 | 15 | 450 | 20 | 11 |
| ПЖУ-9  | 9,0  | 44,9 | 7600 | 15 | 450 | 20 | 11 |
| РЖТ-4М | 4,0  | 22,0 | 2300 | 6  | 450 | 20 | 11 |
| МЖТ-6  | 6,0  | 31,0 | 2400 | 10 | 450 | 20 | 11 |
| РЖТ-8  | 8,0  | 36,5 | 2800 | 12 | 450 | 20 | 11 |
| МЖТ-11 | 10,0 | 41,0 | 4731 | 12 | 450 | 20 | 11 |
| РЖТ-16 | 16,0 | 62,8 | 6162 | 12 | 450 | 20 | 11 |

|           |      |      |       |    |     |      |    |
|-----------|------|------|-------|----|-----|------|----|
| МЖТ-16    | 16,0 | 58,0 | 6675  | 15 | 450 | 20   | 11 |
| МЖТ-23    | 23,0 | 99,7 | 10760 | 15 | 450 | 20   | 11 |
| ЗЖВ-1,8   | 1,8  | 7,7  | 868   | 4  | 450 | 20   | 11 |
| ЗЖВ-Ф-3,2 | 3,2  | 8,5  | 2772  | 8  | 450 | 20   | 11 |
| РЖТ-4ТР   | 4,0  | 24,7 | 3300  | 0  | 450 | 20   | 11 |
| ЗЖВ-1,8ТР | 1,8  | 7,7  | 1368  | 0  | 450 | 20   | 11 |
| МВУ-8Б    | 8,0  | 28,3 | 6509  | 10 | 210 | 14,2 | 12 |
| МВУ-5А    | 5,0  | 20,0 | 5450  | 10 | 210 | 20   | 12 |
| СТТ-10    | 5,0  | 25,0 | 5500  | 10 | 210 | 20   | 12 |
| РЖУ-3,6А  | 3,5  | 53,0 | 3100  | 0  | 450 | 20   | 11 |

Таблиця 6.7.10 – Причепи

| Марка  | Місткість кузова, м <sup>3</sup> | Вага, кН | Світова ціна, \$ | Нормативне річне завантаження, год | Норма відрахувань, % |                         |
|--------|----------------------------------|----------|------------------|------------------------------------|----------------------|-------------------------|
|        |                                  |          |                  |                                    | на амортизацію       | на поточний ремонт і ТО |
| 1      | 2                                | 3        | 4                | 5                                  | 6                    | 7                       |
| 1ПТС-2 | 2,0                              | 8,5      | 1073             | 800                                | 14,2                 | 5                       |
| 1ПТС-4 | 5,0                              | 17,0     | 2555             | 800                                | 14,2                 | 5                       |

|            |           |      |       |     |      |    |
|------------|-----------|------|-------|-----|------|----|
| 2ПТС-4-887 | 3,0       | 15,0 | 3800  | 800 | 14,2 | 5  |
| 1ПТС-4-Б   | 6,0       | 17,3 | 2662  | 800 | 14,2 | 5  |
| ПСЕ-20     | 6,0; 18,0 | 31,0 | 4400  | 800 | 14,2 | 5  |
| 2ПТС-4-793 | 4,0; 12,7 | 16,0 | 3600  | 800 | 14,2 | 5  |
| 2ПТС-6     | 6,4       | 30,0 | 4907  | 800 | 14,2 | 5  |
| 1ПТС-9Б    | 9,0       | 43,5 | 7225  | 800 | 14,2 | 5  |
| 3ПТС-12    | 12,0      | 64,0 | 10294 | 800 | 14,2 | 5  |
| ПСЕ-12,5А  | 5,0; 12,5 | 21,0 | 4125  | 800 | 14,2 | 13 |
| ОЗТП-962   | 4,5       | 18,8 | 3377  | 210 | 20   | 14 |
| ОЗТП-9654  | 9,0       | 48,5 | 5690  | 210 | 20   | 14 |

Продовження таблиці 6.7.10

| 1         | 2    | 3    | 4    | 5   | 6  | 7   |
|-----------|------|------|------|-----|----|-----|
| ОЗТП-8572 | 13,0 | 64,5 | 9314 | 450 | 18 | 18  |
| ОЗТП-9554 | 12,0 | 48,0 | 6746 | 450 | 18 | 18  |
| 1Р-15Т    | 7,5  | 33,2 | 5122 | 500 | 6  | 5   |
| ГКБ-817   | 5,5  | 25,4 | 4945 | 780 | 9  | 9,5 |
| 1Р-15М    | 5,0  | 12,0 | 1739 | 500 | 6  | 5   |
| ГКБ-8350  | 8,0  | 31,0 | 8210 | 780 | 9  | 9,5 |
| ИАПЗ-754В | 4,0  | 21,0 | 3446 | 780 | 9  | 9,5 |
| 1Р-3М     | 3,0  | 9,5  | 1624 | 500 | 6  | 5   |

|           |      |      |       |     |    |     |
|-----------|------|------|-------|-----|----|-----|
| ГКБ-819   | 5,0  | 30,5 | 4715  | 780 | 9  | 9,5 |
| ГКБ-8527  | 5,0  | 35,0 | 3175  | 780 | 9  | 9,5 |
| ГКБ-9399  | 5,5  | 29,0 | 5842  | 780 | 9  | 9,5 |
| ОДА3-885  | 7,5  | 30,0 | 1578  | 900 | 18 | 18  |
| ОДА3-9925 | 4,0  | 25,0 | 1580  | 900 | 18 | 18  |
| ОДА3-8576 | 6,0  | 31,5 | 3110  | 900 | 18 | 18  |
| ОДА3-9357 | 7,5  | 32,0 | 3136  | 900 | 18 | 18  |
| ОДА3-9370 | 14,0 | 54,0 | 6264  | 900 | 18 | 18  |
| ГКБ-8535  | 5,5  | 34,5 | 4666  | 780 | 9  | 9,5 |
| ГКБ-8551  | 7,0  | 48,5 | 6270  | 780 | 9  | 9,5 |
| ГКБ-9572  | 14,0 | 51,0 | 13450 | 450 | 18 | 18  |
| ГКБ-9653  | 9,0  | 37,0 | 10889 | 450 | 18 | 18  |

Продовження таблиці 6.7.10

| 1         | 2   | 3    | 4    | 5   | 6    | 7   |
|-----------|-----|------|------|-----|------|-----|
| АЦПТ-2,8А | 2,8 | 10,5 | 1087 | 550 | 14,2 | 9,5 |
| АЦПТ-2,8  | 2,8 | 12,1 | 1176 | 550 | 14,2 | 9,5 |
| АЦА-3,85  | 3,8 | 11,1 | 3061 | 550 | 14,2 | 9,5 |

Таблиця 6.8 – Енергетичні еквіваленти на основні засоби виробництва

|  |   |
|--|---|
| Сільськогосподарські машини і знаряддя, професії<br>робітників | На 1 кг маси за 1 год або за 1<br>люд.-год роботи |
|--|---|

|  | МДж    | ккал   |
|--|--------|--------|
| 1  | 2      | 3      |
| <b>1. Енергетичні і робочі машини</b>                                |        |        |
| Трактори та самрхідні шасі   | 0,0243 | 5,804  |
| Автомобілі вантажні  | 0,0143 | 3,415  |
| Причепи та напівпричепи  | 0,0263 | 6,281  |
| Навантажувачі:<br>на базі тракторів                                  | 0,0480 | 11,464 |
| на базі автомобілів  | 0,0460 | 10,986 |
| з електродвигунами   | 0,2110 | 50,394 |
| Плуги та глибокорозпушувачі-плоскорізи, машини для нарізання борозен | 0,0360 | 8,598  |
| Луцильники та дискові борони, зчіпки                                 | 0,0800 | 19,107 |

Продовження таблиці 6.8

| 1   | 2      | 3      |
|---|--------|--------|
| Знаряддя для поверхневого розпушення та прикочування ґрунту, сніговалкувачі | 0,1020 | 24,361 |
| Культиватори для суцільного та міжрядного обробітку ґрунту                  | 0,0510 | 12,181 |
| Машини для внесення:<br>- мінеральних добрив                                | 0,0710 | 16,957 |

|  |        |        |
|--|--------|--------|
| - твердих органічних добрив                  | 0,0580 | 13,852 |
| - рідких добрив                              | 0,0320 | 7,643  |
| Обприскувачі тракторні                       | 0,2460 | 58,753 |
| Обпилювачі тракторні                         | 0,2100 | 50,155 |
| Сівалки всіх типів                           | 0,1070 | 25,555 |
| Комбіновані машини                           | 0,0940 | 22,450 |
| Жатки валкові, підбирачі                     | 0,2110 | 50,394 |
| Комбайни зернові                             | 0,1510 | 36,064 |
| Комбайни кукурудзо- та силосозбиральні       | 0,1240 | 29,616 |
| Зерноочисні та сушилльні агрегати            | 0,1480 | 35,348 |
| Машини для збирання соломи                   | 0,1200 | 28,660 |
| Косарки-плющилки, скиртоукладачі, скирторізи | 0,0940 | 22,450 |
| Граблі, волокуші                             | 0,1090 | 26,033 |
| Підбирачі сіна, соломи, силосо-копицевози    | 0,1770 | 42,274 |

Продовження таблиці 6.8

| 1  | 2      | 3      |
|--|--------|--------|
| Машини та обладнання для досушування сіна    | 0,1430 | 34,153 |
| Машини для збирання льону, конопель          | 0,2600 | 62,097 |
| Бавовнозбиральні машини                      | 0,1380 | 32,959 |
| Комбайни бурякозбиральні самохідні           | 0,0980 | 23,406 |
| Буряконавантажувачі та гичкозбиральні машини | 0,1090 | 26,033 |

|   |        |        |
|---|--------|--------|
| Бурякозбиральні машини причіпні   | 0,2000 | 47,767 |
| Картоплесаджалки, картоплекопачі, картоплесортувачі та транспортери-підбирачі | 0,1940 | 46,334 |
| Комбайни картоплезбиральні  | 0,1580 | 37,736 |
| Розсадосадильні машини  | 0,1190 | 28,421 |
| Машини для вирощування та збирання тютюну (махорки) та чайних насаджень       | 0,1120 | 26,750 |
| Дошувальні машини:<br>самохідні   | 0,0330 | 7,882  |
| далекоструменеві  | 0,0420 | 10,031 |
| Насосні станції   | 0,0380 | 9,076  |
| Електротехнічне обладнання, електродвигуни                                    | 0,2110 | 50,394 |
| Тяглова худоба  | 0,0200 | 4,777  |
| Сільськогосподарська авіація з врахуванням витрат рідкого палива              | 3500   | 835921 |

Продовження таблиці 6.8

| 1                                | 2     | 3     |
|----------------------------------|-------|-------|
| 2. Кінний та ручний реманент     |       |       |
| Сівалка кінна                    | 0,038 | 9,076 |
| Плуги, підгортачі кінні          | 0,024 | 5,732 |
| Косарки, лобогрійки, жатки кінні | 0,030 | 7,165 |



|   |       |         |
|---|-------|---------|
| Борони кінні                                      | 0,045 | 10,748  |
| Вози  | 0,010 | 2,388   |
| Граблі, волокуші, преси кінні                     | 0,036 | 8,598   |
| Лопати, вила, граблі, коси та інші ручні знаряддя | 0,012 | 2,866   |
| 3. Трудові ресурси                                |       |         |
| Трактористи-машиністи, комбайнери                 | 60,8  | 14521,1 |
| Шофери  | 60,3  | 14401,7 |
| Електромонтери, оператори                         | 61,2  | 14616,7 |
| Польові та інші робітники (ручна праця)           | 33,3  | 7953,2  |

Таблиця 6.9 – Енергетичні еквіваленти на оборотні засоби виробництва

| Оборотні засоби                            | Одиниця виміру | МДж  | ккал  |
|--|----------------|------|-------|
| 1  | 2              | 3    | 4     |
| 1. Енергетичні ресурси (виробничі затрати) |                |      |       |
| Бензин                                     | 1кг            | 54,4 | 13000 |
| Бензин                                     | 1л             | 42,3 | 10100 |

Продовження таблиці 6.9

| 1               | 2   | 3    | 4     |
|-----------------|-----|------|-------|
| Дизельне паливо | 1кг | 52,8 | 12600 |
| Дизельне паливо | 1л  | 47,7 | 11400 |
| Вугілля         | 1кг | 32,6 | 7800  |

|   |                 |       |          |
|---|-----------------|-------|----------|
| Природний газ                             | 1м <sup>3</sup> | 49,4  | 11810    |
| Дрова                                     | 1кг             | 19,6  | 4700     |
| Електроенергія                            | 1кВт г          | 12,0  | 2860     |
| 2. Мінеральні добрива                     |                 |       |          |
| Азотні                                    | 1кг д.р.        | 86,8  | 20730,8  |
| Фосфорні                                  | 1кг д.р.        | 12,6  | 3009,3   |
| Калійні                                   | 1кг д.р.        | 8,30  | 1982,3   |
| Комплексні                                | 1кг д.р.        | 51,5  | 12300,0  |
| 3. Місцеві добрива                        |                 |       |          |
| Гній (80 % вологості)                     | 1кг             | 0,42  | 100,3    |
| Торфоперегній компости (з 60 % вологості) | 1кг             | 1,70  | 406,0    |
| Вапняні матеріали                         | 1кг             | 3,80  | 907,6    |
| 4. Пестициди                              |                 |       |          |
| Гербициди: рідина                         | 1кг             | 419,6 | 100215,0 |
| порошок                                   | 1кг             | 263,6 | 62956,8  |
| гранули                                   | 1кг             | 363,7 | 86864,1  |
| Інсектициди: рідина                       | 1кг             | 365,0 | 87174,6  |

Продовження таблиці 6.9

|         |     |       |         |
|---------|-----|-------|---------|
| 1       | 2   | 3     | 4       |
| порошок | 1кг | 253,2 | 60472,9 |
| гранули | 1кг | 312,1 | 74540,2 |

|                          |                |     |       |         |
|--------------------------|----------------|-----|-------|---------|
| Фунгіциди:               | рідина         | 1кг | 272,6 | 65106,3 |
|                          | порошок        | 1кг | 116,6 | 27848,1 |
|                          | гранули        | 1кг | 216,7 | 51755,4 |
| Ретарданти               |                | 1кг | 209,3 | 50000,0 |
| Бордоська рідина:        |                | 1кг | 11,6  | 2770,5  |
|                          | вапно гашене   |     |       |         |
|                          | мідний купорос | 1кг | 86,0  | 20539,8 |
| Сірка молота             |                | 1кг | 68,2  | 16288,5 |
| Тютюновий екстракт       |                | 1кг | 30,0  | 7165,0  |
| Піретрум                 |                | 1кг | 45,0  | 10747,6 |
| 5. Насіння               |                |     |       |         |
| Буряки цукрові і кормові |                | 1кг | 18,4  | 4394,6  |
| Люцерна                  |                | 1кг | 20,0  | 4824,5  |
| Трави багаторічні        |                | 1кг | 19,7  | 4705,0  |
| Овочеві                  |                | 1кг | 18,7  | 4466,2  |
| Баштанні                 |                | 1кг | 18,7  | 4466,2  |
| Тютюн і махорка          |                | 1кг | 17,6  | 4203,5  |

## **7. Екологічність використання машинних агрегатів**

### **7.1. Фактори впливу на довкілля в результаті дії машинних агрегатів**

Аналіз показників, які визначають вплив агрегатів на три первинних середовища проживання-повітря, воду і ґрунт та безпосередньо на флору і фауну, включаючи людину, дозволив визначити основні групи факторів цього впливу.

Це, в першу чергу, ті фактори, які впливають на ґрунт і які одночасно чи через ґрунт впливають на інші дві складові екосистеми – на воду і повітря. До таких факторів можна віднести п'ять груп:

- 1) енергетичне сумарне навантаження на ґрунт;
- 2) вплив робочих органів ґрунтообробних машин;
- 3) взаємодія машин і технологічних речовин і результативні речовини цієї дії;
- 4) втрати технологічних речовин;
- 5) нерівномірність внесення і передозування добрив, пестецидів тощо.

Крім того, на ґрунт впливають рушії, особливо енергозасобів (ущільнення, колія, буксування), зношування гуми, забруднення ґрунту рослинними рештками вилучення ґрунту при збиранні врожаю, а також викиди в атмосферу двигуна, речовин його охолодження, забруднення повітря пилом та елементами тертя; а в кабіні безпосередньо діє на людину вібрація, шум, загазованість.

В результаті теоретичних досліджень встановлені показники основних факторів суттєвого впливу агрегатів на екосистему ґрунту та їх відносно оптимальні, допустимі і недопустимі величини (таблиця 7.1).

Таблиця 7.1 – Показники основних факторів суттєвого впливу машинних агрегатів на екосистему ґрунту

| Назва фактору   | Граничні величини  |  |                        |
|---|--|--|------------------------|
|   | Відносно оптимальні  | Толерантні (допустимі)                                     | Екологічно недопустимі |
| 1. Енергетичне сумарне навантаження, <i>ГДж/га</i>                                    | до 15  | 15-30  | понад 30               |
| 2. Вплив рушіїв та робочих органів на:<br>– щільність, <i>г/см<sup>3</sup></i>        | 0,90-1,35  | 1,40-1,50  | 1,60 і більше          |
| – структурний склад по фракціям, %:<br>0,25-10мм                                      | більше 80  | 80-40  | менше 40               |
| менше 0,25мм  | до 10  | 10-20  | більше 20              |
| 3. Внесення добрив – співвідношення діючих речовин, N:P:K, частки одиниці             | 1:0,9:0,8  | в залежності від культури і вмісту діючих речовин в ґрунті |                        |
| – норма (доза) діючої речовини, <i>кг/га</i>  | в залежності від сільгоспкультури і вмісту діючих речовин у ґрунті (N:P:K) |  |                        |
| – відхилення від норми, %   | 1-5  | 5-10   | більше 10              |
| – рівномірність внесення, коефіцієнт варіації, %                                      | до 15  | 15-20  | більше 20              |
| 4. Вилучення ґрунту при збиранні корене- і бульбоплодів, – % до загальної маси вороху | до 8   | 8-10   | більше 10              |

|                               |         |           |             |
|-------------------------------|---------|-----------|-------------|
| * – на одиницю площі $кг/м^2$ | до 0,24 | 0,24-0,30 | більше 0,30 |
|-------------------------------|---------|-----------|-------------|

\* Примітка: перерахунок на одиницю площі зроблено, виходячи у урожайності коренебульбоплодів 30т/га

## **7.2. Системний підхід до питань ресурсоощадності при використанні МА**

Параметри сучасних тракторів, автомобілів, причепів і с.-г. машин не завжди відповідають вимогам збереження ґрунтового шару.

Негативний вплив машинних агрегатів на екосистему виявляється через споживання непоновлюваних ресурсів (корисних копалин, енергії, технологічних матеріалів) і шкідливі наслідки машинних технологій щодо навколишнього середовища (ущільнення ґрунтів, винесення гумусу, забруднення середовища і продукції шкідливими хімічними сполуками, руйнування біоценозів).

Важливість екологічно сприятливого розвитку технічних систем землеробства зумовлена тим, що в цій сфері людської діяльності земля виступає як головний засіб виробництва, а природне середовище є об'єктом активного втручання людини. Тому при вдосконаленні механізованого виробництва потрібно забезпечити системну єдність техніки, технології та середовища, встановити кількісні показники рівня екологічності технічних засобів і технологій.

Сільськогосподарська техніка, яка дозволяє економно витратити технологічні матеріали, підвищувати коефіцієнт корисного їх використання, має кращі як економічні, так і екологічні властивості.

Отже ресурсоощадність є одним з важливих напрямків підвищення екологічності технологічних процесів землеробства, бо сприяє раціональному використанню природних непоновлюваних багатств.

Приведені особливості функціонування сільськогосподарських агрегатів являються характерними признаками складності системи, тому-то задачі ресурсощадності використання МА можливо комплексно розв'язати лише на основі принципів багаторівневого системного підходу. Основна ідея такого підходу заключається в тому, що складна система досліджується в логічній послідовності при розкладенні її на прості елементи, які тісно пов'язані між собою. При цьому за прості елементи можна прийняти основні режими функціонування агрегатів на відповідних рівнях використання.

Для кожного рівня функціонування складають відповідну математичну модель з конкретним критерієм ресурсозбереження (мінімум експлуатаційних, або трудових затрат, витрат палива і т. д.). Рівні ресурсощадності розміщують у такій логічній послідовності, щоб економія ресурсів на кожному даному рівні доповнювала результати їх економії на попередніх рівнях. Таким чином здійснюється примноження ефектів ресурсощадності усіх рівнів.

Оцінка екологічності с.-г. виробництва повинна базуватися на кількісних показниках раціональності використання непоновлюваних та обмежених ресурсів (земля, енергія, матеріали, техніка, час), поновлюваних ресурсів (сонячна радіація, кліматичні фактори, інформація) і рівня сукупних негативних впливів на середовище: ґрунт (ущільнення, ерозія, втрати гумусу, порушення агроценозів); продукцію (вміст шкідливих сполук, втрати врожаю, зниження якості); забруднення середовища (повітря, води, території).

### **7.3. Техногенний вплив тракторів на ґрунт**

Машинні агрегати працюють в контактi з ґрунтом, рослинами, тваринами і піддають їх техногенному впливу.

Ходові системи самохідних машин ущільнюють ґрунт і збільшують ерозію, що веде до втрат урожаю і зниження

його родючості. При обробці ущільнених ґрунтів збільшується витрата палива і відповідно кількість шкідливих викидів.

– **стандарт передбачає питомий тиск на ґрунт нормальної вологості:**

- 100кПа – весняний період;
- 120кПа – літньо-осінній період.

У той же час гусеничні трактори спричинюють тиск на ґрунт 150...200кПа, а колісні трактори – 200...300кПа.

При складанні агрегату керуються в основному вимогами агротехніки і не враховують негативні наслідки дії техніки на ґрунт.

На сьогоднішній день впроваджені нормативні документи, в яких передбачено обмеження питомого тиску на ґрунт і механічну напругу на глибині 0,5 м (ГОСТ 26955-86. “Техника с.-х. мобільная. Нормы воздействия движителей на почву”; ГОСТ 26954-86. “Техника с.-х. мобільная. Методы определения максимального нормального напряжения”).

Проте нормативну механічну напругу необхідно контролювати в польових умовах, що вимагає застосування дорожньої апаратури. Отже, доцільно встановити такі обмеження, щоб виконання їх здійснювались без значних затрат енергії, часу і матеріальних засобів. А також необхідно створити умови по відновленню нормального стану ґрунту після проходу машини. Тому для послаблення негативного впливу техніки на ґрунт потрібно підбирати машини необхідної маси і шини необхідної ширини.

Таблиця 7.2 – Параметри дії рушіїв на ґрунт  
(ГОСТ 26955-86)

| Вологість ґрунту на глибині до 0,3м | Максимальний тиск, кПа | Максимальне напруження на глибині 0,5м, кПа |
|-------------------------------------|------------------------|---|
|-------------------------------------|------------------------|---|



|                    | Весняний період | Літньо-осінній період | Весняний період | Літньо-осінній період |
|--------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|
| Понад 0,9НВ        | 80              | 100                   | 25              | 30                    |
| Від 0,7НВ до 0,9НВ | 100             | 120                   | 25              | 30                    |
| 0,6      0,7       | 120             | 140                   | 30              | 35                    |
| 0,5      0,6       | 150             | 180                   | 35              | 45                    |
| 0,5 і менше        | 180             | 210                   | 35              | 50                    |

НВ – *найменша вологість, %.*

При проходах сучасної мобільної техніки щільність ґрунту по сліду рушія перевищує верхню межу діапазону допустимих значень на  $0,05...0,035\text{г/см}^3$  і більше. Спрацювання ґрунтозачепів пов'язано з підвищенням буксування рушіїв і призводить до створення дрібних часток ґрунту, збільшенню вітрової ерозії, а створення колії викликає розвиток водної ерозії.

Корисне чи шкідливе явище ущільнення ґрунту це залежить від ступеня ущільнення. З одного боку, посівна техніка проектується таким чином, аби після посіву ґрунт поряд із насінням був достатньо щільним, забезпечував добрий контакт із насінням, а отже й добру схожість, а коріння, що розвивається, мало б стабільний доступ до вологи та поживних речовин ґрунту. Суцільне коткування ґрунту з ущільненням в межах  $0,8...1,2\text{г/см}^3$  здійснює позитивний вплив на життєдіяльність рослин: збільшується приплив вологи до насіння, підвищується температура, прискорюється процес пророщування і формування кореневої системи. З іншого боку, надмірно пухкий ґрунт з великими грудками містить надто багато повітря і не забезпечує належного контакту коріння з ґрунтом. Надмірне ущільнення стримує розвиток кореневої системи, що ускладнює доступ до вологи та поживних речовин. Контроль та регулювання ущільнення ґрунту є дуже важливою складовою частиною успішного землеробства.

Важливою фізичною характеристикою ґрунту являється пористість. Зі збільшенням ущільнення пористість ґрунту зменшується, тим самим ускладнюючи проникнення в ґрунт води й повітря. Якщо польова пористість ґрунту менша 10%, то аерація ґрунту знижується до позначки, коли втрати врожаю стають значними.

Ущільнення зменшує проникнення води в ґрунт (інфільтрація), що в свою чергу, на схилах збільшує стік води по поверхні і призводить до ерозії, а на рівних ділянках - до застою води (калюжі, невеличкі озера), а це заважає проникненню повітря в ґрунт і стримує розвиток рослин.

Часом погодні умови сприяють збільшенню пористості дуже ущільнених ґрунтів. За різкого замерзання дуже зволоженого ґрунту заледенілі пори розширюються, й під час відтанення пористість збільшується. В окремих регіонах, приміром на півдні України, цикл замерзання/відтанення може повторитися за зиму кілька разів. Здатність ґрунтів до саморегулювання їх щільності під дією поперемінного зволоження і висихання може призвести до відновлення їх властивостей (параметрів) через 1...2 роки. Значно ущільнений при весняних роботах ґрунт відновлюється майже до весни слідуєчого року (але тільки в шарі 0...10см), а менш ущільнений – на протязі літнього періоду. Однак це не гарантує, що в результаті будуть створені оптимальні умови для проростання насіння.

*Симптоми надмірного ущільнення ґрунту:*

- нерівномірність сходів;
- рослини мають різну висоту;
- вкорочені, порівняно зі звичайними, рослини;
- нерозвинена, неглибока коренева система;
- стрес від підвищеної вологості;
- колір листя свідчить про нестачу поживних речовин.

Практика використання парку машин і розрахунки показують, що тільки біля 12% площ поля не піддано дії

рушіїв. Сумарна площа слідів майже в 2 рази перевищує площу поля. Недобір врожаю з цієї причини досягає 40%.

Підвищення щільності впливає на збільшення твердості і тягового опору на 25% по сліду гусеничних тракторів, на 40% – колісних, на 65% – вантажних автомобілів і причепів. Обробка ґрунтового шару підвищеної щільності вимагає значного збільшення витрати палива. Головним негативним результатом є розвиток процесу стерилізації ґрунту: більший тяговий опір викликає підвищення буксування рушіїв, веде до перетирання ґрунтових шарів і створює умови для виносу вітром і водою найбільш цінної гумусової частини.

Систематичне ущільнення на глибину, яка більша глибини розпушення, сприяють створенню шару підвищеної щільності, порушенню нормального природного ходу тепло – і масообмінних процесів. А зміна співвідношення вологи, газу і твердих частинок не сприяє розвитку ґрунтової флори і фауни.

Суттєвою причиною, яка призводить до прискорення деградації чорноземів, вчені вважають – переущільнення ґрунтів. Оптимальна щільність орного горизонту чорноземних ґрунтів років 30-40 тому була  $1,0...1,3\text{г/см}^3$ , а структура таких ґрунтів була грудкувато-зерниста.

Через зниження вмісту гумусу під впливом ерозії, зникнення коренів трав'яних рослин та черв'яків, староорні чорноземи ущільнилися. Щільність орного і підорного горизонтів, особливо у літньо-осінній період підвищилася і сьогодні складає від  $1,4\text{г/см}^3$  до  $1,6$ , а іноді сягає аж до  $1,8\text{г/см}^3$ .

На ріллі з'явилися важкі брили, що погано піддаються розпушуванню. Проходи по полю важких орних агрегатів та ін. с.-г. машин сприяють ущільненню ґрунту та призводять до руйнування його структури. Переущільнення проникає і у нижні шари, які знаходяться за межами досяжності ґрунтообробних знарядь загального призначення.

З причин переущільнення ґрунту вже на початку 90-х років врожайність культур знизилася на 20-35%, тобто

недобір врожаю від переуцільнення ґрунту дорівнює його збільшенню від зрошення і наближається до збільшення від застосування добрив.

Що стосується енергетичних витрат на обробіток ґрунту, то маємо парадоксальну картину:

- чим сильніше уцільнюємо ґрунт, тим потужніші потрібні трактори для ґрунтообробних машин;
- чим потужніші використовуємо трактори, тим швидше відбувається процес уцільнення ґрунтів.

Перебуваючи у незайманому стані, ґрунт практично не має обмежень для родючості. Повітря й вода швидко проходять крізь нього – і ґрунт стає ідеальним середовищем для росту коріння.

В свою чергу важко встановити таке поняття як оптимальна щільність ґрунтів. Це явище залежить від типу ґрунтів і їх різновиду, від біологічних особливостей сільськогосподарських культур і т. ін.

Проблема виникає тоді, коли зовнішні чинники, завдяки яким зменшуються пори між частками ґрунту, що містять повітря і воду, викликають уцільнення. Неуцільнений ґрунт, ясна річ, має більше парового простору для повітря і води. Зовнішній тиск, що його спричиняють трактори й знаряддя обробітку, змінює компоненти ґрунту, руйнує пори, внаслідок чого виникають проблеми дренажу й ерозії, подекуди – вивітрювання. Коріння не може розростися як слід у такому ґрунті, і рослини не одержують потрібної кількості поживних речовин, необхідних для їх максимального росту. Земля втрачає свою продуктивність. Цьому не можуть зарадити ні ретельно підібране насіння, ні досконала техніка, ні суперсівалки, ні правильно обраний час для сівби.

Таблиця 7.3 – Оптимальна щільність чорноземів при вирощуванні різних культур

| Типи ґрунтів | Різновид ґрунтів | Культури | Діапазон оптимальних |
|--------------|------------------|----------|----------------------|
|--------------|------------------|----------|----------------------|

|                                     |                                    |                   | значень,<br>гр/см <sup>3</sup> |
|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| Чорноземи<br>типові                 | Важкі і<br>середні<br>суглинки     | Зернові колосові  | 1,05...1,30                    |
|                                     |                                    | кукурудза         | 1,00...1,25                    |
|                                     |                                    | бобові кормові    | 1,00                           |
|                                     |                                    | цукровий буряк    | 1,00...1,26                    |
|                                     |                                    | горох             | 1,00...1,20                    |
|                                     |                                    | картопля          | 1,00...1,20                    |
|                                     |                                    | гречка            | 1,20...1,30                    |
|                                     |                                    | Зернові колосові  | 1,10...1,40                    |
|                                     | Легкі<br>суглинки                  | кукурудза         | 1,20...1,30                    |
|                                     |                                    | бобові кормові    | 1,10...1,15                    |
|                                     |                                    | цукровий буряк    | 1,20...1,30                    |
|                                     |                                    | віко-овес на сіно | 1,30...1,40                    |
| Чорноземи<br>звичайні і<br>південні | Важкі<br>суглинки<br>легкоглинисті | Зернові колосові  | 1,05...1,30                    |
|                                     |                                    | кукурудза         | 1,05...1,30                    |
|                                     |                                    | цукровий буряк    | 1,00...1,30                    |
|                                     |                                    | соняшник          | 1,25...1,30                    |
|                                     |                                    | бобові злакові    | 1,00...1,20                    |

Дослідження вчених показали, що на дуже ущільненому ґрунті врожайність скорочується на 50%, а на помірно-ущільненому – на 25%. За три роки ділянки, які обробляли гусеничним трактором, дали в середньому на 14% більше продукції, ніж ділянки, оброблені тракторами колісними.

Найбільше ґрунт ущільнюється тоді, коли у ньому великий вміст вологи, отже ущільнення спричинює навіть невеликий тиск. На жаль, земля найбільше піддається ущільненню, коли вона перебуває в ідеальних для сівби умовах. Надмірне застосування інвентарю для обробки ґрунту може призвести до утворення твердого підґрунтового шару, що блокує проникнення коренів углиб.

В більшості досліджень встановлено негативний вплив надмірної механізації процесів на властивості ґрунтів, причинами якого являється неконтрольоване зростання маси МТА і недосконалість організації проведення механізованих

польових робіт. Всі типи сільськогосподарських тракторів при існуючих *відокремлених способах* обробітку ґрунту, сівби та внесення добрив, багаторазових обробітках міжряддя, а також багатходових способах по збиранню культур, ущільнюють ґрунти на значну глибину. Тому-то важкі трактори (особливо Т-150К, К-701) не можна пускати по одному сліду більш одного разу на протязі вегетаційного періоду.

Велику роль відіграють осьові навантаження. І колеса, і гусениці тиснуть на ґрунт, проте останні завдають менше шкоди. Тиск, який передається у ґрунт, залежить від осьового навантаження. Колісний трактор, як правило, має лише дві осі. У більшості випадків гусеничні трактори мають по п'ять або шість осей. Це означає, що осьові навантаження є вищими у колісних тракторів, і осі спричиняють великий тиск у певному місці, збільшуючи ущільнення углиб.

Існує думка, що зменшити ущільнення можна лише шляхом зниження тиску в шинах, проте це далеко не так. Скажімо, якщо двохосьова вантажівка перевантажена, то її вагу не можна зменшити, лише зменшуючи тиск в шинах, загальна вага все одно залишається тією самою. Щоб додержуватися правил перевезень, слід додати більше осей. Те саме стосується й сільськогосподарських тракторів. Тобто зменшення тиску на ґрунт можна домогтися, збільшуючи кількість осей - це характерно для гусеничного трактора. Гусеничний трактор має, зрештою, таку саму вагу, що й колісний, але вона розподіляється рівномірно по всій довжині трактора.

Колеса (гусениці) тракторів деформують ґрунт, ущільнюють і розпорошують його, утворюючи сліди. Все це призводить до:

- зниження урожайності;
- руйнування структури ґрунту;
- вітрової і водної ерозії;

- збільшення затрат енергії і палива на обробіток ущільненого ґрунту.

Існують три напрямки рівня шкідливої дії ходових систем машин на ґрунт:

- *агротехнічні*;
- *технологічні*;
- *конструктивні*.

До числа *агротехнічних* прийомів відноситься система мінімального обробітку ґрунту, яка здійснюється слідуючим чином:

- заміна глибокого обробітку ґрунту поверхневим;
- часткова або повна заміна деяких видів механічного обробітку на хімічний;
- одночасне виконання кількох технологічних операцій за один прохід (ґрунтообробний + посівний).

#### ***Технологічні способи:***

- застосування широкозахватних агрегатів;
- вибір раціональних способів руху;
- впровадження мостового землеробства;
- впровадження модульного агрегування;
- використання агрегатів з робочими органами-рушійями;
- використання технологічної колії при інтенсивних технологіях вирощування зернових культур.

#### ***Конструктивні заходи:***

- удосконалення коліс і гусениць;
- застосування пружинно-балансирної підвіски;
- розставляння коліс на різну ширину (передніх і задніх);
- встановлення додаткових коліс;
- встановлення замість коліс гусеничних ободів.

Енергетичні засоби повинні в першу чергу задовольняти вимогам технології виробництва сільськогосподарської продукції. Давно ведеться дискусія між спеціалістами з

питань класичної і інтегральної схеми просапного трактора. Які ж критерії слід враховувати при обґрунтуванні просапного трактора в майбутньому?

Перш за все просапний трактор повинен мати достатню потужність і поздовжню стійкість для роботи з широкозахватними машинами і комбінованими агрегатами. При класичній схемі ці вимоги не виконуються, тому що на передню частину трактора навішуються противіси, що потребує додаткових витрат металу, енергії і палива на переміщення цієї маси.

Рекомендації по поліпшенню конструкції трактора: зниження маси до раціональної, яка відповідає тяговому класу; збільшення площі контакту рушія з ґрунтом; оптимізація поздовжнього положення центра мас (ЦМ).

Вважається, що компоновка, наприклад, гусеничного трактора, повинна забезпечити стале поздовжнє положення ЦМ спереду (по руху) середини бази, що створює відновлюючий момент, який врівноважує зовнішнє навантаження на гаку. Таке зміщення ЦМ повинно бути оптимальним, щоб при виконанні основних с.-г. робіт з посереднім навантаженням на гаку вирівнювалось навантаження на всі опорні котки (умовно-прямокутна епюра нагрузки на ґрунт).

З метою виключення небажаного ущільнення ґрунту, при його обробці з різним навантаженням на гаку, необхідно забезпечити для кожного типу причіпного агрегату оптимальне положення ЦМ трактора, при якому досягається рівномірна нагрузка на всі опорні котки. Реалізувати це можливо у тракторі, який складений із двох модулів. Перший встановлений на ґрунт, а другий - над ним з механізмом поздовжнього переміщення відносно першого. Переміщення верхнього модуля по роликівим опорам рами виконує тракторист за допомогою гідроциліндрів трактора. Чітке відносне положення модулів встановлюють за допомогою фіксаторів при роботі з конкретною машиною, і в залежності від фактичного зусилля на гаку.



Безперечними перевагами гусеничних тракторів нової генерації є високі тягові якості, менший в 1,5 рази тиск на ґрунт, що дуже важливо для українських чорноземів, менша на 12-13% питома витрата палива, висока маневреність, можливість використання на транспортних роботах по бездоріжжю та дорогах з твердим покриттям, комфортні умови праці на робочому місці при достатній довговічності гумотросового рушія.

#### **7.4. Обмеження екологічно шкідливих викидів енергозасобів**

Викиди в атмосферу шкідливих продуктів згоряння при роботі двигунів тракторів досягає в Україні 0,2млн. т за рік. Аварійні і експлуатаційно-технологічні розливи паливно-мастильних матеріалів (до 10тис. т) щорічно призводять до забруднення біля 300 га оранки і до втрати більш ніж 30 тис. т продукції.

Співставляючи рівень деяких нормованих параметрів екологічної безпеки і значення цих же параметрів в процесі експлуатації (табл. 7.4) видно, що вміст оксидів вуглецю (CO) в 4 рази перевищує допустимий рівень, наявність вуглеводів ( $C_mH_n$ ) – в 8,3 рази, а оксидів азоту ( $NO_x$ ) – в 1,5 рази. Приведений діапазон зміни вмісту шкідливих речовин говорить про значну несталість параметрів, екологічної безпеки машин.

В процесі рядової експлуатації порушуються регулювання паливної апаратури і, як наслідок, знижується потужність і підвищується витрата палива. Це суттєво змінює якісний склад відпрацьованих газів, збільшує концентрацію шкідливих речовин і кількість викидів. Більше 60% тракторів мають перевитрату палива на 10...20%. Якщо враховувати, що викиди продуктів згоряння в атмосферу складають приблизно 0,2млн. т за рік, то вказане збільшення витрати палива призводить до додаткового викиду 20...40 тис. т продуктів згоряння.

Таблиця 7.4 – Шкідливі викиди дизельного двигуна

| Речовина       | Викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами, г/(кВт год) |                               |
|----------------|--|-------------------------------|
|                | Норма  | діапазон зміни в експлуатації |
| Оксиди вуглецю | 10   | 0,7...40,3                    |
| Вуглеводи      | 4  | 0,5...34,9                    |
| Оксиди азоту   | 22   | 0..31,6                       |

На рівень токсичності відпрацьованих газів тракторних двигунів в процесі експлуатації впливають режим нагрівки, технічний стан паливної апаратури, величина протидії на випуску і розрідження на випуску, температурний режим системи охолодження, якість палива тощо.

При переході від холостого ходу до повної нагрівки токсичність зростає в 7-20 і більше разів. Навіть при переході від 80%-ної до 100%-ної нагрівки токсичність за рядом важливих компонентів (СО, С) збільшується вдвічі. Це слід враховувати при проектуванні машинних агрегатів, агрегуванні і виборі режимів роботи.

Один із важливих показників екологічності і економічності роботи двигунів – димність відпрацьованих газів, яка залежить перш за все від вмісту мілкодисперсних частинок вуглецю. Дим активно вбирає канцерогени, які довго зберігаються в частинках сажі.

Димність визначається станом паливної апаратури і перш за все, форсунок, а також режимом роботи дизеля.

На режимах холостих ходів і малих нагрівках, коли паливо вприскується під зниженим тиском, розпил погіршується, відбувається значне (до 6...8%) незгорання палива незважаючи на значний надлишок повітря. При збільшенні затяжки пружини форсунки, яка забезпечує тиск вприску до 18...19МПа, димність відпрацьованих газів знижується майже до норми.

На димність відпрацьованих газів суттєво впливає протидія на випуску і розрідження на випуску. В умовах

експлуатації при закоксуванні випускних колекторів і турбін протидія на випуску збільшується від 75 до 300 мл.вод.ст., при цьому димність відпрацьованих газів підвищується в 2,7 рази, коефіцієнт надлишку повітря знижується з 1,87 до 1,2, значно збільшується витрата палива.

Підвищення тиску повітря на впуску до 0,2МПа знижує, в залежності від режиму експлуатації, вміст у відпрацьованих газах альдегідів на 70%, СО на 50...60%, сажі на 40...70%.

На вміст шкідливих викидів у відпрацьованих газах значно впливає стан системи охолодження. При зміні температури на впуску з 243° до 228°С зменшується витрата палива (на 3,5-4%), а значить і викиди СО і  $C_mH_n$ .

При мінусових температурах навколишнього середовища часто не витримуються режими охолодження. Зниження температури охолодження двигуна обумовлює значне збільшення димності відпрацьованих газів.

На токсичність відпрацьованих газів суттєво впливає якість палива (вміст сірки, води тощо) і моторного масла. Оводнення палива в значній мірі визначається умовами його транспортування, зберігання заправки.

Кількість оксидів сірки у відпрацьованих газах залежить в першу чергу від її вмісту в паливі. У більшості дизельних палив, що використовуються в Україні, у відповідності з вимогами ГОСТ 305 "Топливо дизельное. Технические условия" масова доля сірки не повинна перевищувати 0,2% для палива виду I, і 0,5% для палива виду II марок "Л" і "З". В сільському господарстві в основному використовують паливо виду II, в результаті чого викиди оксиду сірки на 1 га оброблюваної землі є значно більшими, ніж оксидів вуглецю і вуглеводнів. В більшості палив зарубіжного виробництва вміст сірки складає менше 0,1%, тому проблема боротьби з викидами оксидів сірки у відпрацьованих газах дизелю для Західної Європи, США і Канади неактуальна. Вводити нормування викидів оксидів сірки і методи визначення цих викидів недоцільно. Слід в ГОСТ 305 "Топливо дизельное. Технические условия" ввести норму не більше 0,1% вміст

сірки у паливі всіх видів і марок. Це забезпечить зменшення викидів оксидів сірки до нормативних.

Концентрація сажі у відпрацьованих газах дизелів одночасно визначає їх димність і канцерогенну шкідливість. Комісія ООН прийняла норматив вмісту твердих частинок у викидах – 0,15г/(кВт год). Радикально вирішити проблему зниження димності дизелів можливо тільки на основі таких заходів:

- удосконалення робочих процесів дизелів;
- застосування сумішей і альтернативних палив;
- використання хімічно активних присадок основного палива;
- очистка відпрацьованих газів з використанням фільтруючих систем.

Значну екологічну небезпеку створює попадання нафтопродуктів (випаровуються в атмосферу або проникають через нещільності у вузлах агрегата) на ґрунт. В результаті губиться спроможність елементів ґрунту до родючості, так як гине мікрофлора.

Слід відзначити, що недостатня герметизація конструкції викликає значні втрати палива, масел і робочих рідин. Так, підтікання одної каплі в секунду призводить до розливу 3,5кг палива за добу, відсутність пробки на ємкості – до 6кг, а нещільність зварного шва на резервуарі – до 500кг на 1м шва за добу.

Проведення планового технічного обслуговування і ремонту (з використанням миючих засобів, лакофарбових і консерваційних матеріалів, сірчаної кислоти тощо) в польових умовах без відповідних пристосувань також призводить до забруднення навколишнього середовища.

Втрати охолоджувальної рідини виникають з причин випаровування і підтікання в системі охолодження і поступово підвищуються із збільшенням наробітку і по мірі порушення герметичності системи охолодження.

Суттєво впливає на екологічні показники машинного агрегату зношення гуми ґрунтозачепів. Крім забруднення ґрунту продуктами зносу, це приводить до підвищення буксування перетирання часточок ґрунту у порох, що сприяє розвитку ерозії, як наслідок, збільшення витрати палива.

Із збільшенням наробітку агрегату зростає забруднення навколишнього середовища кислотою для акумуляторів, консервантами, миючими засобами, охолоджувальною рідиною та іншими експлуатаційними матеріалами, а також лакофарбовими покриттями і продуктами корозії. Активним забрудником є також пари охолоджуючої рідини і виділення, які виникають в елементах тертя (гальма, муфти зчеплення тощо), особливо якщо застосовуються азбестові матеріали. Потрібно також враховувати вплив шкідливих компонентів, що створюються в результаті корозії.

Вимоги до екологічної безпеки машинних агрегатів повинні регламентувати застосування шкідливих конструктивних і експлуатаційних матеріалів, консервантів, а також миючих засобів. Необхідні заходи по попередженню аварій, загоряння і попередження виділення при цьому шкідливих речовин.

Накопичення в процесі експлуатації несправностей і зносів призводить до зростання вібрації і шуму, проникнення відпрацьованих газів в кабінку, а це збільшує навантаження на нервову систему трактористів, викликає втому, головну біль, є причиною професійних захворювань, знижує продуктивність праці.

Таким чином, значні відхилення показників екологічності від норми визначаються тим, що на машинний агрегат діють різні фактори: відбувається природне зношування і старіння матеріалів, змінюються погодні умови, технологічний режим роботи, впливають особливості технології і ландшафту, виникають аварійні ситуації, тощо. Ці впливи можуть носити як закономірний, детермінований характер (зношення, старіння матеріалів), що дозволяє прогнозувати порушення технічного стану техніки, так і

ймовірний характер, при якому можна передбачити з визначеною достовірністю розвиток процесу. Можливі і аварійні, що не передбачуються по характеру і часу, випадки (дорожньо-транспортні пригоди, пожежі тощо). Їх наслідки також потрібно передбачати.

Поліпшення природоохоронних показників тракторів (зниження забруднення атмосфери викидами шкідливих речовин з відпрацьованими газами) і зменшення витрати дорогого, а інколи і дефіцитного, дизельного палива може бути досягнуто конвертуванням дизельних тракторів в газові або газодизельні, які використовують більш екологічне, і меншої вартості, газове паливо. Це в першу чергу стиснутий природний газ, порівняно дешевий і недефіцитний.

Аналіз приведених даних показує, що за природоохоронними, ресурсозберігаючими і за більшістю експлуатаційних показників трактори з двигунами, що працюють на газі, значно екологічніші за газодизельні. Особливо слід визначити, що трактори з двигуном на газі характеризуються відсутністю димності відпрацьованих газів (тобто викиди твердих частинок, які складаються на 50...80% із мікрочастинок сажі) і оксидів сірки, а також більш низькими, ніж у газодизельних тракторів викидами оксидів азоту (як відомо, із всіх речовин, які викидаються з відпрацьованими газами вони є найбільш токсичними для людей і домашніх тварин і наносять найбільшу шкоду навколишньому середовищу).

Таблиця 7.5 – Порівняльна екологічна оцінка тракторів з газовими і газодизельними двигунами

| № п/п | Газодизельні двигуни                              | Газові двигуни                                  |
|-------|---|---|
| 1     | 2   | 3   |
| 1     | Зниження димності відпрацьованих газів в 3-4 рази | Повна відсутність димності відпрацьованих газів |

|   |   |  |
|---|---|--|
| 2 | Зменшення оксидів азоту на 10...30% і оксидів сірки на 40...60% | Зменшення викиду оксидів азоту в 1,5-2 рази і повна відсутність викиду оксидів сірки |
| 3 | Зниження рівня шуму на 2...4 дБ                                 | Зниження рівня шуму на 4...6 дБ  |

### Продовження таблиці 7.5

| 1 | 2   | 3  |
|---|---|--|
| 4 | Економія дизельного палива (на 40...60% в експлуатації) за рахунок заміщення його газом   | Повне (100%-не) заміщення дизельного палива газом  |
| 5 | Збільшення на 10...20% тривалості роботи газодизеля до заміни моторного масла   | Збільшення на 30...40% тривалості роботи газового двигуна до заміни моторного масла  |
| 6 | Збільшення на 5...10% ресурсу газодизеля до першого капітального ремонту  | Збільшення на 30...35% ресурсу газового двигуна до першого капітального ремонту  |
| 7 | Можливість збільшення номінальної потужності на 10...15% і максимального крутного моменту без суттєвого підвищення температури відпрацьованих газів | Зниження номінальної потужності не більше ніж на 5...10% і максимального крутного моменту до збереження температури відпрацьованих газів на рівні базового двигуна |
| 8 | Збільшення на 3...7% трудомісткості обслуговування  | Трудомісткість технічного обслуговування практично не змінюється   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| 9 | Можливість роботи як в газодизельному режимі, так і в дизельному, що дозволяє використовувати трактор при відсутності газу. При відсутності дизельного палива трактор не працює | Використовується трактор тільки на газі. Дизельне паливо не потрібне. |
|---|---|---|

Продовження таблиці 7.5

| 1  | 2  | 3  |
|----|--|--|
| 10 | Відносна простота переобладнання базового дизеля в газодизельний і установки на трактор газових балонів, загальна місткість яких забезпечить безперервну роботу без дозаправлення газом на протязі не менше 80% заданого стандартом часу | Необхідність часткового розбирання базового дизеля для доробки поршнів і головки циліндрів. Неможливість, як правило, встановлення на тракторі газових балонів, загальна місткість яких забезпечить безперервну роботу без дозаправлення на протязі не менше 80% заданого стандартами часу |
| 11 | Ускладнення системи живлення паливом за рахунок встановлення газового обладнання і газових балонів   | Заміна дизельної паливної апаратури на газову і паливного бака на газові балони. Встановлення системи запалювання.   |
| 12 | Висока вартість конвертування дизеля в газодизель і обладнання   | Вартість конвертування дизеля в газовий дизель і обладнання трактора   |



|  |                            |   |
|--|----------------------------|---|
|  | трактора газовими балонами | газовими балонами частково компенсується за рахунок реалізації демонтованої дизельної паливної апаратури, в тому числі паливного бака |
|--|----------------------------|---|

В с.-г. виробництві доцільно використовувати трактори з газовими двигунами. Застосування газодизельних тракторів окупно тільки в тому випадку, якщо за умовами експлуатації необхідно збільшення тривалості роботи без дозаправлення газом, а природоохоронні вимоги щодо викидів шкідливих речовин в атмосферу можуть бути знижені.

### **7.5. Екологічні аспекти оптимального співвідношення гусеничних і колісних тракторів в парку машин**

Екологічні характеристики тракторів потрібно враховувати при формуванні парку машин, щоб забезпечити своєчасне виконання всіх робіт в кращі агротехнічні строки при дотриманні вимог екології з мінімальними затратами засобів і технічних ресурсів (паливо, праця, матеріали тощо).

Визначення оптимального складу машинно-тракторного парку, крім цього, є важливим для сталого розвитку с.-г. виробництва (з урахуванням можливих екстремальних умов) як окремого підприємства, та і держави в цілому.

Один із важливих факторів, що визначають екологічність трактора, – їх ходові системи, які діють на ґрунт і рослини і, в ряді випадків, визначають обсяги викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами.

Співвідношення гусеничних і колісних тракторів може в значній мірі служити характеристикою екологічності і оптимальності складу парку машин. В той же час це співвідношення потрібно розглядати як первинне, так як для різних зон і умов воно суттєво відрізняється. Співвідношення

гусеничних і колісних тракторів, як і співвідношення, наприклад, орних і просапних, визначається технічними можливостями тракторів цих типів, специфічними умовами їх експлуатації в кожному конкретному випадку. Важливим аспектом типу тракторів є їх безпосередній і відстрочений вплив на екологічні обставини. Стосовно до ходових систем якісним показником їх екологічності, по-перше, слід розглядати ущільнення ґрунту, яке приводить до зниження як ефективної так і потенційної врожайності. При цьому явище ущільнення підорного шару несе комутативний ефект з проявою його в майбутньому. До такого роду явищ відноситься створення колії і буксування, що спричиняють водну та вітрову ерозії ґрунту.

Переваги колісних і гусеничних ходових систем проявляються по різному в конкретних умовах (табл. 7.6). Так, слід враховувати, що універсальність колісних тракторів, можливість успішного використання їх на перевезенні с.-г. вантажів забезпечують річну зайнятість, а це суттєво поліпшує економічні показники, знижує потребу в автомобільному транспорті і особливо це ефективно для малих господарств.

В екстремальних умовах (перезволожений ґрунт, поля на схилах, торф'яники, тощо) колісні трактори поступаються гусеничним за екологічністю, прохідністю і агротехнічними показниками.

При роботі з тяговим зусиллям близьким до номінального, колісні трактори витрачають палива, в середньому, на 15...20% більше, ніж гусеничні; при роботі на малоенергоємких операціях витрати палива вирівнюються. З урахуванням малоенергоємких і транспортних операцій в середньому витрата палива машинним агрегатом з колісним трактором збільшується на 4...5%. Відповідно збільшуються викиди шкідливих речовин. При роботі з використанням потужності через ВВП в машинних агрегатах із збиральними машинами і активними робочими органами баланс зміщується на користь колісних машин. Ефективність вибору

типу ходової системи можна визначити тільки при аналізі всього спектру робіт. Для ряду господарств (особливо мілких) інколи доцільно погодитися з перевитратою палива, але виграти в скороченні парку за рахунок універсальності. Слід враховувати, що наявні об'єктивні фактори обмежують застосування колісних ходових систем. До таких факторів відносять:

- забезпечення екологічності;
- агротехнічні обмеження використання колісних тракторів на деяких операціях (наприклад на закритті вологи);
- обмеження застосування колісних тракторів за прохідністю в зоні зрошувального землеробства і в зоні підвищеної зволоженості на немеліорованих землях;
- технологічні і екологічні обмеження – недоцільність використання колісних тракторів на операціях, що потребують більшого тягового зусилля, але виконуються на малих швидкостях (меліоративні і землерийні роботи), а також в передгірських районах і на пересіченій місцевості.

Таблиця 7.6 – Особливості гусеничних і колісних ходових систем

| Показники                             | Тип ходової системи |         |
|---------------------------------------|---------------------|---------|
|                                       | Гусенична           | Колісна |
| 1                                     | 2                   | 3       |
| Буксування                            | +                   | -       |
| Вплив на агрофон                      | +                   | -       |
| Витрата палива на енергоємних роботах | +                   | -       |
| Чугливість до погодних умов           | +                   | -       |
| Вартість                              | +                   | -       |
| Агрегатування з енергоємними          | +                   | -       |

|  |   |   |
|--|---|---|
| знарядями  |   |   |
| Універсальність  | - | + |
| Маневровість   | - | + |
| Трудомісткість технічного обслуговування   | - | + |
| Стійкість на схилі   | + | - |
| Транспортна швидкість  | - | + |
| Пристосованість трансмісії для роботи з приводом машин від валу відбору потужності | - | + |

*Примітка. Має переваги {+}, гірші показники (-).*

## **7.6. Стабільність екологічнобезпечних параметрів машинних агрегатів**

В останній час при створенні тракторів з високими показниками безпеки досягнуті значні успіхи. Проте проблему екологічної безпеки робіт в землеробстві не вирішити без забезпечення сталих параметрів машинного агрегату. В процесі експлуатації показники екологічної безпеки машин суттєво погіршуються: порушується регулювання вузлів і агрегатів за рахунок зношення деталей, відбувається старіння матеріалів.

Вивчення і локалізація впливу цих факторів необхідні для попередження шкідливої дії на екологію. Ніякі самі високі екологічні якості нового машинного агрегату не забезпечать охорону навколишнього середовища, якщо не будуть вирішені питання їх стабільності в процесі експлуатації.

Самохідні машини є основним джерелом забруднення атмосферного повітря. При їх роботі разом з відпрацьованими газами дизелів в навколишнє повітря поступає значна кількість токсичних речовин. Це в першу чергу оксиди азоту і тверді частинки (сажа), які попадають на ґрунт і рослини, а також в організм тварин і людей. Викиди

екологічно шкідливих речовин регламентуються міжнародними стандартами і регіональними нормативними документами, такими, наприклад, як стандарт ІСО 789/4-86 “Сельскохозяйственные тракторы. Методы испытаний. Измерение дымности отработанных газов” і директиви Ради Європейського економічного співтовариства 77/537/ЕЕС від 28.06.77 “О мерах, ограничивающих выбросы загрязняющих частиц дизелями, используемыми в колесных с.-х. и лесных тракторах”.

В Україні керуються ГОСТ 17.2.2.02-86 “Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерения дымности отработавших газов тракторных и комбайновых дизелей” і ГОСТ 17.2.2.05-86 “Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методом измерения выбросов вредных веществ с отработавшими газами тракторных и комбайновых дизелей”.

Методи визначення димності і викидів застосовуються при стендових випробуваннях дизелів. Контроль викидів шкідливих речовин у с.г. виробництві, при ремонті машин і в експлуатації на сьогоднішній день неможливий.

Викиди і димність тракторів і самохідних с.-г. машин після капітального ремонту повинні бути такими як і у нових машин.

Повинні бути регламентовані норми на викид і димність тракторів і самохідних с.-г. машин в експлуатації. В процесі роботи, як правило, порушується нормальне проходження робочого процесу дизеля і в результаті чого знижується максимальна температура згоряння і зменшується створення оксидів азоту; в той же час збільшується димність і вміст оксидів вуглецю і вуглеводнів у відпрацьованих газах. Тому норми на викиди оксидів азоту в експлуатації слід зберегти незмінними як і для нових машин; норми на викид оксидів вуглецю і вуглеводнів необхідно збільшити в 1,4...1,5 рази.

Перевищення норм на димність і викиди є основою для заборони експлуатації тракторів і самохідних с.-г. машин до усунення причин, що викликали невідповідність цим нормам.

Контроль за дотриманням встановлених норм слід доручити державним і регіональним органам, що здійснюють нагляд за технічним і екологічним станом.

Формування екологічно безпечного машинно-тракторного парку с.-г. підприємств повинно здійснюватися за такими напрямками:

- розробка прогнозів екологічних наслідків використання с.-г. техніки при різних варіантах її розвитку;
- розробка і уточнення вимог до основних видів екологічно безпечної техніки і визначення обсягів надходження;
- організація роботи екологічно безпечного парку машин;
- розробка пропозицій до основ екологічного законодавства і держстандартів на експлуатаційні властивості і нормативно-технічні показники екологічно безпечної техніки;
- застосування екологічно безпечних мобільних енергозасобів і енергоустановок;
- розробка і впровадження екологічно чистих машинних технологій виробництва основних с.-г. культур;
- впровадження експлуатаційних матеріалів для екологічних технологій використання с.-г. техніки.

Для реалізації концептуальних напрямків удосконалення машинних технологій і системи машин з метою створення екологічно безпечних зон необхідно забезпечити:

- агротехнологічність, що гарантує вирішення екологічних проблем за рахунок гнучкої компоновки агрегатів на основі блочно-модульних принципів конструювання с.-г. техніки;
- застосування нових матеріалів, енергоносіїв, джерел енергії;

- впровадження ходових систем з підвіскою, що включає асфальтохідні еластичні гусениці або шини низького тиску (30...50кПа), або з регулюванням тиску повітря, що забезпечує рівномірний тиск і без накладення на грузки опорних елементів рушіїв на ґрунт з мінімальним буксуванням і попередженням переущільнення і руйнування ґрунту;
- створення гідросистеми на базі комплекту гідроагрегатів для роботи на рідинах, які не вміщують мінеральну основу, блока керування гідроапаратурою з застосуванням електро-магнітного приводу, що забезпечує автоматичне регулювання передачі потужності, арматури трубопроводів і рукавів, що мають абсолютну герметичність з'єднань і засобів контролю розриву гідролінії;
- реалізацію енергосилової установки трактора, що має дизель із спеціальним малотоксичним робочим процесором, із регулюванням наддуву, електронним керуванням паливоподачею і повітреспоживанням, що обмежує крутний момент дизеля за параметрами димності і буксування рушіїв. Варіанти малотоксичного двигуна: газодизель і чисто газовий двигун, що працює на всіх видах газів (в тому числі біогаз, комунальний, генераторний тощо). Зовнішні системи енергоустановок: каталітичні нейтралізатори і сажові фільтри;
- проведення широкого комплексу робіт по зниженню шуму в джерелах виникнення і на шляхах його розповсюдження (зниження шуму від двигунів, трансмісій, застосування оригінальних шумових облицювань і віброізоляторів в кабіні, капотування і екранування двигунів тощо).

## 7.7. Методика визначення параметрів екологічної безпеки МА

Комплексний критерій оцінки механізованих технологічних процесів (комплексів машин) визначається за формулою:

$$P_{нк} = \sqrt[5]{P_{ек} P_{як} P_{ее} P_{ме} P_{ел}}, \quad (7.1)$$

де  $P_{ек}$  – показник економічної ефективності;  
 $P_{як}$  – показник якості комплексів машин;  
 $P_{ее}$  – показник енергетичної ефективності;  
 $P_{ме}$  – показник матеріалоемності;  
 $P_{ел}$  – показник екологічності.

Показник економічної ефективності визначається так:

$$P_{ек} = \frac{K_{ек,н}}{K_{ек,δ}}, \quad (7.2)$$

де  $K_{ек,н}$  – коефіцієнт економічної ефективності запланованого комплексу машин;  
 $K_{ек,δ}$  – коефіцієнт економічної ефективності базового комплексу машин:

$$K_{ек} = \frac{\sum_{i=1}^t Ppt_i}{K}, \quad (7.3)$$

де  $Ppt_i$  – прибуток з урахуванням інфляції за кожен окремий поточний рік, починаючи з другого від моменту реалізації капіталовкладень, грн;  
 $K$  – капіталовкладення, грн.

$$Ppt_i = \frac{Pr}{(1 + In)^i}, \quad (7.4)$$

де  $Pr$  – прибуток в поточному році, грн;



$I_n$  – інфляція в поточному році;

$t$  – поточний рік експлуатації комплексу машин.

Показник якості комплексів машин:

$$P_{як} = \sqrt[n]{P_{яа,1} P_{яа,2} P_{яа,3i} \dots P_{яа,n}}, \quad (7.5)$$

де  $P_{яа,1}, P_{яа,2}, P_{яа,3} \dots P_{яа,n}$  – показник дотримання встановлених нормативів якості і агротехнічної тривалості окремих операцій;

$n$  – кількість технологічних операцій.

Показник дотримання встановлених нормативів якості і агротехнічної тривалості окремої операції визначається за формулою:

$$P_{яа,i} = \left( \frac{B_1}{100} P_{к1} + \frac{B_2}{100} P_{к2} + \dots + \frac{B_m}{100} P_{км} \right) P_a, \quad (7.6)$$

де  $B_1, B_2, \dots, B_m$  – вагомість 1,2... $m$  нормативів якості, %;

$P_1, P_2 \dots P_m$  – ймовірність дотримання 1,2... $m$  нормативів якості;

$P_a$  – ймовірність дотримання нормативів агротехнічної тривалості.

Показник енергетичної ефективності механізованого технологічного процесу:

$$P_{ее} = \frac{K_{ее,n}}{K_{ее,\delta}}, \quad (7.7)$$

де  $K_{ее,n}$  – коефіцієнт енергетичної ефективності запланованого технологічного процесу;

$K_{ее,\delta}$  – коефіцієнт енергетичної ефективності базового технологічного процесу.

Коефіцієнт енергетичної ефективності визначається так:

$$K_{ee} = \frac{E_n}{E_3}, \quad (7.8)$$

де  $E_n$  – вміст енергії в продукції, МДж/кг (табл. 7.7);  
 $E_3$  – затрати енергії на виробництво продукції, МДж/кг:

$$E_3 = \frac{1}{H} \sum_{i=1}^j E_i, \quad (7.9)$$

де  $H$  – урожайність культур, кг/га;  
 $j$  – кількість технологічних операцій;  
 $E_i$  – затрати сукупної енергії на  $i$ -ту операцію, МДж/га  
(формула 6.7).

Показник матеріалоемності технологічного процесу:

$$П_{me} = \frac{K_{me,n}}{K_{me,\delta}}, \quad (7.10)$$

де  $K_{me,n}$  – коефіцієнт корисного використання матеріалів запланованого технологічного процесу;

$K_{me,\delta}$  – коефіцієнт корисного використання матеріалів базового технологічного процесу.

Коефіцієнт корисного використання матеріалів визначається як:

$$K_{me} = \frac{O_\delta}{O_B}, \quad (7.11)$$

де  $O_\delta$  – біологічно необхідна кількість матеріалів на технологічний процес, кг;

$O_B$  – витрати матеріалу при виконанні технологічного процесу, кг.

Показник екологічності комплексу машин визначається за формулою:

$$P_{el} = \sqrt[4]{P_{ne} P_{nu} P_{nz} P_{nz}}, \quad (7.12)$$

де  $P_{ne}$  – показник екологічності за енергонасиченістю;  
 $P_{nu}$  – показник екологічності за ущільненням ґрунту;  
 $P_{nz}$  – показник екологічності за виносом гумусу;  
 $P_{nz}$  – показник екологічності за забрудненням середовища.

Показник екологічності за енергонасиченістю визначається за формулою:

$$P_{ne} = \frac{P_{en}}{E_3}, \quad (7.13)$$

де  $P_{en}$  – межа енергонасичення (15,0ГДж/га);  
 Показник екологічності за ущільненням ґрунту:

$$P_{nu} = \frac{P_{uc}}{Y_{uc}}, \quad (7.14)$$

де  $P_{uc}$  – межа ущільнення ґрунту (1,5г/см<sup>3</sup>);  
 $Y_{uc}$  – ущільнення ґрунту, г/см<sup>3</sup> (визначається згідно ГОСТ 26954-86).

Показник екологічності за виносом гумусу:

$$P_{nz} = \frac{P_{6z}}{M_{6z}}, \quad (7.15)$$

де  $P_{6z}$  – запаси гумусу в ґрунтах, т/га (на глибині 0...20см):  
 дерново-підзолисті – 53 чорноземи: звичайні – 137  
 лісостепові опідзолені – 109 вилужені – 192  
 сіроземи – 37 звичайні – 224  
 червоноземи – 153 темно-каштанові – 99

$M_{6z}$  – фактичні виноси гумусу при механізованих технологіях (з коренеплодами, при ерозії ґрунту, тощо).

$$M_{6z} = M_2 S_2, \quad (7.16)$$

де  $M_2$  – маса землі, що виноситься за межі поля, кг;

$S_2$  – процентний вміст гумусу в одиниці маси ґрунту, %:

Дерново-підзолистих – 1,5...5,0

Сірих лісових – 1,5...3,0

Чорноземів звичайних і вилужених – 8,0...12,0

Чорноземів південних, каштанових – 4,0...5,0

Показник екологічності за забрудненням середовища хімічними препаратами:

$$P_{пз} = \frac{P_{зх}}{M_{зх}}, \quad (7.17)$$

де  $P_{зх}$  – гранично допустима концентрація шкідливих хімічних речовин в ґрунті, мг/кг:

ДДТ – 1,0                      бутилацетат – 0,1

хлорофос – 0,5              бензпірен – 0,02

карбофос – 2,0              хлорамін – 0,005

метанол – 1,5                метафос – 0,008

$M_{зх}$  – фактична маса забруднення, кг.

Оцінка технологічного комплексу машин комплексним критерієм який характеризує якість виконання технологічного процесу, енергозбереження, ресурсозбереження, екологію та економіку дозволить одержати значний ефект системного характеру на тривалу перспективу.

Таблиця 7.7 – Вміст енергії в урожаї сільськогосподарських культур

| Культури              | Вміст загальної енергії в 1кг сухої речовини |        | Середній коефіцієнт вмісту сухої речовини |
|-----------------------|--|--------|---|
|                       | МДж  | ккал   |   |
| 1                     | 2  | 3      | 4   |
| Пшениця озима (зерно) | 19,13  | 4568,9 | 0,86                                      |
| Жито (зерно)          | 19,49  | 4654,9 | 0,86                                      |
| Ячмінь (зерно)        | 19,13  | 4568,9 | 0,86                                      |

|               |       |        |      |
|---------------|-------|--------|------|
| Овес (зерно)  | 18,80 | 4490,1 | 0,86 |
| Просо (зерно) | 19,70 | 4705,0 | 0,86 |

Продовження таблиці 7.7

| 1                                     | 2     | 3      | 4    |
|---------------------------------------|-------|--------|------|
| Гречка (зерно)                        | 19,38 | 4628,6 | 0,86 |
| Рис (зерно)                           | 18,59 | 4439,9 | 0,86 |
| Горох (зерно)                         | 20,57 | 4912,8 | 0,86 |
| Соя (зерно)                           | 20,57 | 4912,8 | 0,88 |
| Кукурудза: зерно                      | 17,60 | 4203,5 | 0,86 |
| зелена маса                           | 16,39 | 3914,5 | 0,25 |
| Буряки цукрові                        | 18,26 | 4361,1 | 0,14 |
| Коренеплоди кормові                   | 16,39 | 3914,5 | 0,25 |
| Соняшник: насіння                     | 19,38 | 4628,6 | 0,92 |
| зелена маса                           | 16,80 | 4012,4 | 0,25 |
| Картопля                              | 18,29 | 4368,3 | 0,20 |
| Овочеві                               | 14,36 | 3429,7 | 0,10 |
| Люцерна на сіно                       | 21,83 | 5213,8 | 0,25 |
| Багаторічні трави на сіно             | 18,91 | 4516,4 | 0,20 |
| Однорічні трави на сіно               | 16,39 | 3914,5 | 0,20 |
| Лукопасовищні трави                   | 16,19 | 3866,7 | 0,20 |
| Зернофуражні культури на зелений корм | 15,40 | 3678,1 | 0,30 |

## 7.8. Ергономічність мобільних енергетичних засобів

Продуктивність та ефективність використання тракторів і автомобілів в значній мірі залежить від умов праці водія, тобто від зручності керування, мікроклімату в кабіні, шуму і вібрації на робочому місці, а також від об'єму інформації, яку водій повинен засвоїти, прийняти по ній рішення і здійснити відповідну дію керування машиною. Із зростанням швидкостей руху багато із цих показників погіршуються або значно підвищується їх інтенсивність, що в сукупності може призвести до швидкої стомлюваності водія. Вивчення процесів взаємодії машини і водія, а також закономірностей

впливу різноманітних факторів, які проявляються в конкретних виробничих умовах, займається наукова дисципліна – ергономіка. Її мета – оптимізація трудової діяльності водіїв на основі обґрунтування, та запровадження технічно можливих і економічно доцільних методів і засобів керування. Фактори операторської діяльності:

- конструктивні, які характеризують взаємозв'язок властивостей конструкції машини з властивостями людини;
- технологічні, які характеризують особливості функціональних задач водія в процесі виконання конкретних технологічних операцій з урахуванням факторів виробничого середовища.

Ергономічні показники, які характеризують взаємодію властивостей людини і машини при виконанні функціональних задач, сформульовані в державних стандартах (ГОСТ 16456-80), їх можна об'єднати в такі групи:

- антропометричні (розміри і форма тіла, перерозподілення маси тіла і т. ін.);
- фізіологічні (силові, швидкісні, енергетичні) можливості людини;
- психофізіологічні (зорові, слухові, відчутні, смакові) можливості;
- психологічні (формування і фіксування навичок, сприйняття і переробка інформації і т. ін.);
- гігієнічні (показники, які пов'язані з захистом оператора від дії шкідливих і небезпечних факторів виробничого середовища).

Одиничні ергономічні показники опрацьовані для тих елементів машини з якими безпосередньо взаємодіє оператор:

- робоче місце (розташування його на тракторі, засоби доступу на робоче місце, кабіна і її обладнання,

сидіння для водія, органи управління і засоби відображення інформації);

- технічні пристрої по керуванню (конструкції привідних механізмів, засоби освітлення, візири і орієнтири руху);
- механізми, які потребують технічного обслуговування (зручність доступу до місць ТО, періодичність ТО, інструмент, який використовується при проведенні ТО).

Ергономічні показники можуть бути виражені в фізичних (Н, м, с, т. ін.) і в відносних (балах, долях одиниць) величинах.



Рис. 7.1 – Комплексні ергономічні показники якості енергетичних мобільних машин

Нижче наведені чотири критерії оцінки показників в долях одиниць:

- А) 1,0...0,8 (відмінно) – фактичні показники знаходяться у повній відповідності з нормативними (еталонними), або перевищують їх;



- B) 0,7...0,6(добре) – фактичні показники знаходяться у частковій відповідності до нормативних (еталонних);
- C) 0,5...0,2 (задовільно) – відповідність показників умовна (потрібне ергономічне доопрацювання);
- D) 0,1 та нижче (незадовільно) – немає ніякої відповідності між фактичними і нормативними показниками.

Якісний рівень машини оцінюється шляхом порівняння її ергономічних показників із показниками базового зразка (еталона).

Стандартом також установлені комплексні ергономічні показники якості енергетичних машин, які знаходяться у зв'язку з особливостями діяльності оператора.

*Інтегральний показник* в цілому характеризує рівень якості енергетичних мобільних машин.

Основні *узгаальнюючі показники* відображають:

- сукупність ергономічних властивостей машини стосовно до функціональних задач операторської діяльності;
- сукупність властивостей конструкції, які обумовлені гігієнічними вимогами;
- сукупність властивостей конструкції стосовно до функцій технічного обслуговування.

Ергономічність – це комплексна властивість машини, яка характеризує напруженість і інтенсивність праці обслуговуючого персоналу. Чим вище ергономічність, тим більша працездатність і продуктивність праці оператора, тим менше часу витрачається на перерви для відновлення фізичних сил, менше витрачається нервової та мускульної енергії, зменшується кількість професійних захворювань, зникає брак в роботі.

Оптимізувати трудову діяльність можна при умові, що працездатність механізатора оцінюється не тільки кількісними і якісними показниками виконаного завдання, але й фізіологічними змінами в організмі.

До ергономічних властивостей можна віднести силові і швидкісні властивості людини, можливості його органів самоаналізу (слух, зір, відчутність), швидкість реакції і інші, котрі з'являються в процесі трудової діяльності.

Ергономічні показники характеризують цілому систему: людина-машина-об'єкт праці, і враховують комплекс гігієнічних, антропометричних, фізіологічних, психологічних і психофізіологічних властивостей людини.

Особливе значення мають наступні показники:

- зручність при виконванні роботи – зручність пози механізатора, раціональність компоновки органів керування, величина і напрямок дії робочих зусиль;
- зручність сприйняття інформації – ефективність слухового і зорового сприйняття інформації, сигналізації, оформлення шкал, ергономічної обґрунтованості кольорів у відповідності із психофізіологічними вимогами;
- зручність обслуговування – відповідність вимогам технічної гігієни;
- комфортабельність – зручне розташування приладів і органів керування, ефективність вентиляції, освітлення, низький рівень шуму та вібрації.

На стадії проектування машини необхідно враховувати відповідність конструкції органів керування розмірам тіла оператора, відповідність конструкції сидіння розподіленню маси людини, а також відповідність конструкції машини зоровим, слуховим, психофізіологічним і відчутним можливостям людини.

Умови роботи механізаторів залежить від конструктивних і експлуатаційних факторів. При конструюванні робочого місця необхідно враховувати позу оператора, його рухи, дихальну функцію, сприйняття дійсності, пам'ять, мислення, засоби передачі інформації, параметри інструментів і т. ін. Глибина і ширина сидіння, висота спинки, кут нахилу, відстані до важелів керування,

положення тіла відносно щітка приладів і вікон повинні регулюватися індивідуально. Органи керування повинні бути розташовані так, щоб руки і ноги механізатора не були перегружені і використовувались ефективно. Органи керування умовно ділять на такі, які використовуються постійно, часто і рідко. Рукоятки, які використовуються часто, повинні виготовлятися з матеріалу малої теплопровідності. Зусилля по керуванню не повинні перевищувати: на штурвалі – 30Н, на важелях, які часто використовуються – 60Н, на органах управління двигуном – 30Н і на інших важелях і педалях – 120Н. Для важелів і педалей, які рідко використовуються (не більше 5 разів за зміну) допускається зусилля до 200Н. Сидіння повинні бути одномісними, підресореними, з амортизаторами. Місце розташування сидіння із спинкою повинно мати регулювання по висоті  $\pm 40$ мм і в поздовжньому напрямку  $\pm 75$ мм. Нижня точка штурвалу повинна бути на 250...300мм вище сидіння і на 400...500мм попереду спинки.

ГОСТ 16527-80 передбачає в кабіні обмеження максимальної і мінімальної температури повітря. Влітку температура повітря в кабіні не повинна перевищувати температуру зовнішнього повітря більш ніж на 2...3°C, але не більше 28°C при включеному кондиціонері. Система обігрівання кабіни повинна забезпечувати під час руху машини температуру повітря в кабіні не менше 14°C при температурі зовнішнього повітря до -20°C. Кабіну слід обладнати вентилятором з відокремленням пилу, який забезпечував би 20-ти кратний обмін повітря за годину при швидкості руху повітряних мас до 1,5м/с.

Гранично допустима концентрація пилу в повітрі кабіни: з вмістом 10% піску – 4мг/м<sup>3</sup>; з вмістом рослинного пилу (без піску і токсичних речовин) – 10мг/м<sup>3</sup>; з вмістом вуглекислого газу – 20мг/м<sup>3</sup>.

*Довідка: в кабінах сучасних швидкісних тракторів запиленість досягає 200...250мг/м<sup>3</sup>.*

Шум негативно впливає на нервову систему і органи слуху, знижує працездатність. Вплив шуму на організм людини залежить від його рівня (дБ) і частоти (Гц). Допустимий рівень шуму в кабіні трактора: 100дБ в діапазоні частот до 300Гц; 80...85дБ в діапазоні частот 300...800Гц і 75...80дБ в діапазоні частот понад 800Гц. Шум в кабіні можна зменшити постановкою глушника (хоча він “зменшує потужність” двигуна на 2,9...3,7кВт) і застосуванням протишумової ізоляції.

Коливання трактора здійснюють складний біологічний вплив на організм механізатора і можуть призвести до змін, які стосуються його функціонального стану, роботи здатності, здоров'я. Діяння коливань залежить від їх частоти, амплітуди, довготривалості і напрямку. Поодинокі діяння великої інтенсивності можуть призвести до струсів, контузії, коливання з частотою до 5Гц можуть викликати серцево-судинні розлади. При коливаннях від 5...11Гц спостерігаються резонансні коливання де-яких частин тіла. Коли коливання діють впродовж значного часу в організмі можуть відбутися незворотні явища.

Вібрація – це механічні коливання, які призводять до відчуття струсу. Тривала дія вібрації на організм викликає вібраційну хворобу.

Зручність обслуговування машинного агрегату оцінюється наступними показниками:

$$\text{простота технічного обслуговування: } K_{np} = \frac{T_p}{T_p + t_p}, \quad (7.18)$$

$$\text{простота технологічного обслуговування: } K_T = \frac{T_p}{T_p + t_T}, \quad (7.19)$$

де  $T_p$  – загальна тривалість основної роботи, год;  
 $t_p$  – час на регульовальні операції ТО, год;

$t_m$  – тривалість технологічних простоїв, год.

Естетичне оформлення сільськогосподарських машин значно полегшує умови праці механізаторів. Естетичність обумовлюють форми, гармонія, композиція, стиль. Естетичність – комплексна властивість машини, яка впливає на відчутливе сприйняття її людиною в цілому. Менш естетична машина втомлює людину, відволікає її увагу від процесу праці, в результаті чого збільшується наявність браку, знижується продуктивність праці.

До естетичних показників відносяться: стильова відповідність, відповідність моді, функціонально-конструктивна пристосованість, окраска, ретельність оздоблення поверхні, закругленість спряжених поверхонь і т. ін.

Естетичні властивості нерідко мають переваги над іншими властивостями. Це інтегральний показник якості. Естетичний рівень техніки повинен навіть бути попереду технічних показників. Дизайн для багатьох видів виробів визначає їх конкурентність на світовому ринку. Він об'єднує економіку, ергономіку, естетику техніки.

## Література

1. Агеев Л.Е., Бахриев С.Х. Эксплуатация энергонасыщенных тракторов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 271 с.
2. Агрокваліметрія. За ред. Мазоренка Д.І., Ковтуна Ю.І. //Автори: Ковтун Ю.І., Мазоренко Д.І., Пастухов В.І., Джолос П.А. – Харків РВП “Оригінал, 312с.
3. Бондаренко Н.Г. Эксплуатация машинно-тракторного парка. – К.: Вища школа, 1984. – 232 с.
4. Веденяпин Г.В., Киртбая Ю.К., Сергеев М.П. Эксплуатация машинно-тракторного парка. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 431с.
5. Водяник І.І. Експлуатаційні властивості тракторів і автомобілів. – К.: Урожай, 1994. – 222 с.
6. Горячкин В.П. Собрание сочинений в трех томах. Том I. – М.: Колос, 1965. – 720 с.
7. Діденко М.К. Експлуатація машинно-тракторного парку. – К.: Вища школа, 1975. – 456 с.
8. Діденко Н.К. Експлуатація машинно-тракторного парку. – К.: Вища школа, 1977. – 392 с.
9. Діденко М.К. Використання машинно-тракторного парку. – К.: Урожай, 1979. – 368 с.
10. Довідник з експлуатації машинно-тракторного парку /В.Ю. Ільченко, П.І. Карасьов, А.С. Лімонт та ін. – К.: Урожай, 1987. – 368с.
11. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві /В.Ю. Ільченко, П.І. Карасьов, А.С. Лімонт та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка. – К.: Урожай, 1993. – 288с.
12. Иофинов С.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка. – М.: Колос, 1974. – 480 с.
13. Иофинов С.А., Лышко Г.П. Эксплуатация машинно-тракторного парка. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Колос, 1984. – 351 с.

14. Испытания сельскохозяйственной техники /С.В. Кардашевский, Л.В. Погорелый, Г.М. Фудман и др. – М.: Машиностроение, 1979. – 288 с.
15. Каптюшин Г.К., Баженов С.П. Конструкция, основы теории и испытание тракторов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 511 с.
16. Киртбая Ю.К. Резервы в использовании машинно-тракторного парка. – М.: Колос, 1982. – 319 с.
17. Колобов Г.Г., Парфенов А.П. Тяговые характеристики тракторов. – М.: Машиностроение, 1972. – 157 с.
18. Коробейников А.Т. и др. Испытания сельскохозяйственных тракторов. – М.: Машиностроение, 1985. – 240 с.
19. Корсун Н.А. Агрегатирование тракторов Т-150 и Т-150К с сельскохозяйственными машинами. – М.: Машиностроение, 1975. – 276 с.
20. Мала механізація у присадибному і фермерському господарствах /О.Г. Залигін, С.О. Гусаков, В.П. Заборський та ін.; За ред. І.П. Масло. – К.: Урожай, 1996. – 368 с.
21. Машинвикористання в землеробстві /В.Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка і Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1994. – 387 с.
22. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. – К.: Урожай, 1988. – 208 с.
23. Методические указания по разработке шиповых тяговых характеристик. ГОСНИТИ, М., 1975. – 100 с.
24. Пильщиков Л.М., Практикум по эксплуатации машинно-тракторного парка. – М.: Колос, 1976. – 272 с.
25. Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка /Н.Э. Фере, В.З. Бубнов, А.В. Еленев и др. – М.: Колос, 1978. – 256 с.

26. Саакян Д.Н. Система показателей комплексной оценки мобильных машин. – М.: Агропромиздат, 1988. – 415 с.
27. Скотников В.А. и др. Основы теории и расчета трактора и автомобиля /В.А. Скотников, А.А. Машенский, А.С. Солонский. Под ред. В.А. Скотникова. – М.: Агропромиздат, 1986. – 383 с.
28. Смирнов Ю.Г. Малая механизация на приусадебном участке. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1995. – 192 с.
29. Справочник по эксплуатации машинно-тракторного парка /С.А. Иофинов, Э.П. Бабенко, Ю.А. Зуев; Под общей ред. С.А. Иофинова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 272 с.
30. Стародинский Д.З., Щупак П.Л. Агрегатирование тракторов с сельскохозяйственными машинами. – М.: Машиностроение, 1973. – 144 с.
31. Тракторы. Проектирование, конструирование и расчет /И.П. Ксенович, В.В. Гуськов, И.Ф. Бочаров и др.; Под общей ред. И.П. Ксеновича. – Машиностроение, 1991. – 541 с.
32. Тяговые характеристики сельскохозяйственных тракторов. Альбом-справочник. – М.: Россельхозиздат, 1979. – 240 с.
33. Фортуна В.И. Эксплуатация машинно-тракторного парка. – М.: Колос, 1979. – 375 с.
34. Ходовая система – почва – урожай /И.П. Ксенович, В.А. Скотников, М.И. Ляско. – Агропромиздат, 1985. 304 с.
35. Хробостов С.Н. Эксплуатация машинно-тракторного парка. – М.: Колос, 1973. – 607 с.
36. Чудаков Д.А. Основы теории и расчета трактора и автомобиля. – М.: Колос, 1972. – 380 с.
37. Шаров Н.М. Эксплуатационные свойства машинно-тракторных агрегатов. – М.: Колос, 1981. – 240 с.
38. Шепеленко Г.Н. Основы теории самоходных машин. – Х.: изд-во «Основа» при Харьковском университете, 1993. – 216 с.



- ГОСТ 26954-86. Техника сельскохозяйственная мобильная.  
Методы определения максимального  
нормального напряжения.
- ГОСТ 26955-86. Техника сельскохозяйственная мобильная.  
Нормы воздействия движителей на почву.

## **Зміст**

|  |    |
|--|----|
| <b>Передмова</b> .....   | 3  |
| <b>1. Основні поняття технології механізованого<br/>землеробства</b> .....   | 5  |
| <b>2. Особливості роботи машинних<br/>сільськогосподарських агрегатів і транспортних<br/>засобів та мови їх застосування</b> ..... | 9  |
| 2.1. Особливості роботи техніки в рослинництві .....   | 9  |
| 2.2. Кліматичні зони і ґрунти України .....  | 12 |
| 2.4. Умови використання транспортних засобів .....   | 15 |
| 2.4.1. Особливості доріг та їх класифікація .....  | 15 |
| 2.4.2. Класифікація сільськогосподарських вантажів ....  | 16 |
| <b>3. Оптимізація функціонування системи (трактор +<br/>робоча машина)</b> .....   | 19 |
| 3.1. Показники енергетичних властивостей тракторів,<br>методи їх визначення та шляхи поліпшення .....                              | 19 |
| 3.1.1. Методика по визначенню сили тяги .....  | 22 |
| 3.1.2. Методика по визначенню балансу потужності<br>та його складових .....  | 43 |
| 3.1.3. Заходи по поліпшенню тягових властивостей<br>тракторів.....   | 55 |
| 3.2. Показники енергетичних властивостей с.-г. машин .....   | 56 |
| 3.2.1. Фактори, які впливають на опір машин .....  | 56 |
| 3.2.2. Тяговий опір робочих органів машин (R) .....  | 57 |

|   |            |
|---|------------|
| 3.2.3. Методика розрахунку тягового опору робочих органів машин.....                          | 67         |
| 3.2.4. Потужність, яка споживається машиною (енергоємність сільськогосподарської операції) .. | 68         |
| 3.2.5. Заходи по зменшенню опору машин і енергоємності технологічних операцій, процесів.....  | 72         |
| <b>4. Забезпечення раціонального складу і режиму роботи МА.....</b>                           | <b>74</b>  |
| 4.1. Вимоги та завдання оптимального агрегування.....   | 74         |
| 4.2. Методики визначення складу агрегатів за використанням тяговим зусиллям.....              | 76         |
| 4.2.1. Простий причіпний тяговий агрегат.....   | 76         |
| 4.2.2. Комбінований причіпний тяговий агрегат.....  | 82         |
| 4.2.3. Комбінований причіпний тяговий агрегат для оранки.....                                 | 86         |
| 4.2.4. Начіпний тяговий агрегат.....  | 89         |
| 4.2.5. Тягово-привідний агрегат.....  | 107        |
| 4.3. Методики вибору раціональних режимів роботи агрегатів.....                               | 125        |
| 4.3.1. Самохідний агрегат.....  | 125        |
| 4.3.2. Транспортний (тракторний) агрегат.....   | 141        |
| 4.3.3. Транспортний (автомобільний) агрегат.....  | 150        |
| <b>5. Забезпечення максимальної продуктивності МА.....</b>                                    | <b>207</b> |
| 5.1. Продуктивність МА.....   | 207        |
| 5.1.1. Основні поняття і визначення.....  | 207        |
| 5.1.2. Фактори, які впливають на продуктивність.....  | 210        |
| 5.1.3. Баланс часу зміни.....   | 211        |
| 5.1.4. Методика визначення продуктивності МА.....   | 214        |
| 5.1.5. Способи збільшення продуктивності.....   | 218        |
| 5.2. Кінематика машинного агрегату.....   | 220        |
| 5.2.1. Основні поняття і визначення.....  | 220        |

|   |            |
|---|------------|
| 5.2.2. Основні показники, якими оцінюється неробочий хід агрегатів .....                                | 221        |
| 5.2.3. Вибір ресурсощадливих способів руху МА .....   | 222        |
| 5.2.4. Методика визначення основних елементів кінематики МА та вибору ефективного способу руху.....     | 223        |
| <b>6. Експлуатаційні витрати на роботу агрегатів .....</b>  | <b>237</b> |
| 6.1. Основні види експлуатаційних витрат .....  | 237        |
| 6.2. Методика визначення експлуатаційних витрат на роботу МА.....                                       | 238        |
| 6.3. Оптимізація експлуатаційних параметрів агрегатів по критеріям ресурсозбереження .....              | 262        |
| 6.4. Напрямки зниження експлуатаційних витрат на роботу агрегатів .....                                 | 265        |
| <b>7. Екологічність використання машинних агрегатів .....</b>   | <b>298</b> |
| 7.1. Фактори впливу на довкілля в результаті дії машинних агрегатів .....                               | 298        |
| 7.2. Системний підхід до питань ресурсощадності при використанні ма .....                               | 300        |
| 7.3. Техногенний вплив тракторів на ґрунт .....   | 301        |
| 7.4. Обмеження екологічно шкідливих викидів енергозасобів.....  | 310        |
| 7.5. Екологічні аспекти оптимального співвідношення гусеничних і колісних тракторів в парку машин ..... | 318        |
| 7.6. Стабільність екологічнобезпечних параметрів машинних агрегатів .....                               | 321        |
| 7.7. Методика визначення параметрів екологічної безпеки ма .....  | 324        |
| 7.8. Ергономічність мобільних енергетичних засобів.....   | 329        |
| <b>Література.....</b>  | <b>337</b> |

Навчальне видання

**Автори: Пастухов Валерій Іванович, Чигрін Андрій Гаврилович, Джолос Петро Андрійович, Мельник Іван Іванович, Ільченко Василь Юхимович, Анікєєв Олександр Іванович, Циганенко Михайло Олександрович**

**Довідник з машиновикористання в землеробстві**

За редакцією **В. І. Пастухова**

Укладач **А. Г. Чигрін**

Відповідальний за випуск *В. І. Пастухов*

Редактор *Н. В. Щегольковська*

Технічний редактор *А. Г. Чигрін*

Комп'ютерний набір і верстка *В. О. Затлер*

Підписано до друку 25.08.2001. Здано до набору 27.08.2001. Формат 60×84 1/16. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman. Друк офсетний. Умов. друк. арк. 21. Тираж 1000 прим.

ООО “Веста”. Свідоцтво ДК №500 від 21.06.2001р.  
61145 Харків, вул. Космічна, 21а