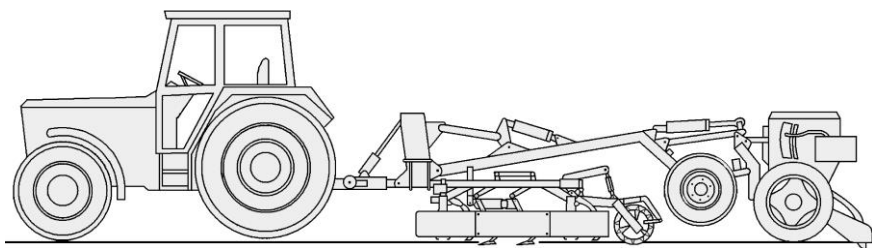


ДОВІДНИК

З МАШИНОВИКОРИСТАННЯ

В ЗЕМЛЕРОБСТВІ



ДОВІДНИК З МАШИНОВИКОРИСТАННЯ В ЗЕМЛРОБСТВІ

Видання друге,
перероблене і доповнене

За редакцією В. І. Пастухова

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

Харків
“Промпроект”
2005

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. Анікеєв,
М. О Циганенко, О.А. Романащенко**

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

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

П 19 **Довідник з машиновикористання в землеробстві /За ред. В. І Пастухова. – Харків: “Промпроект” – 2005, 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. Анікеєв,
М. О Циганенко, О.А.
Романащенко 2001

ISBN 966-679-004-1

© ООО “Промпроект”, 2005

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 погодніх 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 ефективно 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: Полісся, 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 частина 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 Лісостепом, 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 півдні Степу до 500мм на півночі. Близько 70% угідь зайнято 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-Водолазський 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 такі 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, суглинок, 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. Оскільки 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 загрузки 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 такі: 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 (δ) від тягового зусилля (P_T).

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

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 зможе

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 $N_{т,max}$, 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.

Оскільки 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 T-10	T-25A T-16M	T-40A T-40M	MTЗ ЮМЗ-6	T-70С	ДТ-75М T-150 T-150К	T-4A	К-701	T-100М 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 ($P_{T \text{ н}}$) (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 устанавлюють в зоні максимальних значень тягового ККД ($\eta_{T \text{ max}} = N_{T \text{ max}} / N_{en}$), а для тракторів які

використовуються в промисловості – в зоні максимальних тягових зусиль ($P_{T \max}$).

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 (α°).

Агрфон 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 одної сторони вона обмежується дотичною силою тяги (P_δ), яка утворюється двигуном, а з другої сторони – силою зчеплення (F_z) рушіїв трактора з ґрунтом.

Визначитися з тим, яка з двох сил P_δ 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:

$$P_{\delta.н} = 0,159 \frac{N_{ен} i_{тр} \eta_{тр}}{r_k n_n}, \quad (3.2)$$

де $N_{ен}$ – 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 η_z – ККД гусеничного ланцюга ($\eta_z=0,95\dots0,97$);

η_m – ККД механічний передач:

Таблиця 3.5 – Механічний ККД (η_m) різних передач

Передача	η_m
Плоскоремінна: - звичайна	0,94...0,98
- з натяжним пристроєм	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 шестерень 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

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

- де $\eta_{цил}$ – ККД циліндричних зубчатих передач (табл. 3.5);
 $\eta_{кон}$ – ККД конічних зубчатих передач (табл. 3.5);
 α – число циліндричних зубчатих пар в зачепленні (табл. 3.8.);
 β – 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:

$$r_k = r_o + h_m k_m, \quad (3.6)$$

- де r_o – радіус посадочного кола сталюго обода (табл. 3.8);
 h_m – висота поперечного профілю шини, м (табл. 3.8);
 k_m – коефіцієнт прогинання шини (табл. 3.7):

Таблиця 3.7 – Коефіцієнт прогинання шини (k_m) для різних дорожніх умов

Дорожні умови (агрофон)	k_m
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
Ґлибокий сніг	0,85

Болото	0,86
Пісок	0,83

1.2. Визначається максимальна сила зчеплення рушіїв трактора з ґрунтом:

$$F_{z \max} = G_3 \mu, \quad (3.7)$$

де μ – коефіцієнт зчеплення рушіїв з ґрунтом;
 G_3 – зчіпна вага трактора (навантаження на рушії), кН:

для гусеничних тракторів або колісних з двома ведучими осями:

$$G_3 = G_{mp} \cos \alpha, \quad (3.8)$$

для колісних тракторів з однією ведучою віссю:

$$G_3 = \frac{G_{mp} \cos \alpha (L - a) + M_o}{L}, \quad (3.9)$$

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);

$\mu_z=1,0$ (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:

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

4. Побудова графіка рівняння силового балансу (див. рис. 3.1).

4.1. По осі абсцис будуємо дві шкали для коефіцієнтів зчеплення (μ) 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 $P_{дн}$, $F_z \max$, 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_{α}

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 (μ), який кількісно характеризує даний агрофон. А в якій зоні (недостатнього чи достатнього зчеплення) буде знаходитись коефіцієнт μ . 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.

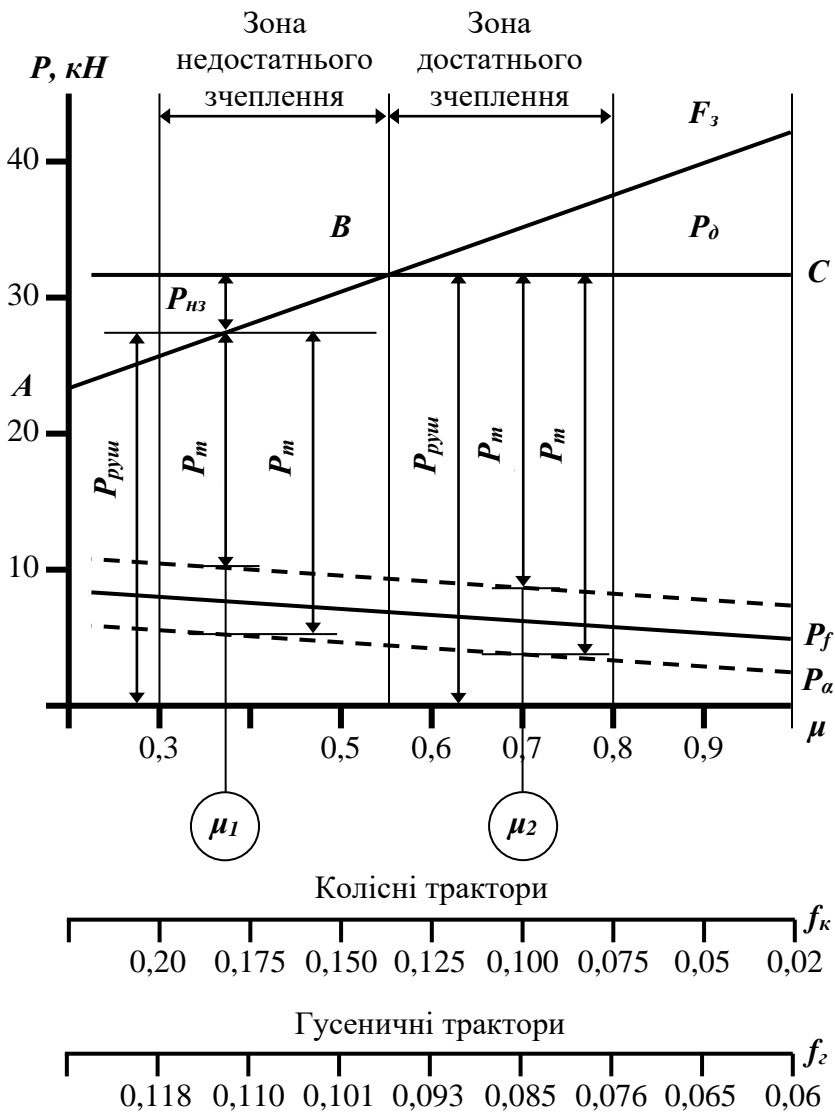


Рис. 3.1 – Графік рівняння силового балансу

Таблиця 3.8 – Технічні характеристики тракторів

Найменування	T-16M	T-25A	T-40M	T-40AM	ЮМЗ-6Л	MT3-80	MT3-82
1	2	3	4	5	6	7	8
Номінальна потужність двигуна $N_{ен}$, кВт	14,7	18,4	36,8		44,2	58,9	58,9
Номінальна частота обертання колінчатого валу двигуна n , с ⁻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 $h_{ш}$, 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 0,33...0,40 – основні	

Продовження таблиці 3.8

1		2	3	4	5	6	7	8
Число циліндричних пар в зачепленні α		3	3-4	3-4		3-4	6 (1п); 5(2п); 4(3-8п); 2(9п)	
Число конічних пар в зачепленні β		1	1	1		1	1	
Передаточні числа трансмісії $i_{тр}$ 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_t , 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	T-70C	ДТ-75М	T-150	К-701
1	2	3	4	5
Номінальна потужність двигуна $N_{ен}$, 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 $h_{ш}$, м	-	-	-	0,523

Продовження таблиці 3.8

1		2	3		4		5				
Колія, м		1,35	1,33		1,435		2,115				
Ширина гусениці (колеса), м		0,30	0,39		0,39 або 0,415		0,71				
Число циліндричних пар в зачепленні α		3–4		3		3–4		5			
Число конічних пар в зачепленні β		1		1		1		1			
Передаточні числа трансмісії $i_{тр}$ по передачам			ПКМ		ХЗ		Ір	Ір	ІІр	ІІІр	
	1	154,6	52,72	44,6	107,3	37,5	177,9	72,6	65,3	26,7	
	2	90,5	49,95	39,8	95,0	32,1	147,0	60,2	54,2	22,2	
	3	56,4		35,8	84,3	29,7	122,0	50,0	45,0	18,4	
	4	45,8		32,2	77,1	27,0	101,3	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;
Ір, Ір, ІІр, ІІІр – режими роботи трансмісії.

ХЗ – ходозменшувач;

Продовження таблиці 3.8

1		2	3		4		5			
Швидкість руху по передачах (теоретична) V_T , км/год			ПКМ		ХЗ		Ір	Ір	ІІр	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_T , кН			ПКМ		ХЗ		Ір	Ір	ІІр	ІVр
	1	25,00	43,30	35,40	30,00	42,50	65,00	65,00	60,00	30,00
	2	25,00	38,30	31,20	30,00	37,00	65,00	62,80	55,96	19,04
	3	25,00		27,50	30,00	32,20	65,00	51,00	45,29	14,61
	4	25,00		24,30	30,00	29,10	65,00	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 $N_{ен}$, кВт	121,3		88,2	106,6	88,2	106,6
Номінальна частота обертання 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 α	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 β		1		1		1	
Передаючі числа $i_{гр}$ трансмісії по передачам	I діапазон (з редуктором)	1	263,6		373,5	373,5	
		2	222,0		326,4	326,4	
		3	196,0		276,2	276,2	
		4	168,0		195,2	195,2	
	II діапазон (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_T , км/год (теоретична)	I діапазон (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 (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 (з редуктором)	1	30,00		60		60	
		2	30,00		60		60	
		3	30,00		60		60	
		4	30,00		60		60	
	II діапазон (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 $N_{ен}$, 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) $G_{тр}$, 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	
Колія, м	1,435		1,68 або 1,86			
Ширина колеса, м	0,415		0,566			
Число циліндричних пар в зачепленні α	I діапазон – 5;		II діапазон – 3;		III діапазон – 3	

Продовження таблиці 3.8

1		2	3	4	5	6	7
Число конічних пар в зацепленні β		1		1		1	
Передаточні числа $i_{гр}$ 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 передачах V_T , км/год (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 – Коefіцієнти опору кочення (f) і зчеплення (μ) рушіїв тракторів з ґрунтами для різних агрофонів (1...7)*

Ґрунти	Класи ґрунтів	Питомий тяговий опір k_0 , кН/м ²	Коefіцієнти 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
коefіцієнти 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.

