

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

АГРАРНА ТЕХНІКА / AGRICULTURAL MACHINERY

Конспект лекцій
Частина 1

СУМИ 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінжинірингу

АГРАРНА ТЕХНІКА / AGRICULTURAL MACHINERY

Конспект лекцій

Частина 1
для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
спеціальності 208 «Агроінженерія»

СУМИ 2024

Укладачі: **Зубко В.М.**, д.т.н., професор кафедри агроінжинірингу Сумського національного аграрного університету
Батюк Л.М., завідувачка навчальної лабораторії кафедри агроінжинірингу Сумського національного аграрного університету

Автори Зубко В.М., Батюк Л.М.

М 54 Аграрна техніка / Agricultural machinery: конспект лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 208 «Агроінженерія». Частина 1. / Зубко В.М., Батюк Л.М.. - Суми, 2024. –149 с.

В конспекті лекцій наведений зміст і послідовність викладення курсу лекцій з дисципліни «Аграрна техніка»

Рецензенти:

Шуляк М.Л., д.т.н., професор, завідувач кафедри агроінжинірингу Сумського НАУ;

Оничко В.І., к. с.-г. н., доцент, завідувач кафедри селекції та насінництва

Відповідальний за випуск:

Шуляк М.Л., д.т.н., професор, завідувач кафедри агроінжинірингу СНАУ.

Рекомендовано до видання навчально-методичною радою інженерно-технологічного факультету. Протокол № 6 від «22» травня 2024 року

© В. М. Зубко, Батюк Л.М. – 2024

© Сумський національний аграрний університет, 2024

ЗМІСТ

	Вступна лекція	4
Лекція 1	Інженерний вплив на об'єкти аграрного виробництва...	5
1.1	Стан середовища з погляду потреб агрокультур	5
1.2	Аналіз діючих агротехнічних вимог та їх реалізація сучасними технічними засобами	6
Лекція 2	Проблеми механізації рослинництва	15
2.1	Розвиток механізації сільського господарства в рослинництві	15
2.2	Характеристика природно-кліматичних зон України	18
2.3	Машинні агрегати	25
2.4	Технічні засоби у рослинництві	53
Лекція 3	Енергетичні засоби, їх класифікація та тягово-приводні властивості	57
3.1	Класифікація тракторів і самохідних шасі	57
3.2	Тягово-зчіпні властивості тракторів	64
3.3	Баланс потужності тракторів	73
Лекція 4	Агромашини, їх класифікація та функціонально-технологічні властивості	76
4.1	Структура агромашин для рослинництва. Агротехнічні вимоги	76
4.2	Технологічні властивості та параметри робочих агромашин	102
4.3	Експлуатаційні властивості робочих агромашин	106
Лекція 5	Машинні агрегати, їх класифікація, структурно-логічна схема та їх кінематика	113
5.1	Властивості та класифікація машинних агрегатів	113
5.2	Структура машинних агрегатів	117
5.3	Розрахунок складу машинного агрегату. Загальний опір	120
Лекція 6	Автотранспорт в аграрному виробництві	124
6.1	Загальновживані терміни щодо автотранспортних перевезень	124
6.2	Автомобільні шляхи України	126
6.3	Основні показники роботи транспортної логістики	129
6.4	Безпека руху на небезпечних ділянках доріг	134
	Список літератури	146

ВСТУПНА ЛЕКЦІЯ

Розпочинаємо цикл лекцій з дисципліни "Аграрна техніка", яка є ключовою для розуміння та впровадження сучасних технологій в аграрному секторі. Ця дисципліна охоплює широкий спектр питань, пов'язаних з використанням техніки та механізації в аграрному виробництві.

Агроінжиніринг (англ. *engineering*, нім. *Engineering*) – набір способів та методів, які використовуються для проєктування ефективності функціонування агропромислового виробництва.

В традиційному розумінні – це задачі, пов'язані з підготовкою виробничого процесу або із забезпечення нормального перебігу процесу виробництва та реалізації продукції.

Ми будемо розглядати різні аспекти інженерного впливу на об'єкти аграрного виробництва, а також проблеми механізації рослинництва. Спеціальна увага буде приділятися енергетичним засобам, їх класифікації та тягово-приводним властивостям, що становлять основу для розуміння роботи сільськогосподарських машин.

Далі ми поглибимося у вивчення агромашин, їх класифікації та функціонально-технологічних властивостей. Розглянемо також машинні агрегати, їх класифікацію та структурно-логічну схему, що становить основу для вивчення їх кінематики.

Не менш важливим аспектом є використання автотранспорту в аграрному виробництві та балансування часу роботи машинних агрегатів з їх продуктивністю. Ми також розглянемо технічне нормування механізованих робіт та операційну технологію, яка визначає послідовність дій в аграрному процесі.

Далі наші лекції охоплять технологічні лінії основного обробітку ґрунту, внесення добрив, передпосівного обробітку ґрунту та сівбу (посадку) агрокультур. Ми також розглянемо лінії догляду за агрокультурами та збирання агрокультур, обговоримо структуру та план використання комплексів машин та машинного парку в аграрному виробництві.

Завершуючи, давайте розглянемо практичні аспекти впровадження сучасних технологій та механізації в аграрному секторі, а також обговоримо перспективи розвитку цієї галузі у майбутньому.

Нехай цей курс стане для вас не лише навчальним, але й джерелом нових знань та інноваційних ідей. Бажаю вам успішного навчання та цікавих відкриттів у світі аграрної техніки!

ЛЕКЦІЯ 1

ІНЖЕНЕРНИЙ ВПЛИВ НА ОБ'ЄКТИ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА

План

- 1.1. Стан середовища з погляду потреб агрокультур.
- 1.2. Аналіз діючих агротехнічних вимог та їх реалізація сучасними технічними засобами.

1.1 Стан середовища з погляду потреб агрокультур

Сучасне аграрне виробництво витрачає велику кількість як поновлювальних, так і неповновлювальних енергоресурсів: розробка засобів механізації, їхнє використання під час вирощування продукції рослинництва, витрата енергії на виробництво засобів захисту рослин (ЗЗР) та елементів живлення для агрокультур. Встановлено, що сучасний агропромисловий комплекс витрачає від 25 до 40 % і більше загального балансу енергоресурсів, яке використовує людство. На сьогодні в науковій літературі, яка формується на основі експериментальних досліджень та виробничого досвіду, особлива увага приділяється максимальній реалізації біологічного потенціалу посівного матеріалу, у тому числі завдяки створенню оптимальних умов для росту та розвитку агрокультури на всіх етапах вегетації.

Вирішальний вплив на урожай має людина, яка може покращувати властивості середовища та створювати оптимальні умови для повного використання потенціалу посівного матеріалу.

Для ефективності вирощування агрокультур, максимальної реалізації біологічного потенціалу, необхідно враховувати показники вологозабезпечення, теплозабезпечення та інших природних критичних чинників, оскільки від них залежить рівень агротехніки для кожної конкретної агрокліматичної зони.

В області аналізу стану середовища на кожній певній фазі органогенезу, вивчення потреб агрокультур у процесі їхнього росту та розвитку та розробки технологій вирощування займаються науково-дослідні інститути аграрного виробництва та навчальні заклади аграрного спрямування.

За вибору типу обробітку ґрунту необхідно виходити з огляду на потреби культури, попередник, реального стану середовища (ґрунту).

Науково обґрунтовані показники агротехнічних вимог можуть відрізняються від реально необхідних для агрокультури в конкретних умовах вирощування. Наприклад, структурний склад ґрунту в орному та посівному горизонтах, на практиці може бути значно грубшим, інколи створення оптимального стану ґрунту може бути досягнуто лише після 9 культивацій та внесення добрив.

Система удобрення агрокультур передбачає науково обґрунтоване

поєднання органічних і мінеральних добрив, використання побічної продукції рослинництва та сидератів, оптимізацію доз добрив у зв'язку з вмістом поживних речовин у ґрунті, строки та способи їхнього внесення залежно від запланованого врожаю, біологічних особливостей культур та їхнє чергування в сівозміні з урахуванням форм добрив, ґрунтово-кліматичних умов, заходів хімічної меліорації ґрунтів, регулювання водного режиму (зрошення або осушення ґрунтів).

На сьогодні на практиці використовуються наступні методи визначення доз: балансовий та нормативної окупності.

Необхідно зазначити, що як у першому, так і в другому методах у цій роботі не врахована післядія добрив, внесених під попередник та наявність добрив у ґрунті в доступній формі.

Впровадження нових інтенсивних сортів і гібридів агрокультур потребує уточнення коефіцієнтів використання поживних речовин із ґрунту й добрив. Кількість потенційно доступних для рослин поживних речовин, які містяться в ґрунті, може варіюватися залежно від зміни середовища вирощування аграрної продукції.

На стан реалізацію біологічного потенціалу суттєво впливають показники співвідношення діючих речовин, дотримання норми (дозы) та рівномірності внесення добрив. Науково обґрунтоване співвідношення азоту, фосфору та калію в середньому по Україні становить відповідно $N : P : K = 1 : 0,9 : 0,8$. Водночас використання середнього значення не є ефективним. Планування норми внесення добрив необхідно визначати з урахуванням бонітету ґрунту, залишкової дії попередніх внесень на кожному певному полі.

На стадії збирання забезпечується збереження накопиченої маси з високими показниками якості зерна. Це забезпечується, насамперед, строками, які в межах однієї групи стиглості гібридів не повинні перевищувати 5 днів. Збирання кукурудзи можна розпочинати при фізіологічній стиглості – 30 %.

Аналіз стану агрокультур та середовища вирощування дає змогу визначитися з їхніми потребами під час росту та розвитку. Це дає змогу впливати на реалізацію біологічного потенціалу агрокультур.

1.2. Аналіз діючих агротехнічних вимог та їх реалізація сучасними технічними засобами

Під час вирощування агрокультури всі технологічні процеси пов'язані між собою. В аграрному виробництві урожайність і якість продукції багато в чому залежить від того, наскільки забезпечено умови для росту й розвитку агрокультур та в які строки проведені всі необхідні механізовані роботи. Якщо вони виконані в оптимальні строки, з забезпеченням якості, вплив несприятливих природних чинників істотно зменшується. І, навпаки, незабезпечення якості робіт веде до зниження врожайності і якості продукції.

Постулати якості полягають у тому, що кожна технологічна операція формує загальну якість технологічного процесу та впливає на кінцевий результат – на кількість і собівартість продукції. Неякісно виконану технологічну операцію неможливо ні переробити, ні компенсувати, ні надолужити високою якістю подальших технологічних операцій.

Механізовані технологічні операції, виконані з порушеннями агротехнічних вимог, не можна переробити або виправити. Так, переорювання погано зораного поля призводить до втрати вологи, зростає загроза майбутньому врожаю; зрізані за міжрядного обробітку культурні рослини до життя не повернеш; зерно, втрачене за комбайном під час збирання, нічим не підбереш; лущена оболонка зерна під час збирання або дроблене зерно до стану цілого не повернути. Наочно це проявляється на збиранні, де від низької якості робіт аграрне виробництво несе великі прямі втрати продукції. Так, дослідженнями встановлено, що середні втрати зерна на збиранні колосових культур складають 8-10 %. Під час збирання комбайнами низки інших культур (цукровий буряк, картопля, бавовна, соя тощо), заготівлі кормів втрати продукції бувають ще більш високими.

Культури діляться за типовими ознаками кінцевого врожаю та мають відповідні вимоги щодо якості зібраної продукції, яку забезпечують робочі органи агромашин.

За ДСТУ 3768:2004 зерно повинно бути непророслим, не допускається пошкодження шкідниками, хворобами або механічним шляхом, не повинно містити домішок органічного та неорганічного походження, відсутнє бите, здавлене, невиповнене, проросле. Зерно повинно мати властивий здоровому зерну нормальний запах і колір.

За визначеними нормами ДСТУ 7035:2009 незалежно від класу, коренеплоди повинні бути свіжі, цілі, здорові, чисті, не зів'ялі, не тріснуті, без ознак проростання, без ушкоджень шкідниками та бур'янами, типовою для ботанічного сорту форми та забарвлення, гладенькими, правильної форми, без бічних корінців, не побитими.

Відповідно до ДСТУ 7033:2009 та ДСТУ 4506:2005 бульби повинні бути цілими, сухими, однаковими за формою та розмірами, зі здоровою шкіркою та відсутністю будь-яких захворювань чи плям на поверхні, незабрудненими, непророслими, за забарвленням однорідними.

На основі порівняльного аналізу отриманої врожайності аграрних культур із біологічним потенціалом посівного матеріалу доведено, що недобір врожаю сьогодні сягає до 25-30 %, а деяким культурам – до 50 %. Це є результатом занижених агротехнологічних вимог та неврахування їхніх показників відповідно до конкретних умов вирощування культур. Іноді показник потенційної врожайності називають ще “виробничими можливостями зеленої рослини”, який можна оцінити накопиченням сухої речовини.

Для вивчення відповідності агротехнічних вимог сучасним робочим органам і агромашинам проаналізовані основні механізовані технологічні

операції загального технологічного процесу, зокрема, дискування, оранка, посів, обприскування та збирання.

1.2.1. Дискування.

На першому етапі технологічного процесу, насамперед, виконуються роботи, пов'язані з ліквідацією рештків попередника.

Після збирання культури на поверхні поля залишається велика кількість рослинних рештків основної культури – стебла, стерня, коренева система, падалиця, рештки бур'янів, які потребують подрібнення та перемішування маси, яка утворилась із ґрунтом. Після збирання висота стерні пшениці 20-25 см (рисунок 1.1).



а



б

а, б – рівномірність розподілення рослинних рештків після збирання пшениці

Рис. 1.1 - Поле після збирання озимої пшениці

Середня висота зрізування стебел під час збирання кукурудзи на зерно становить 10-15 см (рис. 1.2).



Рис. 1.2 - Поле після збирання кукурудзи на зерно

Рослинні рештки найчастіше нерівномірно, а саме, не у відповідності із шириною захвату жатки та мілкими копицями, розподіляються поверхнею ґрунту. На поверхні ґрунту та в рослинних рештках містяться падалиця культури та насіння бур'янів.

За час технологічного процесу вирощування культури ходові системи машин неодноразово проходили поверхнею ґрунту, тим самим збільшуючи його щільність до 1,4-1,6 г/см³. Відсутність механізованого обробітку ґрунту

під час догляду за посівами істотно обмежує проникнення кисню і води в його нижні шари, тим самим зменшуючи пористість ґрунту до 40-45 % та підвищуючи його твердість до 30 кгс/см². Як правило, збирання аграрних культур супроводжується мінімальною кількістю води в ґрунті, що зменшує його липкість.

У процесі лушення гине велика кількість збудників хвороб і шкідників аграрних культур (рис. 1.3).



Рис. 1.3 - Шкідники, які зимують в рослинних рештках кукурудзи

У процесі дискового обробітку гине велика кількість збудників хвороб і шкідників аграрних культур. Дисковий обробіток необхідно проводити відразу після збирання за комбайном.

Для забезпечення вказаних показників використовують сферичні або ромашкові диски різного діаметру.

Основні показники та вимоги відповідно до потреб рослини, якими характеризується дискування, представлені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 Агротехнічні вимоги до виконання дискування (лушення)

Показник	Вимоги і допуски
1	2
Відхилення середньої фактичної глибини обробітку ґрунту від заданої для дискових лушильників, см	не більше $\pm 1,5$
Вирівняність поверхні поля (довжина профілю), м	не більше 10,5 на відрізок 10 м
1	2
Глибина западин або висота гребнів після обробки, см	не більше 4
Перекриття суміжних проходів агрегатів, см	15-20
Підрізання бур'янів, %	90
Допустима кількість незакритих стерні, %	до 4
Розпушення ґрунту, %	10-20
Огірки, необроблені смуги	не допускаються

Аналіз таблиці 1.1 показує, що:

– перекриття суміжних проходів агрегатів втратило свою актуальність.

По-перше, це знижує продуктивність роботи агрегатів, по-друге, знижує

заробітну плату працівників, отже, і їхню мотивацію, по-третє, створення на полосах перекриття відмінних умов для росту й розвитку агрокультури, отже, і рівномірність у розвитку рослин буде також відсутня, по-четверте, використання GPS забезпечує роботу без перекриття;

– сучасний технічний прогрес дає можливість зменшити коливання роботи дискових машин за глибиною, отже, покращити умови розвитку агрокультури. Сьогодні важливість цього показника, а саме допуски до нього необхідно переглянути;

– у вимогах до машин із дисковими робочими органами рекомендується працювати на швидкостях 8-12 км/год. Такий діапазон є доволі широким і забезпечити оптимальну якість не може. Даному показнику необхідно приділити більше уваги.

Аналізуючи теоретичні підходи щодо проектування дискових робочих органів, встановлено, що теоретичні засади спрямовані на врахування контакту робочих органів із ґрунтом, водночас відсутня теорія врахування контакту диску із соломою.

1.2.2. Оранка

Після збирання культури подрібненні рослинні рештки, бур'яни та їхнє насіння, збудники хвороб та шкідників необхідно заробити в ґрунт. Крім того, необхідно заробити органічні та мінеральні добрива та забезпечити розпушення ґрунту для коріння.

Ця операція може виконуватись орним агрегатом.

Оранку ґрунту необхідно проводити з періодичністю раз на 3-5 років. Часта оранка несе великі затрати коштів та праці, не дає повністю розкластися рослинним решткам. Без проведення оранки йде інтенсивне розмноження шкідників та хвороб. За сучасного монокультуризму це спричиняє безліч проблем.

Основні показники та вимоги для оранки, представлені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2. Агротехнічні вимоги до виконання оранки

Показник	Вимоги і допуски
Відхилення фактичної глибини оранки, см	± 2
Викривлення рядів оранки, м	± 1 на 500 м довжини гону
Вирівняність поверхні ґрунту	довжина профілю не більше 10,7 м на відрізу 10 м
Оборот пласта	повний
Закладення рослинних рештків, добрив, %	не менш 95
Кришення пласта (брили розміром 100 см), %	не більше 15
Висота гребнів, см	до 7
Брилистість, %	10
Висота звальних гребнів і глибина розвальних борозен, см	не більше 7
Огріхи, необроблені поворотні смуги, незароблені борозни і гребні	не допускаються

Робота плуга в сучасних умовах повинна проходити з подрібненими рослинними рештками за високої вологості ґрунту з одночасним внесенням мінеральних добрив та з урахуванням вологості ґрунту. Аналіз таблиці 2.2 показує, що плуги не можуть виконувати одночасно подрібнення рослинних рештків, їхнє змішування з добривом та заробку в ґрунт; працювати за високої вологості у зв'язку з налипанням ґрунту на робочі органи плуга.

Сучасні ґрунти зазнають деградації, їхня щільність підвищується та збільшується питомий опір. Це вимагає використання потужних енергетичних засобів із великою масою та збільшеним радіусом повороту. За середньої довжини гону 450-500 м до 10–13 % його довжини використовуємо на розворот машинного агрегату, що спрямоване на збільшення твердості ґрунту.

1.2.3. Посів

Проведення посіву належить до другого етапу вирощування агрокультур. Основним завданням посіву є рівномірний розподіл насіння на площі з прийнятою нормою висіву, закладення на певну глибину для даної культури, забезпечення контакту насіння з вологими шарами ґрунту, що є вирішальною умовою для дружних і рівномірних сходів.

Проведення посіву повинне забезпечувати такі потреби агрокультур:

- посівні роботи необхідно проводити в найбільш сприятливі для насіння стислі агротехнічні терміни;
- рівномірність висіву насіння по площі й у рядах зі встановленою нормою висіву;
- необхідна площа живлення насіння;
- рівномірність закладення насіння на задану глибину;
- насіння розміщується у вологий ґрунт, на дно ущільненої борозни;
- прямолінійність висівних рядків і збереження ширини встановлених міжрядь;
- насіння не повинно ушкоджуватися;
- відсутність огріхів і пересівань;
- відсутня гребенистість;
- розташування посівного матеріалу з урахуванням розвитку кореневої системи агрокультури та створення високого ступеня конкуренції бур'янами.

Проведення технологічної операції повинно забезпечити відбір посівного матеріалу з бункера та його транспортування до насіннепроводу, з урахуванням міжнасінневого інтервалу та забезпечення цілісності насіння (без травмування), забезпечення заданої розкладки (міжнасінневої віддалі) без галоупування та забезпечення оптимального контакту насіння з ґрунтом.

Аналізуючи сучасні сошники, виділяють їх два основних типи: дискові та наральникові.

Основні показники та вимоги для сівби представлені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 Агротехнічні вимоги до виконання посіву кукурудзи

Показник	Вимоги і допуски
1	2
Відхилення фактичної глибини посіву насіння і внесення добрив від заданої, см	± 1
1	2
Відхилення фактичної норми висіву насіння від заданої, %	$\pm 5-8$
Відхилення фактичної норми внесення добрив від заданої, %	± 10
Пошкодження насіння при сівбі, %	не більше 1
Ширина міжрядь, см: основних стикових	± 1 ± 2
Прямолінійність (відхилення від осьової лінії на протязі 50 м), см	не більше 5
Огріхи на засіяному полі	не допускаються
Ширина поворотної смуги	не більше 4-разової ширини захвату агрегату
Відхилення інтервалу між насінням від розрахункового, %	± 30
Відхилення ширини міжрядь від нормативної, см: стикових основних	± 5 ± 1
Відхилення осьової лінії рядка на ділянці довжиною 50 м, см	не більше 5
Огріхи, незасіяні поворотні смуги	не допускаються
Строки сівби на 1 полі, дні	2

Аналіз таблиці 1.3 показує, що нинішні агротехнічні вимоги виконання посіву кукурудзи застаріли. Наприклад, сучасні сівалки забезпечують значно менші показники відхилення інтервалу між насінням та відхилення норми внесення. Розвиток сучасних сівалок спрямований в бік диференційованого посіву як у межах поля, так і за глибиною посіву. Сучасне аграрне виробництво спрямоване на вирощування монокультур, тому на поверхні ґрунту трапляються рослинні рештки, які зменшують контакт насінини з ґрунтом, що призводить до зниження інтенсивності проростання рослини. У сучасних сівалках це може бути вирішено завдяки використанню сенсорів визначення рослинних рештків у посівному ложі.

Робочі органи повинні бути виконані з матеріалу, який не налипає на них. Також, робочі органи необхідно виконувати з великою точністю, адже від неї в подальшому залежать робочі зазори, наприклад, між диском сошника та ребордою, функція якої не лише регулювання глибини посіву, а й очистки диска сошника.

1.2.4. Догляд за посівами

До третього етапу вирощування належить догляд за посівами (внесення ЗЗР). Мінімізація обробітку ґрунту розширює спектр використання засобів захисту рослин для боротьби зі шкідниками, хворобами, бур'янами, внесення деструкторів та елементів живлення.

Ця операція може виконуватись обприскувачем.

Кінцевою метою хімічної обробки посівів є зниження чисельності або знищення шкідливих організмів до рівня, нижчого за економічний поріг шкодочинності. Внесення робочого розчину проводиться в оптимальні строки, з забезпеченням рівномірності покриття оброблюваного об'єкта необхідною кількістю препарату. Чинників, які визначають ефективність обприскування: строки внесення пестицидів, ступінь покриття оброблюваної поверхні, рівномірність внесення, вибір розпилювачів, знесення препарату вітром, висота розміщення штанги та швидкість руху обприскувачів.

Основна задача проведення обприскування – нанести робочий розчин на стовбур рослини і з обох боків листків. Шар покриву не повинен містити прогалин (місць без нанесеного розчину).

Основні показники та вимоги, якими характеризується обприскування, представлені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4. Агротехнічні вимоги до виконання обприскування посівів

Показники	Вимоги та допуски
1	2
Відхилення норми витрати від заданої, %	5
Нерівномірність виливу рідини через розпилювачі, %	15
1	2
Відхилення від заданої швидкості руху, %	10
Відхилення від заданої ширини захвату, м	0,4

Аналіз таблиці 1.4 показує, що нинішні агротехнічні вимоги до проведення догляду за посівами враховують не всі потреби агрокультур та показники, які сьогодні є технічна можливість контролювати. В і нинішніх агротехнологічних вимогах не враховано використання GPS систем на оприскувачах, системи пофорсуночного відключення подачі робочого розчину на підставі створених карт-завдань. Сучасні обприскувачі не знайшли широкого застосування обробки агрокультур знизу листа за мінімальних втрат робочого розчину, до того ж відсутній автоматичний моніторинг зношення форсунок, що впливає на формування краплини робочого розчину та розпливання її по поверхні листа рослини.

1.2.5. Збирання

Збирання продукції рослинництва (можна розглядати як процес збирання накопиченої рослинами енергії) – підсумковий етап технології. Виконання всіх технологічних операцій на цьому етапі спрямовано на збір врожаю з мінімальними втратами, та транспортування його до місця зберігання або переробки.

Ця операція може виконатися збиральним агрегатом.

Робота сучасних збиральних комплексів спрямована на збереження продукції. Так, за збирання зернових – це втрати комбайна на жатці, втрати за обмолоту на роторі або барабані, втрати разом з обмолоченою масою та дроблення зерна.

Сучасні молотильні апарати за обмолоту мають негативний вплив на цілісність зерна. Це є результатом зміни в межах одного поля коефіцієнта солемистості та фракційного складу зерна. На даному етапі існують три основні системи обмолоту зернової маси: барабанна, роторна та гібридна .

Основні показники та вимоги, якими характеризується збирання, представлені в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5. Агротехнічні вимоги до виконання збирання зернових культур

Показники	Вимоги та допуски
Загальні втрати зерна, %	1,5
Подрібнення зерна, %	до 2
Засміченість зерна, %	до 3
Висота зрізу, см	відповідає агровимогам
Укладання копиць соломи	прямолінійне, копиці нерозсунуті

Аналіз таблиці 1.5 показує, що нинішні агротехнічні вимоги до виконання збирання зернових культур враховують не всі показники, які сьогодні є технічна можливість контролювати. На сучасній техніці встановлені датчики контролю втрат за молотаркою. Водночас відсутній контроль втрат за жаткою, травмованості зерна під час збирання та транспортування зібраного врожаю.

ЛЕКЦІЯ 2

ПРОБЛЕМИ МЕХАНІЗАЦІЇ РОСЛИННИЦТВА

План

- 2.1 Розвиток механізації сільського господарства в рослинництві.
- 2.2 Характеристика природно-кліматичних зон України.
- 2.3 Технічні засоби у рослинництві.
- 2.4 Машинні агрегати.

2.1. Розвиток механізації сільського господарства у рослинництві

Технічне оснащення сільського господарства сприяє збільшенню валової продукції при одночасному скороченні числа працюючих у сільському господарстві більш ніж удвічі.

Для того щоб підняти **рівень механізації** сільськогосподарських робіт, забезпечити виконання їх в оптимальний термін і з високою якістю, висувуються наступні основні завдання по прискоренню темпів розвитку механізації, автоматизації виробничих процесів і поліпшенню ефективності використання сільськогосподарської техніки:

- завершення **комплексної механізації виробничих процесів.**

Комплексна механізація рослинництва – це система організації й ведення виробничих процесів, при яких усі операції при обробленні культур, збиранню врожаю, післязбиральній обробці й закладці його на зберігання виконуються машинами в певній послідовності й із заданою якістю;

- впровадження більш досконалої **системи машин** для обробки й збирання сільськогосподарських культур у всіх зонах країни. **Система машин** – це сукупність закономірно зв'язаних між собою тракторів і с/г машин, що виконують протягом року всі с/г роботи в оптимальні агротехнічні строки при найменших витратах праці;

- удосконалювання **конструкцій** сільськогосподарської техніки для створення оптимальних умов розвитку культурних рослин при виконанні технологічних операцій і ліквідації всіляких видів втрат;

- значне підвищення **надійності** сільськогосподарських машин, що дозволяє на заданих інтервалах часу виконання технологічних операцій не мати простоїв з технічних причин і зберігати встановлені показники якості;

- підвищення експлуатаційної й ремонтної технологічності МТП, **пристосованості** до технічного й технологічного обслуговування, діагностування, транспортування й зберігання;

- збільшення **довговічності** сільськогосподарської техніки, збереження експлуатаційних властивостей машин на весь період експлуатації;

- зниження витрат на відновлення техніки;

- впровадження **автоматичних обладнань**, що дозволяють

підтримувати технологічні й технічні режими роботи й регулювання агрегатів в оптимальних межах;

- розробка й створення автоматизованих **систем керування** машинного парку у господарствах, районних агропромислових об'єднаннях (РАПО) і інших підрозділах АПК;

- розробка й удосконалення таких обладнань, які забезпечують водієві-механізаторові **умови для роботи**, відповідні до вимог охорони праці.

Відповідно до основних **напрямів технічного прогресу** у рослинництві існують наступні шляхи вдосконалення сільськогосподарських машин :

- впровадження найбільш прогресивних енергозберігаючих ґрунтозахисних технологій, машин і устаткування, що забезпечують різке зниження витрат праці й підвищення його ефективності;

- створення комбінованих машин і агрегатів, що поєднують виконання декількох операцій при одному проході, особливо при обробці ґрунту;

- збільшення ширини захвату агрегатів, пропускної спроможності збиральних машин, вантажопідйомності транспортних і вантажних засобів;

- механізація навантажувально-розвантажувальних, важких і шкідливих для здоров'я робіт;

- універсализація й уніфікація машин, підвищення їх якості й надійності за рахунок застосування сучасних конструкційних матеріалів;

- автоматизація виробничих процесів і поліпшення умов праці;

- широке впровадження потокових методів виконання робіт, особливо на збиранні врожаю;

- застосування автоматизованих машин і систем, що забезпечують роботу за заданими технологічними критеріями, включаючи енергонасичені трактори й знаряддя з активними робочими органами.

Сучасні зернозбиральні комбайни також зв'язані через універсальну систему позиційного визначення GPS і можуть передавати дані про намолоти на окремих ділянках поля. Ці дані через бортові комп'ютери, які з'єднані з одержувачем універсальної системи GPS, ураховуються, і з їхньою допомогою забезпечується позиційно точна дія системи комутації (включення-вимикання) у польових границях (або при обході перешкод). За допомогою цих границь бортовий комп'ютер визначає функції параметрів знаряддя, де в реальній обстановці знаряддя повинне бути включене або змінений режим його роботи. Система оперує незалежно від того, чи є будь-які напрямні лінії (технологічна колія) чи ні. Можуть також братися до уваги узбіччя, які повинні залишатися неопрацьованими (наприклад, у межах захисних зон). Дії автоматичної комутації приводять до помітної допомоги у роботі й до корисних уточнень її якості. Це особливо важливо при великій робочій ширині й неправильній формі поля.

Найважливішим основним засобом і територіальною базою функціонування виробничих процесів у сільському господарстві є **земля**. Україна має значний фонд земель, який перебуває у розпорядженні сільськогосподарських підприємств і господарств. Площа цих земель становить 48 млн. га при загальній території України 60,3 млн. га.

Найвищу питому вагу мають рілні угіддя в степовій частині держави (68-80% всієї площі). На півдні природні сіножаті займають обмежені території, у Криму всього 17 тис.га., у гірських районах Карпат і Криму помітно розширюються площі пасовищ.

Зокрема у Закарпатській, Івано-Франківській, Львівській і Чернівецькій областях, переважливо в їх Карпатських районах, відповідно, зосереджено 134, 106, 227, 65 тис.га. пасовищ (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 Посівні площі сільськогосподарських культур по областях в 1995 році (усі категорії господарств: тис. га).

Області	Уся площа	Зернові культури	Технічні культури	Картопля, овочеві	Кормові культури
Україна	32802	15294	3825	2154	11531
Вінницька	1832	882	265	134	531
Волинська	710	292	71	87	259
Дніпропетровська	1982	976	240	90	676
Донецька	1529	747	155	90	537
Житомирська	1308	518	106	120	564
Закарпатська	196	99	5	29	103
Запорізька	1757	832	208	78	589
Івано-Франківська	420	147	44	49	180
Київська	1431	616	137	132	546
Кіровоградська	1725	786	298	72	569
Кримська	1217	576	83	44	512
Луганська	1348	687	142	62	477
Львівська	868	306	85	89	388
Миколаївська	1600	773	208	63	556
Одеська	1985	991	237	92	665
Полтавська	1822	850	273	90	609
Рівненська	698	287	81	79	237
Сумська	1375	652	158	105	450
Тернопільська	953	427	128	76	327
Харківська	1833	891	63	87	592
Херсонська	1602	843	141	77	541
Хмельницька	1386	671	171	103	441
Черкаська	1308	626	193	91	398
Чернівецька	351	127	42	33	139
Чернігівська	1586	684	91	180	611

2.2. Характеристика природно-кліматичних зон України

Рельєф

Поверхня України різноманітна: 70% її площі – **низовини**, 25% – **височини** і тільки 5% – **гірські природні комплекси**. Підвищеність рівнинної частини території України над рівнем моря становить у середньому 175 м, а її найвища точка – гора Берда на Хотинській височині (515 м). На Азово-Чорноморському узбережжі абсолютні висоти коливаються у межах 10–15 м, на височинах – переважно 300–400 м. Гірські хребти досягають заввишки 1700–2000 м; найвищою точкою України є гора Говерла (2061 м) в Українських Карпатах (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Великі форми рельєфу України.

Гори займають лише 5 % площі України. Вони є складовою частиною великого Альпійсько-Гімалайського гірського поясу. На Карпати припадає близько 4 % площі, на Кримські гори – близько 1 %.

Гірський рельєф досить плавний, без скелястих піків і льодовиків, із досить широкими долинами річок, і тільки подекуди зустрічаються стрімкі ущелини.

Кліматичні умови та ресурси

Клімат – це багаторічний режим погоди, властивий даній території. Клімат України є помірно континентальним, з певними особливостями у Кримських і Карпатських горах, а також на Південному березі Криму, якому властиві риси субтропічного середземноморського типу клімату. Континентальність клімату на території країни зростає із заходу на схід.

Сонячна радіація – головний фактор кліматотворення. Її кількість

залежить від широти місцевості. Остання зумовлює кут падіння сонячних променів і тривалість дня (тобто сумарну сонячну радіацію, певною мірою, – середні температури повітря). Величина сумарної сонячної радіації в межах України коливається від 4200 до 5300 МДж/м². Більшу її частину територія одержує з травня до вересня.

Завдяки **циркуляції атмосфери** відбувається перерозподіл тепла і вологи. Циркуляція атмосфери зумовлює перенос повітряних мас, їх трансформацію і взаємодію, що виражаються у вигляді атмосферних фронтів. В Україну надходять морські повітряні маси з Атлантики й Арктики і континентальне повітря, що формується над Азією. Характер атмосферної циркуляції над Україною визначається чергуванням циклонів і антициклонів. Циклони надходять протягом року із заходу, південного заходу та півдня й спричиняють відлиги взимку і дощі з прохолодною погодою влітку. **Характер підстилаючої поверхні** впливає на розподіл сонячної радіації та рух повітряних мас:

- рівнинність більшої частини України зумовлює поступове зростання показників сонячної радіації і середньої температури з півночі на південь, не перешкоджає просуванню повітряних мас у різних напрямках;
- Карпатські й Кримські гори є бар'єрами для проходження певних повітряних мас (тому клімат Закарпаття і Південного берега Криму відрізняються);
- у горах з висотою зростає кількість опадів і зменшується температура повітря;
- на мікроклімат впливають також річкова мережа, ґрунтово-рослинний покрив, забудова населених пунктів тощо.

Основні показники клімату – температурний режим повітря і кількість опадів.

Середня температура найхолоднішого місяця в Україні (січня) на північному сході –7°C, на Південному березі Криму – +2...+4°C; найтеплішого місяця (липня) – від +18°C на заході до +22...+23°C на півдні.

Території України притаманний континентальний тип річного руху атмосферних опадів з максимумом влітку і мінімумом узимку; спостерігається поступове зменшення **кількості** опадів із заходу і північного заходу на південний схід і південь (від 550–650 мм до 300–350 мм). Максимальна кількість опадів спостерігається в Українських Карпатах (1500–2000 мм).

Ґрунт – пухкий поверхневий шар земної кори, який сформувався в процесі тривалої взаємодії всіх природних компонентів і характеризується родючістю завдяки наявності органічної речовини – гумусу. Ґрунти утворюються за певних умов (материнські породи, рельєф) і змінюються під впливом природних чинників і діяльності людини.

У розміщенні ґрунтів на території України простежуються дві основні закономірності: **широтна зональність** у рівнинній частині і **висотна поясність** у горах.

Дерново-підзолисті ґрунти сформувалися в умовах помірно вологого клімату на супісках і піщано-глинистих четвертинних відкладах, за високого рівня залягання підземних вод, під сосновими і мішаними лісами Українського Полісся.

Сірі й темно-сірі лісові ґрунти сформувалися в умовах помірно теплого клімату, достатнього чи недостатнього зволоження, переважно на лісах і лісоподібних суглинках, за відносно глибокого рівня залягання підземних вод, у минулому – під широколистими лісами Лісостепу. Чорноземи типові сформувалися в умовах помірно теплого, недостатньо вологого клімату на пухких гірських породах – лісах і лісоподібних суглинках, за відносно неглибокого рівня залягання підземних вод, у минулому – під природною рослинністю лучних степів, що була характерною для Лісостепу й північного Степу. Степова рослинність давала щорічно велику кількість рослинних залишків, ґрунтоутворення відбувалося під впливом активної діяльності тварин, що риють ґрунт, зокрема дощових черв'яків. Тепер це найбільш розорані ґрунти, тому тут порушені умови природного ґрунтоутворення й спостерігається погіршення стану чорноземів. На півдні Причорноморської низовини в умовах посушливого клімату під розрідженою рослинністю сухих степів сформувалися каштанові ґрунти. Вони досить родючі, але нерідко засолені.

Буроземи – це щербенисті ґрунти, що сформувалися на схилах гір в умовах достатнього і надмірного зволоження, м'якої зими й прохолодного літа під деревним покривом. В Україні вони мають невелике поширення. Коричневі ґрунти характерні для сухих субтропіків Південного берега Криму. Вони сформувалися в умовах вологої, порівняно теплої зими й сухого, жаркого літа під деревинно-чагарниковою рослинністю гірських схилів.

Земельні ресурси – вид природних ресурсів суходолу; частина земельного фонду, що використовується або може бути використана для конкретних господарських цілей. На території України переважають землі сільськогосподарського призначення (понад 70%), тобто сільськогосподарські угіддя (рис. 2.2). Іншу частину земель займають дороги, населені пункти, ліси тощо.

Близько 80 % сільськогосподарських угідь займають орні землі. 13% припадає на пасовища і 5 % на сіножаті. Структура сільськогосподарських угідь має територіальні відмінності. На території Лісостепу і Степу сільськогосподарські угіддя займають 70–80%, а в Карпатах і Поліссі їхня частка є значно нижчою.

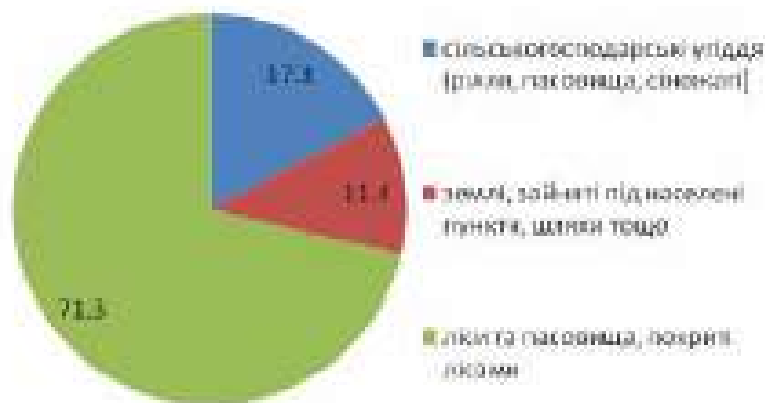


Рис. 2.2. Структура земельних ресурсів України.

Різні ґрунти мають різну опірність господарській діяльності й тому потребують захисту та меліорації. Розрізняють водну (зрошення, осушення), хімічну (внесення мінеральних добрив) і лісотехнічну меліорацію.

Водна меліорація полягає в осушенні перезволожених дерново-підзолистих ґрунтів, зрошенні чорноземів південних і каштанових ґрунтів, захисті від змиву ґрунтів гірських схилів; **хімічна** – у вапнуванні кислих (наприклад торф'яних і дерново-підзолистих) і гіпсуванні солонцюватих (наприклад солонців і солончаків) ґрунтів. Ґрунти України – одні з найродючіших у світі. За розораністю земель (56%) Україна посідає одне з перших місць у світі.

Природні комплекси і фізико-географічне районування

Природно-територіальний комплекс (ПТК), або ландшафт, – це територія, для якої притаманне певне сполучення природних компонентів, що взаємодіють й утворюють єдину систему.

Найбільшим природним комплексом є **географічна оболонка**. Сонце освітлює й нагріває Землю нерівномірно. Тому температура повітря змінюється залежно від географічної широти (від екватора до полюсів). Різні співвідношення водних мас і суходолу, різноманітні рельєф і рослинність – усе це сприяє поділу географічної оболонки на менші природні комплекси – материки й океани, які, у свою чергу, поділяються на ще дрібніші – фізико-географічні країни. Рівнинна територія України – це частина Східноєвропейської фізико-географічної країни. Карпати і Кримські гори – це дві гірські фізико-географічні країни. У межах фізико-географічних країн виділяються зональні ПТК, які відрізняються кліматичними умовами.

На рівнинній території України можна виділити **природні зони: полісся, лісостепу та степу** (рис. 2.3).

Зональність може порушуватись азональністю, тобто поширенням природного явища, не пов'язаного із зональними особливостями території.



Рис. 2.3. Фізико-географічне районування України.

Складовою частиною природних зон є **підзона**. У степовій зоні України виділяються Північно-степова і Південно-степова підзони. У свою чергу, в зонах і підзонах виділяють **фізико-географічні провінції**. Наприклад, Лісостепова зона поділяється на Західноукраїнську, Дністровсько-Дніпровську, Лівобережно-Дніпровську, Середньоруську провінції, які складаються з більш дрібних одиниць – **фізико-географічних областей**, а ті, у свою чергу, – із **фізико-географічних районів, місцевостей, урочищ**. Області та райони можна виділити за геологічним складом гірських порід, тектонічною будовою, рельєфом території, тобто за азональними ознаками. Важливо те, що незалежно від розміру всі компоненти цих комплексів тісно пов'язані один з одним, але зберігають при цьому свою індивідуальність.

Водними природними комплексами є Чорне й Азовське моря. Природно-територіальні комплекси змінюються внаслідок господарської діяльності людини, тобто з'являються антропогенні ландшафти. До них належать мисливські угіддя (слабо змінені), рілля, дрібні поселення (змінені), міста, розробка корисних копалин (сильно змінені), паркова зона, «зелена зона» навколо міст (поліпшені).

Зона Полісся України

Зона Полісся займає близько 20% території. Південна межа проходить поблизу Рави-Руської, Львова, Золочева, Шепетівки, Житомира, Києва, Ніжина, Глухова.

Характерними є низовинний рельєф, піщані й піщано-глинисті відклади. В антропогені, під час дніпровського зледеніння, сформувалися піщані рівнини, моренні пасма, солові форми рельєфу.

Клімат помірно континентальний, літо тепле, вологе, зима м'яка. Середня температура січня змінюється із заходу на схід від $-4,5$ до -8°C , липнева – від $+17$ до $+19^{\circ}\text{C}$. У середньому за рік випадає 600–680 мм опадів (близько 70 % у теплий період року). Річкова мережа густа – багато боліт. У крейдових породах зустрічається карст. Багато озер.

Ґрунти дерново-підзолисті та болотні. На більшій частині території переважають соснові, дубово-соснові та дубово-грабові ліси. Є значні ділянки дубово-липових, вільхово-березових і ясеневих-вільхових лісів. Характерні типові лісові тварини: козулі, лосі, дикі свині, вовки, лисиці, рисі, куниці, зайці, білки, борсуки; завезено ондатра; птахи – тетереви, глухарі, рябчики. На болотах, озерах і річках живуть бобри, видри, різні види диких качок, кулики, у водоймах понад 30 видів риб.

Зона Лісостепу України

Лісостепова зона простягається в центрі України від Передкарпаття до Середньоруської височини. Південна межа проходить лінією Ананьїв – Знам'янка – Олександрія – Світловодськ – Красноград – Ізюм. На лісостепову зону припадає третина території України.

Рельєф території різноманітний. На Правобережжі розташовані Волинсько-Подільська та Придніпровська височини. Їм притаманні плоска та хвилясто-горбиста поверхні (плато), по берегах річок плато сильно розчленоване балками та ярами.

Клімат Лісостепу помірно теплий, з достатнім і постійним зволоженням на заході та нестійким – на сході. Кліматичні умови змінюються в меридіональному й широтному напрямках. Січневі температури із заходу на схід змінюються від -5 до -8°C , липневі – від $+18$ до $+22^{\circ}\text{C}$. Кількість опадів зменшується із заходу на схід від 500–750 до 450 мм.

Лісостепову зону перетинають річки басейнів Південного і Західного Бугу, Дністра, Дніпра, Сіверського Дінця. Густота річкової мережі зменшується із заходу на схід.

Світло-сірі, сірі й темно-сірі лісові ґрунти займають великі площі на Правобережжі, на Лівобережжі переважають опідзолені чорноземи.

У Лісостепу переважають дубові ліси (діброви). Видовий склад лісів частково змінюється із заходу на схід: на крайньому заході – бук, на Придніпровській височині – граб, клен, явір, на Лівобережжі – дуб, клен гостролистий, липа. Підлісок складається з ліщини, барбарису, бруслини, глоду.

Зона Степу України

Степова зона розташована на південь від лісостепової й простягається до Азово-Чорноморського узбережжя та Кримських гір. Степ займає 40% площі України й охоплює Причорноморську низовину, південну частину Придніпровської і Подільської височин, а також рівнинну частину Кримського півострова.

Клімат помірно континентальний. Середня температура січня

змінюється з південного заходу на північний схід від -2 до -9°C ; липня – від $+20$ до $+24^{\circ}\text{C}$. Річна сума опадів зменшується від 450 до 300 мм.

Через недостатність атмосферних опадів густота річкової мережі незначна. Найбільші річки є транзитними: Дніпро, Південний Буг, Дністер, Дунай із притоками. Місцевий стік формується за рахунок талих снігових вод.

Ґрунтово-рослинний покрив: у північній частині – лучні степи з типовими чорноземами, котрі майже скрізь розорані. У центральній смузі в умовах недостатнього зволоження розвивається природна різнотравно-типчаково-ковилова рослинність на чорноземах звичайних, посухостійке різнотрав'я – на чорноземах південних. Сухостепові південні ландшафти (вузька приморська смуга) із типчаково-ковиловою і полинно-злаковою рослинністю сформувалися на каштанових солонцюватих ґрунтах.

Рослинність і тваринний світ: північні райони – різнотравно-злакова степова рослинність. Далі на південь вона змінюється ковилово-типчаковою, зустрічаються злаки, полини, солянки, житняки. Із тварин, крім численних дрібних гризунів, у степу живуть ласки, горностаї, степові ховрашки, вовки, лисиці, зустрічаються борсуки, козулі.

Українські Карпати

До складу природно-територіального комплексу Українських Карпат входять власне Карпати, Передкарпатська підвищена рівнина і Закарпатська низовина, які розташовані на заході країни.

Карпати як гірська країна входять до Альпійсько-Гімалайського поясу складчастих гір. Вони є відносно молодими (альпійська складчастість). Формування Карпат ще триває, про що свідчать землетруси та повільні підняття окремих ділянок.

Українські Карпати є лише частиною Карпатських гір. Вони складаються з чотирьох хребтів (гірських пасом). Три пасма складаються з осадових гірських порід, четверте – з вулканічних і являє собою ланцюг згаслих вулканів.

Клімат у горах помірний, вологий, але значно прохолодніший, ніж у суміжних районах. Середня температура січня -12°C , липня $+13^{\circ}\text{C}$. Кількість опадів – понад 1500 мм, вони випадають переважно в червні-липні та взимку.

Густа річкова мережа. Найбільші річки – Дністер, Прут, Тиса, Черемош. Озер мало. Спостерігається вертикальна поясність ландшафтів: передгірний пояс (до 400–700 м) – дубово-грабові й дубові ліси; низькогірний (до 1200 м) – букові, буково-модринові ліси; середньогірний (1500–1800 м) – чагарники з гірської сосни, чорної вільхи. Схили вкриті гірськими луками.

Передкарпатська підвищена рівнина простягається широкою смугою вздовж гірської дуги. Поверхня сильно розчленована. На межиріччях поширені глини й лесоподібні суглинки, а на заплавах – піски, гравій, глина.

Континентальність клімату зростає з північного заходу на південний схід. Із ґрунтів переважають дерново-підзолисті, сірі лісові, зустрічаються

чорноземи та болотні.

Рослинність представлена широколистими та мішаними лісами (дубово-буковими, дубово-буково-модриновими), у яких зустрічаються граби, клени, явори, у підліску – ялівці.

Закарпатська низовина являє собою пласку, слабо нахилену на захід рівнину басейну Тиси.

Клімат теплий і вологий. Середня температура січня -3°C , липня $+20^{\circ}\text{C}$, опади складають 700 мм на рік. Рослинність представлена дубовими і чорно-вільховими лісами. Лісистість складає 10–15 %. Майже 50% площі розорано.

Кримські гори

Кримські гори простяглися на півдні Кримського півострова із заходу на схід на 180 км. Їхня ширина – 50–60 км. У рельєфі чітко виділяються три майже паралельні пасма: Головне, Внутрішнє, Зовнішнє (північне).

Кримські гори поділяються на три фізико-географічні області: передгірну, Головне пасмо і Південний берег Криму.

Ґрунти – дерново-карбонатні на схилах, чорноземи на плоских міжгірських ділянках. Переважають ландшафти Лісостепу – дубові ліси чергуються з луч ними степами.

Головне пасмо. На вершинній поверхні (яйлах) розвинені карстові процеси, чому сприяють тріщини та розчинність вапняків і гіпсів, утруднені умови стоку (багато безстічних знижень на яйлах) і сприятливі кліматичні умови. Кількість опадів на рік: на заході – 1000 мм, на сході – 600–700 мм, причому 50–60% у вигляді снігу. Середні температури липня $+15...+16^{\circ}\text{C}$, січня -4°C (на висоті 1000 м). Головне пасмо – акумулятор підземних вод, що дають початок струмкам і річкам.

Природні комплекси Криму сильно змінені, хоча ці зміни, на відміну від інших регіонів, не завжди негативні. Водночас дотепер трапляється нерозумне втручання людини в природні процеси. Унаслідок надмірної вирубки в недалекому минулому повноцінні дубові ліси перетворилися на низькорослі зарості, а в східній частині Південного берега ліси знищені зовсім. Зараз тут змушені вкладати значні кошти в заліснення сухих голих схилів, щоб уникнути ерозійних і зсувних процесів, які активізувалися зі знищенням лісів.

2.3 Технічні засоби у рослинництві

Головну тенденцію синтезу технологій і засобів механізації агропромислового виробництва рослинницької продукції сьогодні можна охарактеризувати поняттям ресурсозбереження. Воно спонукує до глибокої диференціації сільськогосподарської техніки в залежності від ґрунтово-кліматичних умов і потреб вирощуваних культур, представляє собою складну комплексну проблему.

У відповідності з цим, основними **напрямами розвитку механізації** рослинництва в Україні є:

- комплексне забезпечення рослинництва ефективними енергетичними засобами (тракторами і комбайнами необхідних типорозмірів).

- перехід до ресурсозберігаючих технологій вирощування основних сільськогосподарських культур і відповідних комплексів машин.

- створення нових технологій та технічних засобів для застосування окремих сільськогосподарських культур у енергетичних цілях.

Суміщення механічного обробітку міжрядь із хімічним у зоні рядка при догляді за просапними культурами дозволяє скоротити витрати пестицидів на 50–70%, а впровадження біологічних методів захисту рослин разом із хімічними на зернових культурах дозволяє знизити собівартість рослинницької продукції на 30%.

Оперативний **рівень технічного забезпечення АПК** (T_{op}) можна комплексно оцінити співвідношенням вартості техніки (B_m), яка щорічно купується, до вартості виробленої за рік сільськогосподарської продукції (B_{np}), тобто :

$$T_{op} = (B_m / B_{np}) 100, \%$$

Комплексний показник оперативного **рівня технічного забезпечення АПК** (T_{op}) характеризує реальний стан щорічного відновлення машинного парку для виробництва сільськогосподарської продукції. Зниження складової B_m свідчить про спад механізації сільськогосподарського виробництва, обумовлює наступне зменшення B_{np} . Підвищення комплексного показника T_{op} вище раціональних меж веде до збільшення частки вартості техніки в собівартості продукції, зниженню прибутковості останньої, що також небажано.

У сучасних умовах раціональним **значенням комплексного показника оперативного рівня технічного забезпечення АПК вважають $T_{op}=8\%$** . Тобто, гармонічний розвиток агропромислового комплексу можливий при відповідному рівні його технічного забезпечення, який потребує 12-річного циклу повного відновлення машинного парку.

Зауважимо, що технічні засоби при вирощуванні сільськогосподарських культур певним чином впливають на їх врожайність та рівень втрат врожаю. Істотний вплив на врожайність справляє група машин для внесення добрив (50%), обробітку ґрунту (25%) та посіву (25%). Втрати врожаю залежать від іншої групи сільськогосподарської техніки – для захисту рослин (40%), збирання (30%), первинної переробки і зберігання (30%). Якщо на кінцевий результат кожна з означених груп впливає однаково, то оцінка питомого впливу основних чинників технічного порядку має вигляд, представлений на рис. 2.4. Звідси, стає очевидним, які машини і яким чином можуть вплинути на перспективи одержання врожаю.

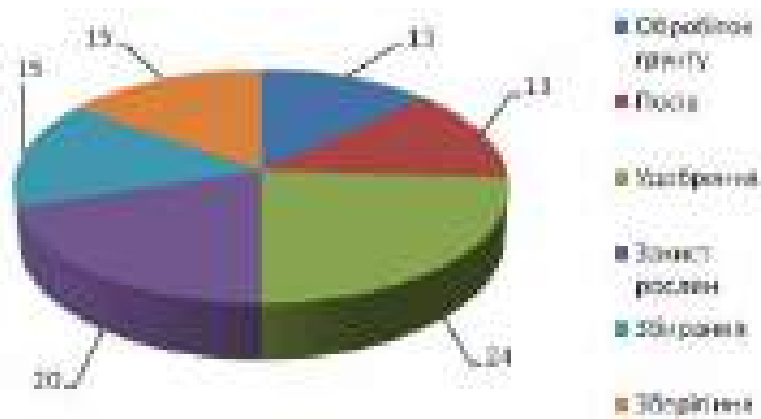


Рис. 2.4. Вплив окремих груп машин на продуктивність сільськогосподарських культур.

Грунтообробна техніка

Основа диференціації технологічних процесів і засобів механізації обробітку ґрунту об'єктивно закладена в розмаїтості умов виконання даного процесу. Наближення до оптимального для культурних рослин стану ґрунту відбувається через досягнення максимальної відповідності між можливостями машинних агрегатів з одного боку, ґрунтово-кліматичними умовами й агротехнічними вимогами до них – з другого. Диференціацію одноопераційних машин (рис. 3.5), їх у відповідність потребам вирощуваних культур важливо враховувати при виборі ґрунтообробної техніки.

Вид та глибина (см) обробітку ґрунту	Типи машин для основного обробітку ґрунту		
	плуги полицеві	дискові знаряддя	чизельні знаряддя
Поверхневий (0-6)	-	Дискові пашкельники 	Легкі культиватори
Місний (6-15)	Плуги-пашкельники 	Дискові борони 	Важкі культиватори
Середній (16-24)	Обертові плуги загального призначення 	Важкі дискові борони 	Плоскорізи, чизельні культиватори
Глибокий (24-32)	Плуги ярусні 	Дискові плуги 	Чизельні плуги, глибокорозпушувачі

Рис. 2.5. Диференціація ґрунтообробних машин за глибиною обробітку.

Диференціація ґрунтообробних машин обумовлена біологічними особливостями вирощуваних культур, характером розміщення основної маси коренів в оброблюваному шарі. Вона передбачає обмеження в застосуванні техніки для поверхневого (0–8 см) і мілкого (8–16 см) обробітків ґрунту як основного. Обробіток ґрунту під оброблювану культуру в сівозміні виконується по агрофону культури-попередника, що істотно впливає на технологічний режим роботи (рис. 2.6).

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ КУЛЬТУРИ, йї питома вага, %	Глибина обробітку, см		
	Умовне позначення ґрунтообробної машини		
	Плососк	Лісостеп	Степ
Озимі зернові 28,6	18–22 	20–22 	20–22 
Кукурудза 15,2	*25–27 	25–30 	25–30 
Богаторічні трави 13,5	18–22 	20–22 	20–22 
Ярі зернові 10,8	18–22 	20–22 	20–22 
Цукровий буряк 7,3	25–27 	25–35 	25–35 
Зернобобові 5,0	18–22 	20–22 	20–22 
Кartoпля и овачі 4,5	*25–27 	25–30 	25–30 
Соняшник 3,3	-	25–32 	25–32 
Круп'яні 1,9	18–22 	20–22 	20–22 
Льон 0,8	18–22 	18–22 	-

Рис. 2.6. Диференціація засобів механізації основного обробітку ґрунту.

Необхідно враховувати характер розміщення і кількість рослинних залишків на поверхні поля на момент основного обробітку ґрунту. Поверхневі рослинні залишки за своєю масою іноді в 4–5 разів перевершують кореневі. Тому, вони більше впливають на технологічні результати роботи машин.

Сучасна система засобів механізації основного обробітку ґрунту для умов України сформована на основі аналізу умов роботи і вимог сільськогосподарських культур до ґрунтообробних знарядь (табл. 2.2).

Таблиця 2.2. Технічна характеристика плугів.

Показник, одиниця виміру	Плуг			
	ПЛ-4-30 (луцильник)	ПО-3-40 (обертовий)	ПНЯ-4-42 (ярусний)	ПНУ-8-40 (загального призначення)
Ширина захвату, м	1,20	1,20	1,74	3,20
Глибина обробітку, см	8...16	16...24	25... 35	25...35
Швидкість, км/год.	6...9	6...9	6...9	6...9
Продуктивність, га/год.	0,7... 1,0	0,6...0,8	1,2...1,5	1,8...2,7
Маса, кг	385	520	1050	2300
Агрегатуються з тракторами класу	1,4	1,4	3	5

Мілкий полицевий обробіток на 8...16 см виконують плугами-луцильниками, які випускає ВАТ “Кам’янець-Подільськсільмаш” (ПЛ-3-30, ПЛ-4-30, ПЛ-6-30) (табл. 3.2). Для виконання оранки на середню глибину (16...24 см) перевагу слід надавати плугам загального призначення (ПМУ-5-40, ПНУ-8-40), і зокрема обертовим (ПО-3-40, ПНО-5-40).



Рис. 2.7. Ярусний плуг ПНЯ-4-42 у роботі з трактором Valmet 8250.

Для глибокої оранки на 25...35 см із загортанням поверхневого шару ґрунту з органікою (до 120 т/га) на дно борозни створені ярусні плуги (ПНЯ-4-42, ПНЯ-6-42), які забезпечують найвищу якість оранки (рис. 2.7).

Ярусна оранка відповідає умовам відтворення гумусу, знищує пророслі дводольні та однорічні злакові, зменшує на 30...60% кількість пророслих бур'янів з насіння, кореневищ і паростків. Вітчизняна промисловість освоїла випуск важких дискових борін до тракторів класів 1,4-5, їх виробляють в більшості регіонів України (табл. 2.3).

Таблиця 2.3. Технічна характеристика дискових борін.

Показник, одиниця ви міру	Дискова борона			
	БДН-2,6	БДН-6,3	БДВП-6,3	БДВ-8,5
Ширина захвату, м	2,6	6,3	6,3	8,5
Глибина обробітку, см	6...12	8...16	16...24	8...16

Швидкість, км/год	6...9	6...9	6...9	6...9
Продуктивність, га/год	1,2...1,8	3,8...4,5	3,8...4,5	4,6...6,8
Маса, кг	960	3900	5070	6800
Агрегатуються з тракторами класу	1,4	3	5	5

В основному ці конструкції повторюють, з відповідними до зони Лісостепу України змінами, відомі БДТ-7 та БДТ-3. Водночас, на ринку з'явилися й нові важкі борони з X-подібним (БДВ-8,5) та V-подібним (БДВП-6,3) розміщенням дискових батарей (рис.3.8).



Рис. 2.8. Ґрунтообробні агрегати на базі дискових борін БДВП.

Подібні машини випускають відомі фірми John Deere, Gregoire Besson, Jussey, Rau. Такі важкі дискові борони дозволяють обробляти поля після кукурудзи, соняшника на глибину до 20 см. В певній мірі, вони працюють як дискові плуги.

Обсяги розпушення ґрунту без оберту скиби знаряддями неполицевого типу зростають і в найближчому часі складатимуть 30...50% посівних площ Лісостепу України. Плоскорізи та розпушувачі (чизелі) слід ширше використовувати в зонах недостатнього зволоження, на агрофонах з незначною кількістю (до 30 ц/га) рослинних решток, замість веснооранки. Це дає можливість на 20...40 % скоротити строки проведення основного обробітку ґрунту, зменшити на 6-12 кг/га витрати пального, вирішити нагальні проблеми захисту ґрунтів при лімітованому енергозабезпеченні.

На вітчизняних заводах серійно випускаються ефективні ґрунтообробні знаряддя на базі плоскорізних та чизельних робочих органів (табл. 2.4).

Таблиця 2.4. Технічна характеристика розпушувачів.

Показник, одиниця виміру	Плоскоріз- щілювач	Розпушувач	Чизельний плуг з приставкою	
Марка машини	ПЩН-2,5	КР-4,5	АЧП-2,5	АЧП-4,5
Ширина захвату, м	2,5	4,5	2,5	4,5

Продовження табл.24

Глибина обробітку, см	до 35	до 20	до 35	до 35
Швидкість робоча, км/год.	7...9	1...9	7...9	7...9
Продуктивність, га/год.	1,7...2,2	3,1...4,1	1,7... 2,2	3,0...4,0
Маса, кг	1860	1560	860	1310
Агрегатуються з тракторами класу	3	3	3	5

У згаданих розпушувальних агрегатах застосовуються ефективні ротаційні приставки для подрібнення і вирівнювання поверхневого шару ґрунту. Важливу роль відіграє ця група знарядь при обробітку схилових (до 8°) земель, зокрема, при впровадженні контурно-меліоративної ґрунтозахисної системи землеробства. Серед імпортних розпушувачів привертає увагу тенденція використання параболічних чизельних робочих органів на фронтальній рамі (Rotation, Razol, Deltaplow). Це певний розвиток енергоощадних плугів Paraplow та їхніх вітчизняних аналогів – плугів-розпушувачів ПРПВ-3-50, ПРПВ-5-50, що дозволяють на 10...15 % зменшити тяговий опір чизельного плуга. Обробіток цими знаряддями забезпечує накопичення додаткових 12...15 мм продуктивної вологи і рекомендується для використання, зокрема, на півдні України (рис. 2.9).



Рис. 2.9. Агрегат на базі культиватора-розпушувача КР-4,5.

Ущільнення ґрунту у Лісостепу України ходовими системами машин є одним із чинників, що обмежують ріст і розвиток сільськогосподарських культур. Робота важких агрегатів на полях, особливо у весняний період, призводить до ущільнення ґрунту на глибину до одного метра і більше. Багатократний обробіток ґрунту на одну і ту ж глибину викликає утворення “підшви” з об’ємною масою 1,8...2,1 г/см³, що різко зменшує можливості нормального розвитку коріння рослин і загальний об’єм кореневої системи. В комбінованих ґрунтообробних машинах для поверхневого (2...8см) обробітку ґрунту, в тому числі й передпосівного, забезпечується

ешелонованість розміщення робочих органів та збільшення загальної ширини захвату (табл. 3.5). Широко використовуються пружні робочі органи з розпушувальними (долотоподібними) або полольними лапами шириною від 30 до 200 мм та ротаційні подрібнювачі грудок й вирівнювачі поверхні. Передпосівний обробіток виконують в залежності від глибини загортання насіння та необхідної щільності обробленого шару ґрунту.

Таблиця 2.5 Технічна характеристика комбінованих ґрунтообробних машин.

Показник, одиниця виміру	Плоскоріз- щілювач	Розпушувач	Чизельний плуг з приставкою	
Марка машини	ПЩН-2,5	КР-4,5	АЧП-2,5	АЧП-4,5
Ширина захвату, м	2,5	4,5	2,5	4,5
Глибина обробітку, см	до 35	до 20	до 35	до 35
Швидкість робоча, км/год.	7...9	1...9	7...9	7...9
Продуктивність, га/год.	1,7...2,2	3,1...4,1	1,7... 2,2	3,0...4,0
Маса, кг	1860	1560	860	1310
Агрегатуються з тракторами класу	3	3	3	5

При застосуванні комбінованих ґрунтообробних машин відбувається заміна 5-6 одноопераційних агрегатів; скорочення на 30% витрат пального, праці, строків виконання робіт; збереження вологості в ґрунті; створення однорідного за щільністю посівного шару ґрунту (рис. 3.10).



Рис. 2.10. Комбінований ґрунтообробний агрегат Т-150 + КН-7,2.

Найкраще себе зарекомендували комбіновані ґрунтообробні машини АКГМ-3,6, АКГМ-6,0, ККП-3,7, ККП-7,2, ККП-6, “Kompaktor”, “Europack” і “Serack”. При цьому вітчизняні агрегати адаптовані до наших ґрунтово-кліматичних умов краще, ніж зарубіжні.

При необхідності більш інтенсивного обробітку поверхневого шару ґрунту, подрібнення рослинних решток, в останній час набуває поширення обробіток чизельними культиваторами (КР-4,5, КШН-3, КШН-5,6), до складу

послідовно розміщених робочих органів яких додають дискові секції або окремі диски (рис. 3.11).



Рис. 2.11. Агрегат на базі чизельного культиватора КШН-3 у роботі.

Посівна техніка

Посівну сільськогосподарську техніку удосконалюють у напрямках модульної побудови сівалок, збільшення ширини захвату, покращення якості висіву, застосування центрального дозування, підвищення універсальності, надійності та продуктивності роботи. Для зернових культур застосовують сівалки з механічними (типу Astra -5,4) (рис. 3.12) та пневматичними (подібно до Mistral-6000) системами висіву (табл. 3.6). Механічні сівалки обладнують переважно дисковими сошниками та застосовують на полях з середньою якістю підготовки ґрунту на швидкості 5-7 км/год. Пневматичними сівалками доцільно працювати на добре підготованих під посів площах, з застосуванням анкерних сошників, із швидкістю до 9 км/год.



Рис. 2.12. Сівалки Astra-5,4 для посіву зернових культур.

При висіві просапних культур пневматичні сівалки (УПС-12 та інші) менше пошкоджують насіння, більш універсальні, але майже на 40% дорожчі у порівнянні з механічними (ССТ-12В)

Таблиця 2.6. Технічна характеристика сівалок.

Показник, одиниця виміру	Для зернових культур			Для просапних культур		
	Astra -5,4*	Клен-6**	Mistral-6000***	ССТ-12В*	УПС-12***	СУПН-2А***
Ширина захвату, м	5,4	6,0	6,0	5,4	5,4	5,6
міжрядь, см	15	15	15	45	45	45/70/90
Глибина висіву, см	4...8	4...8	2...8	2...6	2...4	4...12
Швидкість, км/год.	5...7	6...9	6...9	7,0	5...7	7...9
Продуктивність, га/год.	2,5...3, 5	3,5...5,0	3,5...5,1	3,5	2,9...3,9	3,9...5,0
Агрегується з трактором класу	1,4	1,4; 2	1,4; 2	1,4	1,4; 2	1,4

* – механічна;

** – електромеханічна;

*** – пневматична.

Набувають поширення багатофункціональні комплексні агрегати (табл. 2.7), які суміщають в одному технологічному процесі ґрунтообробку з посівом та внесенням мінеральних добрив по попередньо підготованому ґрунту.

Таблиця 2.7. Технічна характеристика ґрунтообробно-посівних агрегатів.

Показник, одиниця виміру	Склад агрегату		
	АМО-3,6+СЗ-3,6	АКПК-4(КВФ-4+СУПН-6)	АПП-4
Ширина захвату, м	3,0	4,2	6,0
Глибина обробітку, см	3...8	4...8	4...8
Швидкість, км/год.	6...9	5...6	6...9
Продуктивність, га/год.	1,5...2,3	1,8...2,2	1,6...2,5
Маса, кг	3820	2860	5500
Агрегується з тракторами класу	3	3	3

Їх використання дозволяє ефективно завантажити енергозасіб класу 3 або 1,4 за допомогою використання частини його потужності через ВВП та зберегти до 20% вологості в посівному шарі ґрунту (рис. 2.13).



Рис. 2.13. Багатофункціональний комплексний агрегат АКПК-4.

Суміщення операцій, при застосуванні агрегату АПП-6 на чистому від бур'янів полі зі щільністю ґрунту в межах 0,9-1,3 г/см³ по необробленому агрофону, скорочує кількість проходів полем в 5-6 разів і зменшує час виконання сівби на 30%. Багатофункціональний комплексний агрегат АПП-6 може ефективно працювати на 10-15 % посівних площ Лісостепової зони України. На засмічених полях технологія прямого посіву потребує додаткових витрат (до 30%) на застосування пестицидів. Нульовий або мінімальний обробіток ґрунту при сівбі просапних культур даними комплексами призводить до зменшення врожайності на 25-30% і не рекомендується до використання у Лісостепу. З імпорتنих аналогів позитивно зарекомендували себе агрегати фірм Horsch, Flexi-Coil, Amazone, Vogel & Noot, Kverneland та інших.

Машини для внесення добрив

Усі добрива поділяють на мінеральні й органічні, а за станом – на тверді та рідкі.

Мінеральні добрива – це продукт промислового походження, їх виготовляють на хімічних заводах (*азотні*: аміачна, натрієва, кальцієва селітри, сульфати та ін.; *фосфорні*: суперфосфати, фосфоритне борошно, борошно з кісток та ін.; *калійні*: хлористий калій, калійна сіль, та ін.). Промислові добрива застосовують, як правило, в гранульованому вигляді з діаметром гранул 1-4 мм. Мінеральні добрива вносять у нормі 20-600 кг/га залежно від способу внесення, потреб ґрунту та вирощуваних рослин.

Органічні добрива – продукт місцевого виробництва, тобто їх заготовляють безпосередньо в господарствах (гній, рідкий гній, компости, попіл) або добувають неподалік від господарства (торф, вапняні туфи тощо). Органічні добрива (наприклад, гній) вносять у нормі 20-60 т/га, з урахуванням його післядії на протязі 2-4 років. При інтенсивному веденні сільськогосподарського виробництва в зоні Лісостепу України необхідно вносити в середньому 10-12 т/га в рік органічних добрив (у перерахунку на підстилковий гній). У ґрунт добрива вносять до сівби (основне внесення), під час сівби (припосівне) і після сівби (підживлення) різними способами. Серед них виділяють:

- *розкидання* – добрива рівномірно розкидають поверхнево, а потім загортають їх ґрунтообробними знаряддями;
- *локальне внесення* – добрива вносять до посіву рядком або смугою на глибину більшу (на 1,5-2,0 см), ніж глибина загортання насіння;
- *припосівне внесення*, коли одночасно висівають у рядки добрива і насіння;
- *підживлення* – добрива вносять під час вегетації рослин у шар ґрунту, де знаходиться їхнє коріння.

Способом розкидання вносять значну частину органічних добрив та приблизно 1/2 мінеральних. Розрив у часі між розкиданням і загортанням мінеральних добрив становить не більше 12, а органічних – не більше 2 годин. При локальному внесенні насіння (бульби) і добрива розділені

невеликим шаром ґрунту. Останнім часом, при застосуванні мінеральних добрив перевагу надають припосівному внесенню та дробовому підживленню в певні періоди вегетації рослин. В системах “точного землеробства” застосовують локально-дозоване внесення змінних норм добрив.

Таблиця 2.8. Технічна характеристика машин для внесення добрив.

Показник, одиниця виміру	Марка машини для внесення добрив				
	твердих				рідких
	мінеральних		органічних		
	МВД-900	МВУ-5	МТО-3	ПРТ-10	
Продуктивність, га/год.	16	16...24	20	20...50	20...50
Місткість бункера, м³	0,8	5	3	10	10
Швидкість руху, км/год.	6...12	10...15	15	15	15...20
Ширина захвату, м	8...24	10...24	4...8	5...10	8...10
Норма внесення, т/га	0,1...1,0	0,1...1,4	15...45	10...60	10...60
Агрегативання з трактором класу	1,4	1,4	1,4	3	3

Найпоширенішими машинами (табл.2.8) для внесення твердих мінеральних добрив є навісні та причіпні відцентрові розкидачі (типу МВУ), в яких робочі органи представляють собою два відцентрових диски, як правило, з оригінальними лопатками. Ці розкидачі (рис. 3.14) призначені для поверхневого розкидання твердих мінеральних добрив, вапна і гіпсу. Їх агрегують з тракторами класів 1,4 та 3, робоча ширина розкидання при цьому складає від 8 до 24 м з нормою внесення в межах 0,1-1,4 т/га.



Рис. 2.14. Агрегат для внесення мінеральних добрив фірми Amazone

Основними технологічними режимами роботи розкидача є ширина смуги внесення добрив та швидкість агрегату. Серед імпортованих аналогів технологічні переваги мають машини фірм Amazone, Rau, Silky, Breg та інших.

Основа для органічних добрив становлять продукти тваринництва (гній у твердому та рідкому стані), а також торф, компости та рослинна маса

(сидерати, солома тощо). Внесення твердих органічних добрив здійснюється за прямоочною (ферма-поле), перевалочною (ферма-бурт-поле) та двофазною технологіями. При застосуванні прямоочної технології добрива транспортують і розподіляють по полю однією машиною (рис. 2.15).



Рис. 2.15. Агрегати для внесення гною (МТО-3)

За перевалочною технологією, в час, не зайнятий виконанням сезонних робіт, добрива транспортують на край поля і складають у бурт, а перед оранкою розкидають. За двофазною технологією, добрива, з урахуванням заданих норм внесення (від 10 до 60 т/га), купами (масою до 4 т) розподіляють по полю, а потім розкидають спеціальними машинами, які одержали назву валкоутворювачів-розкидачів. Відстань між рядами куп становить 15-20 м, а відстань між купами у ряду залежно від їх величини і норми внесення коливається в межах від 30 до 50 м. Подальший розподіл добрив по полю з таких куп здійснюється за допомогою валкоутворювачів-розкидачів (рис.2.16).

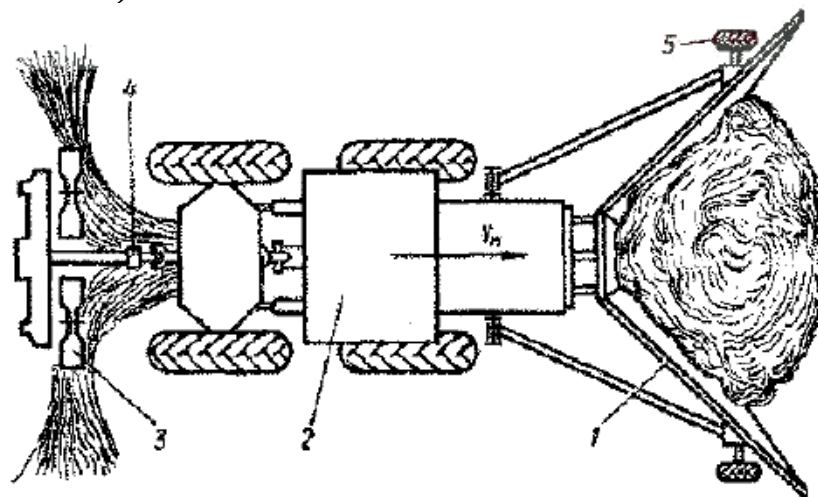


Рис. 2.16. Технологічна схема роботи валкоутворювача-розкидача:

1 — боковина валкоутворювача; 2 — трактор; 3 — лопатевий ротор розкидача; 4 — карданний вал; 5 — опорні колеса.

Отже, розкидачі твердих органічних добрив, які застосовують в даний час, можна поділити на дві основні групи: *причипні кузовного типу* та *навісні з роторними робочими органами*. Основу першої групи становлять розкидачі марок МТО-3, РОУ-6, ПРТ-10, ПРТ-16, МТТ-23 та інших. У розкидачів із роторними робочими органами привід роторів здійснюється від вала відбору потужності трактора через карданну передачу, запобіжну муфту, редуктор і дві ланцюгові передачі. Частота обертання роторів – 267 об./хв.

Набуває поширення застосування рослинної маси в якості органічних добрив. Аналіз технологій застосування сидеральних культур свідчить, що за витратами палива (54,8 грн./га) та праці (4,43 люд.год./га) традиційна технологія застосування сидератів значно дешевша за вивезення та внесення органічних добрив. Її доцільно застосовувати, перш за все, на віддалених від ферми полях. Можлива кількість органічних залишків на поверхні поля перед їх загортанням може складати до 120 т/га. Тому потрібно враховувати диференційовані можливості ґрунтообробних машин за **глибиною загортання** рослинних залишків і добрив (рис. 2.17).

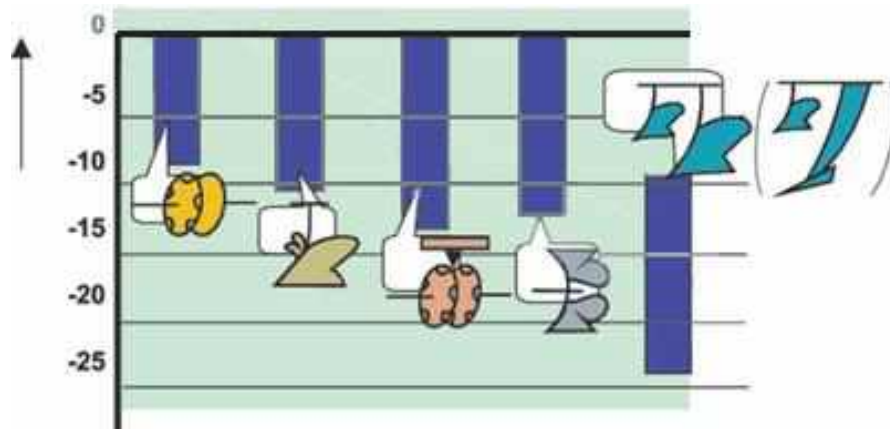


Рис. 2.17. Схема загортання рослинної маси різними типами ґрунтообробних знарядь, де: 1 – дисківна борона, 2 – плуг-луцильник, 3 – важка дисківна борона, 4 – обертовий плуг загального призначення, 5 – плуг ярусний.

Технології внесення рослинної маси в ґрунт у якості добрив вагомо впливають на майбутній врожай культур. Вони окуплюються вже при зростанні врожайності зернових на 3-4 ц/га.

Кількість рослинної сировини (сидератів) на поверхні поля істотно варіює на різних агрофонах. При кількості рослинної маси понад 5 т/га заробляти її в ґрунт доцільно ярусними плугами (рис. 3.18).



Рис. 2.18. Заорювання сидеральної культури ярусним плугом.

Рідкі добрива залежно від походження поділяють на *органічні* (рідка фракція гною), *мінеральні* (аміачна вода, безводний аміак) і *комплексні*. Поширеними способами внесення рідких добрив є поверхневе, суцільне та локальне (міжрядне) внутрішньо-грунтове. Рідкі органічні добрива вносять за прямоочною технологією. При транспортуванні добрив на відстань до 2 км використовують машини РЖУ-3,6 і РЖТ-4; на відстань до 5 км – МЖТ-10, МЖТ-13, на відстань до 10 км – МЖТ-16 і МЖТ-19. Для внутрішньо-грунтового (локального) внесення рідких добрив органічного й мінерального походження та комплексних використовують спеціальні агрегати АВВ-Ф-2,8 та АВМ-Ф-2,8.

В основному застосовують поверхневе внесення рідких органічних добрив, але для зниження втрат поживних речовин та забезпечення екологічної безпеки доцільним є внутрішньо-грунтове внесення добрив на глибину 10-18 см. Такий спосіб дозволяє досягти підвищення врожайності окремих сільськогосподарських культур на 30-35%.

Машини для захисту рослин

На протязі усього періоду вегетації сільськогосподарської культури вона потребує постійного догляду та захисту від бур'янів, шкідників та хвороб. При підготовці насіння до посіву важливим є його хімічний, біологічний або комплексний обробіток з допомогою сучасних протруювачів.

Протруювання – це обробіток пестицидами посівного та садивного матеріалів для знищення збудників хвороб, які знаходяться на поверхні або усередині зерен, бульб тощо, а також підгризаючих посівних шкідників.



Рис. 2.19. Протруювач насіння ПС-10

Самохідний протруювач насіння ПС-10 (рис.3.19) призначений для зволоженого протруювання розпиленими водними суспензіями насіння зернових, бобових та технічних культур. Він являє собою автоматичну установку, робочі органи та механізми якої приводяться в дію від електродвигунів загальної потужності 4,7 кВт.

Деякі технічні характеристики протруювачів насіння наведені у табл.2.9.

Таблиця 2.9. Основні технічні дані протруювачів насіння.

Показник	ПС-10А	ПСШ-5 (шнековий)
Продуктивність, т/год.	20	5
Місткість, дм ³ :		
зернового бункера	40	42
резервуару для пестицидів	250	170
Подача рідкого хімічного препарату, л/хв.	0,5...3,5	0,75...7,0
Необхідна потужність, кВт	4,7	0,9
Маса, кг	1080	400

Обприскування – це нанесення хімічних препаратів у крапельно-рідкому стані на рослини, тіла комах та інші поверхні. Залежно від норм витрат робочої рідини розрізняють звичайне та малооб’ємне обприскування, які відрізняються тим, що одна й та ж сама кількість пестицидів розподіляється у різному об’ємі рідини. Застосовують і *ультрамалооб’ємне обприскування* – невеликою кількістю рідкого концентрату пестицидів без розведення водою.



Рис. 2.20. Польовий обприскувач заводу “Фрегат”.

Обприскувачі (рис. 3.20) призначені для хімічного захисту польових культур, садів, виноградників, ягідників, лісосмуг від шкідників та хвороб, а також для боротьби з бур'янами польових культур. Сучасні обприскувачі поділяють на навісні, причіпні та самохідні (табл.3.10); польові, садові та спеціальні; штангові і вентиляторні.

Таблиця 2.10. Технічна характеристика обприскувачів.

Найменування обприскувача	B , м	Місткість баку, л	Норма внесення, л/га	V , км/год.	W , га/год.	m , кг
Штанговий ОП-2000-2-01	18-22,5	2000	150-800	8-12	18-22	1650
Штанговий ОМ-630-2	16,2	630	75-200	6-12	6,0-6,4	550
Садовий ОВС-А	6-10	1800	500-1800	5-7	5-6	1350
Самохідний SF430	18-36	4300	75-200	10-15	36-44	2800

Штангові обприскувачі є досить продуктивними машинами, мають значну гаму модифікацій для різних умов застосування у рослинництві. Місткість баків залежить від типу обприскувача та його продуктивності. Спостерігається тенденція до збільшення місткості баків. При цьому виходять із того, щоб запасу робочої рідини в баку було досить на роботу в проміжок від напівзміни до повної зміни. Розпилювачі обприскувачів призначені для дозування та попереднього або остаточного подрібнення пестициду. Отже, від їхньої роботи залежить кількість та якість нанесення пестициду на об'єкт обробки, а значить, і ефективність обприскування. Розпилювачі класифікують за принципом дії та призначенням. За принципом дії розпилювачі розподіляють на чотири типи: відцентрові, струменеві, пневматичні та такі, що обертаються. Вони можуть давати розпил у вигляді суцільного порожнистого конуса, віяла, суцільного та відбивного струменя.



Рис. 2.21. Самохідний обприскувач Amazone SX 4000.

Особливу увагу при виборі польових обприскувачів необхідно звертати на конструкцію штанги та її механізму копіювання поверхні поля, наявність автоматичної системи узгодження норми внесення препарату з поступальною швидкістю руху агрегату тощо. З вітчизняних обприскувачів позитивно себе зарекомендували машини “Львівагромашпроекту”, “Екотехніки” та “Фрегату”, які виготовлені з застосуванням імпоротної елементної бази. Найвищу продуктивність забезпечують самохідні машини (рис. 2.21).



Рис. 2.22. Робочі органи для інтегрованого захисту посівів цукрових буряків

Суцільне внесення гербіцидів характерне при догляді за культурами суцільного посіву (зернові, трави тощо). Проте воно не завжди виправдане при вирощуванні просапних. Враховуючи необхідність одержання чистої сільськогосподарської продукції, на базі культиваторів для догляду за просапними культурами (“Плай-М” та КРН-5,6) знаходять розвиток інтегровані методи захисту рослин. У цьому випадку доцільно поєднувати стрічкове внесення гербіцидів із міжрядним механічним обробітком культиваторами прецесійного типу (“Плай-М”, КРН-5,6 і т.п.). Така технологія дає змогу зменшити витрату гербіцидів при вирощуванні цукрових буряків на 50%, а кукурудзи та соняшнику – на 70%.

Трактори та збиральна техніка

Основу сучасної мобільної енергетики в агропромисловому виробництві України складають трактори та комбайни різного функціонального призначення.

Трактори сільськогосподарського призначення.

За останні роки типорозмірний ряд тракторів сільськогосподарського призначення розширився з 5 до 14 позицій, варіюючи потужністю двигуна в межах від 20 (Т-25Ф) до 370 кВт (John Deere 9020). Він включає колісні (табл. 3.11) і гусеничні модифікації ходових систем.

Таблиця 2.11. Технічна характеристика колісних тракторів.

Марка трактора	Потужність двигуна, кВт	Кількість передач	Швидкість, км/год.	Тяговий клас трактора
Вітчизняні				
Т-25Ф	20	8	0,7...30	0,6
ХТЗ-5020	40	20	0,5...30	0,9
ПМЗ-6А	45	12	7,6...24	1,4
ПМЗ-8285	60	12	3,1...32	1,4
Т-150К	120	12	3,3...30	3
ХТЗ-17021	125	12	3,3... 30	3
Імпортні				
МТЗ-82	60	18	1,9...33	1,4
МТЗ-102	80	16	2,3...36	1,4
МТЗ-142	110	16	2,3...36	2
Valmet 8250	125	36	0,5...50	3
John Deere 8400	165	16	0,5...45	5
К-701	200	16	9,3...33	5

Колісні трактори малої потужності ВАТ “Харківський тракторний завод” випускає з 1993 року. Поставлені на виробництво трактори ХТЗ-2511 та ХТЗ-3510 з тяговим зусиллям відповідно 6,5 та 6,8 кН.

Таблиця 2.12. Технічна характеристика гусеничних тракторів.

Марка трактора	Потужність двигуна, кВт	Кількість передач	Швидкість, км/год.	Тяговий клас трактора
Вітчизняні				
ДТ-75	102	16	3,5...10,8	3
Т-150	132	12	4,2...15,3	3
Т-70С	102	10	1,3...11,3	2
ХТЗ-181Р	140	12	4,3...15,3	4-5
Імпортні				
Challenger MT845C	321	20	2,7...40	-
Case Steiger 4WD STX, 535	395	18	3,0...35	-
John Deere 9430	312	24	2,0...42	-

Розроблено, як базовий класу 0,9, універсальний колісний трактор ХТЗ-5020 з двома ведучими мостами. Він оснащений 4-циліндровим дизельним

двигуном з повітряним охолодженням та потужністю 40 кВт. Найбільшу питому вагу за кількістю одиниць в тракторному парку Лісостепу України займають універсально-просапні трактори класу 1,4. Вітчизняний трактор цього класу – ПМЗ-6А – оснащений двигуном з потужністю 45 кВт і забезпечує максимальну швидкість руху 24 км/год.

Нові конструкції тракторів цього класу виробництва Південного машинобудівного заводу (ПМЗ-8280, ПМЗ-8285) мають підвищену енергетичну економічність, покращенні ергономічні показники та дизайн/ (рис. 2.23).



Рис. 2.23. Трактор ПМЗ-8285

Найпоширеніші на ринку мобільної енергетики в Україні трактори МТЗ-80 та МТЗ-82. Вони оснащені двигуном потужністю 60 кВт і можуть працювати у діапазоні швидкостей руху від 1,9 до 33 км/год. Підвищену потужність двигуна (80 кВт) і збільшену до 36 км/год. швидкість руху мають трактори МТЗ-100, МТЗ-102. Колісний трактор МТЗ-142, класу 2, має двигун потужністю 110 кВт, швидкість руху до 36 км/год. і оснащений передньою навіскою та ВВП.

Трактор загального призначення ХТЗ-17021 відповідає вимогам європейських стандартів ЄВРО-1 і ЄВРО-2. Він оснащений надійним та економічним двигуном фірми «Deutz Fahr» потужністю 170 к.с., безпечною каркасною кабіною, колесами однакового розміру, шинами низького тиску і підвищеної вантажопідйомності. Конструкцією передбачено можливість застосування здвоєних коліс. Це підвищує продуктивність ХТЗ-17021 при трембуванні силосу в 4-5 разів, порівняно з трактором ДТ-75, при економії пального на 60%. Зростає ефективність використання трактора при оранці та культивуванні на перезволожених ґрунтах за рахунок зменшення енерговитрат на 20%. Трактор ХТЗ-17021 використовують з набором сільськогосподарських машин до трактора Т-150К та агрегатують з сучасною імпоротною технікою (Lemken, Gregoire Besson, Kverneland та ін.) (рис. 3.24).



Рис. 2.24. Трактор ХТЗ-17021

Найбільшу питому вагу сучасного парку гусеничних тракторів сільськогосподарського призначення складають гусеничні трактори ДТ-75 і Т-150 класу 3, оснащені двигунами 65 та 110 кВт, відповідно. Гусеничний трактор Т-70С класу 2 має потужність двигуна 50 кВт та працює в діапазоні швидкостей руху від 1,6 до 11 км/год. Останнім часом харківські тракторобудівники розробили декілька гусеничних тракторів нової конструкції. Серед них треба відзначити насамперед ХТЗ-181, ХТЗ-200 та ХТЗ-220 (рис. 2.25).



Рис. 2.25. Трактор ХТЗ-220

Перші два відносяться до класу 5. На тракторі ХТЗ-181 застосований спосіб активного повороту з фіксованим радіусом. Особливістю конструкції ХТЗ-200 є наявність безступінчатого механізму повороту, який забезпечує будь-який заданий радіус повороту за рахунок застосування гідрооб'ємного механізму повороту. Тягові випробування показали, що трактори ХТЗ-181 і ХТЗ-200 мають найкращі показники оранки на швидкостях 6-8 км/год. при тяговому зусиллі 40-50 кН. Трактор ХТЗ-200 агрегатують з семикорпусним

плугом (ПНЯ-7-40). Продуктивність при цьому збільшується на 30%, а витрати палива зменшуються на 17,7%.

Трактор ХТЗ-220 (класу 6) при виконанні оранки, в порівнянні з Т-150, забезпечує зменшення питомих витрат палива на 20%. Він обладнаний восьмициліндровим двигуном ЯМЗ-238 потужністю 180 кВт, безступінчатим гід्रोоб'ємним механізмом повороту, коробкою передач з переключенням без розриву потоку потужності. Ходова система має ресурс у 2 рази більший, ніж у Т-150.

Слід зауважити, що найбільшим попитом в країнах Західної Європи серед універсальних тракторів користуються трактори потужністю 90-180 кВт. Це дає можливість застосовувати навісні сільськогосподарські машини замість більш дорогих причіпних та самохідних, завантажувати передню та задню навіски трактора (рис. 2.26).



Рис. 2.26. Кормозбиральний агрегат на базі трактора фірми «Deutz Fahr»

Для покращання екологічних показників, у першу чергу, зменшення ущільнення ґрунту при посіві, забезпечення достатнього тягового зусилля під час обробки ґрунту колісні трактори використовують з подвоєними шинами. Коли вартість додаткових шин і складність переобладнання наближається до вартості гусеничного ходу, це стає вагомим аргументом щодо застосування екофільних гусеничних рушіїв. Провідними зарубіжними фірмами (Caterpillar, Case, John Deere) створені гусеничні трактори, обладнані гумово-тросовою гусеницею, яка має довговічність в 1,5-2 рази більшу, ніж шини колісних тракторів. На ринку з'явилися ефективні конструкції просапних гусеничних тракторів середнього класу (Challenger 25). Гусеничні трактори у сільськогосподарському виробництві виступають конкурентами колісних моделей, особливо при підвищенні їх транспортних швидкостей до 25-40 км/год. Парк гусеничних тракторів в Лісостепу України може збільшитись до 20%.

Зернозбиральні комбайни

Виробництво зерна є ключовою проблемою агропромислового комплексу України. Збирання врожаю зернових культур є завершальному етапом у всьому процесі виробництва зерна. Для збирання їх в оптимальні строки необхідно мати відповідний парк сучасної зернозбиральної техніки.

За наявністю зернозбиральних комбайнів на 1000 га посівної площі Україна відстає від США, ФРН, Франції у 3-4 рази. Нещодавно, зернозбиральні комбайни в Україні не вироблялись. Тому, у короткий термін розроблені, пройшли випробування та поставлені на виробництво зернозбиральні комбайни “Лан” і “Славутич”, пропускною здатністю 7-9 і 9-12 кг/с. Зернозбиральний комбайн “Лан” (рис. 2.27) призначений для збирання зернових колосових, зернобобових, різних технічних культур, кукурудзи, насіння трав.



Рис. 2.27. Комбайн “Лан” із пропускною здатністю 7-9 кг/с.

Такий широкий спектр робіт, які може виконувати комбайн, досягається за рахунок можливості агрегування з різними спеціальними приставками та пристроями, які дозволяють пристосовувати технологічний процес скошування і обмолоту до специфічних вимог при збиранні кожної з цих культур

Налагоджено виробництво базової моделі зернозбирального комбайну “Славутич” з клавійною та роторною конструкціями молотарки, уніфікованими між собою, з вітчизняними комплектуючими та пропускною здатністю 9-11 кг/с (рис.2.28). Гідравлічна система виконана за модульною схемою. Ведучий міст комбайну має підвищені тягові характеристики та забезпечує безступінчасте регулювання швидкості руху агрегату. Шини коліс зі зниженим тиском мінімально ущільнюють ґрунт. У зернозбиральному комбайні встановлено блочно-модульну мікропроцесорну систему управління та контролю. Комбайн обладнують подрібнювачем або копнувачем для збирання незернової частини врожаю, що дозволяє використовувати його за всіма прийнятими в Україні технологічними схемами збирання соломи та полови. Втрати зерна (при продуктивності 9-10

кг/с) не перевищують 1,5%. Питомі витрати пального при використанні “Лану” та “Славутича” складають від 2,5 до 3 кілограмів на тону зерна.



Рис. 2.28. Комбайн “Славутич” із пропускною здатністю 9-11 кг/с.

З огляду на те, що маса зернових культур, що обмолочуються, завантажувє наведені комбайни тільки на 60-70 %, при середньому рівні врожайності в межах від 15,4 до 26,9 ц/га, ведуться роботи зі створення менш продуктивних машин, класів 3-5 і 5-7 кг/с. Зокрема, завод ім. Малишева разом із фірмою “New Holland-Bizon” почав випуск комбайнів “Обрій”. Найпопулярнішим комбайном у Західній Європі і, зокрема, у лісостеповій зоні України, вважається комбайн з пропускною спроможністю 7-9 кг/с. Сьогодні в лісостеповій зоні України використовується велика гама зернозбиральних комбайнів, коротку характеристику деяких з них наведено у таблиці 2.13.

Таблиця 2.13. Технічна характеристика зернозбиральних комбайнів.

Показник, одиниця виміру	Марка зернозбирального комбайну					
	Вітчизняного			Імпортного		
	Лан	КЗС-9М	Дон-1500	Sampo 2085	Claas Dominator 108	John Deere 9500
Пропускна здатність, кг/с	7-9	9-11		7-9	7-9	7-9
Потужність двигуна, кВт	195	190	160	160	195	195
Місткість бункера, м ³	7,5	6,7	6,0	6,0	6,5	7,5
Втрати зерна, %	1,5	1,5	1,5... 3	1,0	1,5	1,5
Маса, т	13,4	13,3	13,4	11,5	12,0	13,0

Значного ефекту від використання комбайнів на збиранні врожаю зернових колосових культур можна досягти за рахунок обладнання їх новими жатками обчісуючого типу (рис. 2.29). Продуктивність комбайнів, обладнаних такими жатками, підвищується в 2-2,5 рази при одночасному зменшенні в 1,6-1,7 рази енерговитрат на збирання врожаю. При цьому втрати зерна за комбайном дещо збільшуються і складають 2,1-4 %.



Рис. 2.29. Комбайн Claas Mega 350 з обчісуючою жаткою “Славянка УАС”.

Зернозбиральні комбайни зарубіжних фірм (Claas, John Deere, Case та інших) в основній комплектації призначені для збирання врожаю зернових колосових культур прямим комбайнуванням (рис. 2.30).



Рис. 2.30. Зернозбиральний комбайн Case на прямому комбайнуванні

Зернозбиральні комбайни більшості іноземних фірм є універсальними. Ними можна збирати врожай практично всіх зернових і олійних культур, а

також насінники трав, насіння дрібнонасінних культур (ріпаку, льону та інших). Для збирання кукурудзи комбайни обладнують 4-х, 6-ти або 8-рядними приставками.

Для скошування зернових культур і укладання їх у валки використовують валкові жатки: начіпні, причіпні та самохідні. Начіпні жатки ЖВН-6Б, ЖЗБ-4,2 та інші начіплюють на зернозбиральні комбайни „Нива” і „Енисей”, причіпні жатки ЖВП-4,9, ЖВП-6 агрегують з тракторами 1,4. Самохідні жатки ЖБВ-4,2, ЖВН-6Б-01, ЖБВ-5 агрегують з спеціальними енергетичними засобами КПС-5Б, Д-101А, Е-304. Валки підбирають підбирачами барабанно-грабельного типу (54-102А), транспортерними (ППТ-3А) та платформами-підбирачами, які встановлюють на зернозбиральні комбайни.

Машини для збирання цукрових буряків

Світова площа посіву фабричних цукрових буряків стабільно складає біля 9 млн. га, що дозволяє виробляти з буряків 40% загального виробництва цукру в світі. Понад 80% виробництва цукрових буряків зосереджено в Європі (Франція, Німеччина, Україна, Росія та інші), де наша держава займає третє місце за виробництвом цукру (2,25 млн. тон у рік). Основні площі цукрових буряків (до 1 млн. га) розміщені в зоні Лісостепу.

Технологічний процес збирання коренеплодів має головний вплив на основні агротехнічні характеристики урожаю, конструкції робочих органів і компоновально-технологічні схеми бурякозбиральних машин. Основну характеристику коренезбиральних машин наведено в таблиці 2.14.

Таблиця 2.14. Технічна характеристика коренезбиральних машин

Показники	SF-10	SR- 1800	„Холмер”	КСБ-6 „Збруч”	РКМ-6	КС-6Б
1	2	3	4	5	6	7
Потужність двигуна, кс.	320	350	330	235	235	235
Продуктивність за 1 годину, га	до 2,5	1,2-2,5	1,2-2,5	1,0-2,1	1,0-2,2	до 2,5
Робоча швидкість, км/год.	до 10,0	5,5-9,5	5,5-9,5	5,0-7,0	4,5-7,5	до 9,0
Кількість рядків, шт.	6	6	6	6	6	6
Місткість бункера, м ³	13,0	18,0	16,0	8,0	-	-
Час розвантаження, с	60	75	40	40	-	-
Маса, т	16,9	19,0	15,8	14,0	8,75	9,0

При однофазному способі збирання, який використовується при збиранні цукрових буряків, за один прохід збирального агрегату виконуються всі технологічні операції:

- зрізування гички з наступним завантаженням її в транспортний засіб або розкидання по полю;
- доочищення і дообрізка залишків гички з головок коренеплодів;
- викопування коренеплодів, їх очищення від домішок із наступним завантаженням коренеплодів в транспортний засіб, що рухається поруч з

збиральною машиною, або в бункер самохідної збиральної машини.

Для реалізації однофазного способу збирання, як правило використовують самохідні шестирядні потужні коренезбиральні комбайни бункерного типу: вітчизняний КСБ-6 “Збруч” (рис. 2.31) та зарубіжні Kleine SF-10 (Німеччина), Tim SR 1800 (Данія), “Moreau” (Франція).



Рис. 2.31. Самохідний бурякозбиральний комбайн КСБ-6 “Збруч”

Двофазний спосіб збирання коренеплодів включає дві окремо роздільні фази (стадії) технологічного процесу збирання цукрових буряків. Перша стадія (комплекс машин МТЗ-80/82+БМ-6А; МТЗ-80/82+МБП-6; МТЗ-80/82+МБК-2,7; МТЗ-80/82+МГР-6; МТЗ-80/82+МГШ-6) передбачає:

- зрізування гички коренеплодів із завантаженням її в транспортний засіб або розкиданням на зібране поле;
- доочищення і дообрізки залишків гички з головок коренеплодів.

Друга стадія (модифікації самохідних машин МКК-6, РКМ-6, КС-6Б, КБ-6 та причіпні коренезбиральні машини КНБ-6, МКП-6, тобто МТЗ-80/82+КНБ-6; МТЗ-80/82+МКП-6) вміщує у собі:

- викопування коренеплодів, очищення вороху від землі й рослинних домішок;
- завантаження коренеплодів в транспортний засіб.

Перша стадія, окрім збирання гички, може включати в собі ще і викопування коренеплодів, їх попереднє очищення від домішок із наступним формуванням валка викопаних коренеплодів. Тоді на другій стадії збирання виконують тільки підбирання утвореного валка коренеплодів, їх остаточне очищення від домішок із наступним завантаженням коренеплодів в транспортний засіб. Даний спосіб реалізується комплексами причіпних машин “Kleine”: KR-6-II+L6 (гичкозбиральна машина з копачем – валкоутворювачем KR-6-II і підбирач валків L-6), або (K-6-II+R6) + L-6 (одночасно на тракторі начеplenі гичкозбиральна машина K-6-II та копач-валкоутворювач R 6). Аналогічні комплекси виробляє АТ “Борекс” (рис. 2.32).



Рис. 2.32. Копач-навантажувач буряків “Борекс – КНБ-6”

Трифазний спосіб збирання коренеплодів включає в собі такі три стадії збирання. Перша стадія (комплекс машин МТЗ-80/82+БМ-6А без доочисника головок; МТЗ-80/82+МБК-2,7; МТЗ-80/82+МБП-6; МТЗ-80/82+МГР-6; МТЗ-80/82+МГШ-6) – зрізування гички коренеплодів із завантаженням її в транспортний засіб або розкиданням на зібране поле. Друга стадія (комплекс машин МТЗ-80/82+ОГД-6) – доочищення головок коренеплодів від залишків гички. Третя стадія (модифікації машин МКК-6, РКМ-6, КС-6Б, КБ-6 та причіпні коренезбиральні машини КНБ-6, МКП-6, тобто МТЗ-80/82+КНБ-6; МТЗ-80/82+МКП-6) – викопування коренеплодів, очищення вороху від землі і рослинних домішок, завантаження коренеплодів у транспортний засіб. Трифазний спосіб збирання коренеплодів також може бути реалізований поєднанням першої і другої стадії в одну та виконанням третьої стадії в два етапи: перший – викопування коренеплодів і формування валка, другий – підбирання валка з завантаженням коренеплодів в транспортний засіб – причіпним комплексом бурякозбиральних машин „Борекс”, а саме: КВЦБ-1,2+ПНБВ-1,6 (копач-валкоутворювач КВЦБ-1,2; підбирач-навантажувач ПНБВ-1,6).

Чотирифазний спосіб збирання коренеплодів застосовують при несприятливих природних умовах збирання або наявності великої забур’яненості посівів буряків, тобто коли збиральні машини не в змозі досягти агротехнічних вимог по загальній кількості домішок в зібраному воросі коренеплодів. Чотирифазний спосіб включає три стадії трифазного способу збирання з застосуванням четвертої фази – завантаження коренеплодів з утворених кагатів буряконавантажувачами – очисниками.

Однофазний спосіб збирання цукрових буряків має суттєві переваги перед всіма останніми за рахунок меншої кількості проходів збиральних машин і відповідно меншого ущільнення ґрунту. Але застосування самохідних потужних бункерних машин доцільне при площі збирання більше 200-250 га та врожайності коренеплодів більше 250 ц/га, тобто при мінімальному часі заповнення бункера машини, або мінімальних витратах енергетичної потужності двигуна на самопереміщення за час заповнення

бункера коренеплодами. Використання причіпних машин для дво-, трифазних способів збирання раціональне в умовах підвищеної вологості ґрунту та на площах до 200 га. Завдяки просушуванню утвореного валка зменшується загальна кількість землі у ворсі коренеплодів і, відповідно, кількість вивезеного з поля родючого шару ґрунту. Але довготривале (понад 3-5 годин) просушування валка викопаних коренеплодів призводить до значних втрат їх цукристості.

За способом з'єднання з енергетичним засобом (трактором) бурякозбиральні машини поділяються на причіпні, навісні і самохідні. За шириною захвату бурякозбиральні машини класифікуються на дво-, три-, чотири-, шестирядні. Серед імпортних бурякозбиральних машин перевагу слід надавати французьким та німецьким, виробленим відомими фірмами (рис. 2.33).



Рис. 2.33. Бурякозбиральний комбайн фірми “Moreau” (Франція)

2.4 Машинні агрегати

Механізація робіт у сільському господарстві здійснюється машинними агрегатами (МА), які за призначенням виконують одну або кілька технологічних операцій.

Технологія (від греч. τέχνη – мистецтво, майстерність, уміння; др.-греч. λόγος – думка, причина; методика, спосіб виробництва) – комплекс організаційних заходів, операцій і приймань, спрямованих на виготовлення, обслуговування, ремонт і/або експлуатацію виробу з номінальною якістю й оптимальними витратами.

Технологічний процес, скорочено *техпроцес* – послідовність технологічних операцій, необхідних для виконання певного виду робіт. Технологічні процеси складаються з *технологічних (робітників) операцій*, які, у свою чергу, складаються з *робочих рухів (приймань)*. Залежно від застосування у виробничому процесі для розв'язання однієї й тієї ж проблеми різних приймань і встаткування розрізняють *типи техпроцесів*.

Технологічний процес це *частина виробничого процесу, що містить цілеспрямовані дії по зміні й (або) визначенню стану предмета праці*.

Технологічна операція – це частина технологічного процесу, виконувана безупинно на одному робочім місці, під одним або декількома одночасно оброблюваними або збираються виробами, одним або декількома робітниками.

Машинний агрегат (від лат. *aggrego* – *приєдную*) – це поєднання робочої машини з механічним або електричним джерелом енергії.



Рис. 2.42. Машинний агрегат для проведення поверхневого обробітку.

Машинні агрегати класифікують:

- за призначенням – для оранки, посіву, тощо;
- за способом виконання робіт – мобільні, стаціонарні та стаціонарно-пересувні;
- за характером використання енергії – тягові, тягово-приводні та приводні;
- за розміщенням робочих органів – симетричні та несиметричні;
- за кількістю машин в агрегаті – одно та багатомашинні;
- за кількістю одночасно виконуваних технологічних операцій – прості, складні (комбайнові) та комбіновані;
- за способом з'єднання машин з джерелом енергії – причіпні, напівнавісні, навісні та самохідні;
- за способом розвантаження – бункерні та безбункерні.

Особливості умов роботи машинних агрегатів

Машинні агрегати повинні задовольняти **агротехнічним вимогам** та відповідати умовам і особливостям с.-г. виробництва.

Основні особливості такі:

- значна протяжність у просторі, яка пов'язана з накопиченням сонячної енергії;
- виробничі процеси виконуються у визначені строки, пов'язаними з фазами розвитку рослин та біологічними особливостями;

- умови роботи зазнають безперервних змін під впливом біологічних процесів, зміни стану ґрунту та метрологічних умов;
- строк використання (річне завантаження) багатьох машин на протязі року незначний.

Характеристики полів та автомобільних доріг

За нормоутворюючими факторами (довжина гону, кут схилу, конфігурація поля, наявність перешкод, кам'янистість, висота над полем) поля в рівнинних районах України розподіляють на 7 груп:

- I група – поля з довжиною гону понад 1000 м;
- II – 600-1000;
- III – 400-600;
- IV – 300-400;
- V – 200-300;
- VI – 150-200;
- VII – 100-150 м.

Умови руху агрегатів в залежності від конфігурації поля і перешкод:

- 1 – сприятливі;
- 2 – нормальні;
- 3 – середні;
- 4 – середньо-складні;
- 5 – складні;
- 6 – дуже складні;
- 7 – надзвичайно складні;
- 8 – майже неможливі;
- 9 – небезпечні.

Автомобільні дороги мають дві класифікації: державну та технічну.

Державна – загальнодержавні, обласні, курортні та відомчі.

Залежно від призначення та інтенсивності руху транспортних засобів дороги ділять на п'ять технічних категорій.

До I та II категорій належать автомобільні дороги загальнодержавного призначення, які зав'язують між собою важливі економічні райони або центри України. Інтенсивність руху – понад 6 та від 3 до 6 тис. автомобілів на добу.

Дороги III категорії – державного та обласного значення – інтенсивністю руху від 1 до 3 тис. автомобілів на добу.

Дороги IV та V технічних категорій складають місцеву дорожню мережу і мають, як правило, господарське та адміністративне значення. Інтенсивність руху 0,2-1,0 тис. та до 0,2 тис. автомобілів за добу, відповідно.

Місцеві дорожні мережі в сільських районах ділять на зовнішні та внутрішньогосподарські.

Технічна. При нормуванні тракторно-транспортних робіт дороги ділять на три групи:

- I – дороги з твердим покриттям (асфальтові та гравійні, ґрунтові в

хоровому стані та укатисні снігові).

II – розбиті гравійні та щебенисті, пісчані, ґрунтові польові, стерня зернових, поля після коренебульбоплодів в суху погоду.

III – розбиті дороги з глибокою колією, рілля нормальної вологості та замерзле, бездоріжжя весняне та осіннє, сніговий покрив висотою до 15 см.

Характеристики сільськогосподарських вантажів

При вирішенні питань машиновикористання найбільше значення має класифікація вантажів по ступені використання вантажопідйомності транспортних засобів:

- I класу 1,00;
- II класу 0,71-0,99;
- III класу 0,51-0,70;
- IV класу 0,41-0,5

Один і той самий вантаж в залежності від упаковки може відноситись до різних класів. Наприклад, сіно пресоване – II клас, непресоване – IV.

ЛЕКЦІЯ 3

ЕНЕРГЕТИЧНІ ЗАСОБИ, ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ТЯГОВО-ПРИВОДНІ ВЛАСТИВОСТІ

План

- 3.1. Класифікація тракторів і самохідних шасі.
- 3.2. Тягово-зчіпні властивості тракторів.
- 3.3. Баланс потужності тракторів.

3.1. Класифікація тракторів і самохідних шасі

Трактор – (новолат. *tractor*, від лат. *traho* — тягну, тягну), самохідна (гусенична або колісна) машина, що виконує сільськогосподарські, дорожньо-будівні, землерийні, транспортні й ін. роботи в агрегаті із причіпними, навісними або стаціонарними машинами (знаряддями).

За призначенням трактори розділяють на промислові і сільськогосподарські. Базові моделі промислових тракторів характеризуються більшими, ніж у сільськогосподарських тракторів, тяговими зусиллями. Вони виконують землерийні, дорожньо-будівні, меліоративні й ін. роботи в агрегаті з різноманітними навісними (бульдозерна лопата, снігоочисник, екскаваторний ківш і т.п.) і причіпними (скрепер, грейдер і т.п.) машинами (знаряддями).

Сільськогосподарські трактори загального призначення в агрегаті з відповідними машинами (знаряддями) здійснюють оранку, культивуацію, посів, збирання та ін. роботи. Найбільш потужні сільськогосподарські трактори використовуються при освоєнні цілинних і перелогових земель для корчування пнів, видалення й запашки чагарників і ін. робіт.

Сільськогосподарські трактори класифікують за: **номінальним тяговим зусиллям, призначенням та типом ходової частини.**

Номінальне тягове зусилля – це зусилля, що розвивається трактором у межах максимального тягового ККД.

За номінальним тяговим зусиллям трактори й самохідні шасі сільськогосподарського призначення підрозділяють на **десять тягових класів**: 0,2; 0,6; 0,9; 1,4; 2; 3; 4; 5; 6; 8.

Кожний клас має одну або декілька основних (базових) моделей, а базова модель – кілька модифікацій. Модифікації відрізняються від базової моделі деякими особливостями обладнання, але, як правило, у модифікації й базової моделі однакові двигун, трансмісія й ходова частина.

За призначенням сільськогосподарські трактори розділяють на трактори загального призначення, універсально-просапні, садово-городні й спеціальні.

Трактори загального призначення (тягові класи 3, 4, 5, 6, 8) виконують основні сільськогосподарські роботи, крім збирання деяких просапних культур і міжрядної обробки.

Універсально-просапні трактори (тягові класи 0,6; 0,9; 1,4; 2; 3)

призначені для оброблення просапних культур (посів і обробіток міжрядь); можуть використовуватися на невеликих полях і на транспортних роботах.

Садово-городні трактори й самохідні шасі малої потужності працюють у садах, на ягідниках, городніх плантаціях і виконують транспортні роботи.

Спеціальні трактори (бульдозери, грейдери, екскаватори, трубоукладачі й ін.), обладнані спеціальними обладнаннями й механізмами, виконують певні роботи на будівництві, меліорації, виноградниках, на прокладці трубопроводів і т.п.

По типу ходової частини трактори підрозділяють на:

- колісні трактори (схеми 4K2a, 4K2б, 4K4a і 4K4б);
- гусеничні трактори.

Механізми й устаткування тракторів

Силова установка складається із двигуна, що й забезпечують роботу обладнань.

У силову передачу входять: муфта зчеплення, коробка передач, центральна й кінцева передачі. Найпоширеніші фрикційні муфти зчеплення, іноді застосовуються гідродинамічні й електричні.

Через центральну передачу (звичайно конічний редуктор) крутний момент підводить до ведучих коліс гусеничних тракторів; у колісних тракторів використовується диференціальний механізм. Кінцеві передачі (звичайно циліндричні редуктори) розташовуються на ведучих колесах і служать для збільшення загального передаточного числа трансмісій і створення необхідного дорожнього просвіту.

Ходова система колісних тракторів складається з: підвіски, осей (мостів), коліс (напрямних і ведучих) із пневматичними шинами низького тиску. Іноді для підвищення прохідності застосовуються напівгусеничний хід або накидні ґрунтозачеми.

Ходова система гусеничних тракторів складається з підвіски, гусеничних ланцюгів, ведучих зірочок, опорних катків, підтримуючих роликів, напрямних коліс.

Остов трактора звичайно виконується у вигляді рам різних конструкцій. **Механізми керування трактором складаються з:** рульового керування гальм (стрічкових або дискових). Зміна напрямку руху колісних тракторів звичайно здійснюється передніми (напрямними) колесами. Іноді для поліпшення маневреності в конструкціях тракторів передбачається поворот усіх 4 коліс, регулювання обертаючих моментів на ведучих колесах, відносно обертання передньої й задньої частин трактора при схемі із шарнірною рамою. Поворот гусеничних тракторів проводиться зміною частоти обертання ведучих коліс правої або лівої гусениць муфтами й гальмами; іноді застосовується одноступінчастий планетарний механізм із двома парами гальм. Кабіни встановлюються на всіх вітчизняні й більшості закордонних тракторів і служать для створення комфортних умов роботи тракториста.

Електроустаткування трактора складається з: джерел електричного струму (акумуляторної батареї й установленого на двигуні генератора) приладів для пуску двигуна, висвітлення шляху й робочих машин (знарядь), вентиляції кабіни, подачі звукових і світлових сигналів

Основні експлуатаційні показники трактора підрозділяють на: техніко-економічні технічні агротехнічні

Техніко-економічні показники: продуктивність в агрегаті, тягові якості, трудомісткість обслуговування і ремонту, металоємність і ін.

Технічні показники: стійкість трактора (поздовжня й поперечна), легкість керування, зручність роботи персоналу (наявність кабіни, контрольних приладів; число місць для сидіння).

Агротехнічні показники:

Експлуатаційні властивості тракторів включають прохідність, тягово-зчіпні, властивості, маневреність, плавність руху, діапазон швидкостей руху, допустима дія рушіїв на ґрунт.

Прохідність тракторів з робочими машинами і причепами оцінюють за можливостями подолання схилів при русі на підйом, згори та впоперек схилу, можливість руху по снігу, піску, грязюці.

Тягово-зчіпні властивості тракторів визначають в процесі випробувань на типових фонах:

- для колісних – трек (бетон), стерня, поле для посіву;
- для гусеничних – глиняна дорога, стерня, поле для сівби.

Тягово-зчіпні властивості тракторів оформляються у вигляді тягової характеристики, яка визначає залежність основних показників (швидкість, тягова потужність, годинні та питомі витрати палива, буксування) від величини зусилля на гаку.

Діапазон швидкостей руху повинен забезпечити виконання всіх технологічних операцій, відповідно до агротехнічних вимог.

Середній питомий тиск трактора на ґрунт визначають діленням маси трактора на величину опорної площі ходових систем. За агро вимогами середній питомий тиск на ґрунт допускається не більше 45 кПа для гусеничних машин і не більше 80-110 кПа для колісних.

Дорожній просвіт тракторів загального призначення – не менше 300-400 мм, універсально-просапних (під заднім мостом) – 460 мм.

Агротехнічний просвіт залежить від висоти рослин на період останнього міжрядного обробітку і повинен бути 400-500 мм для низькостебельних культур (картопля, цукровий буряк тощо); 650-700 мм для високостебельних культур (кукурудза, соняшник).

Захисна зона для просапних тракторів – відстань від середини рядка до краю колеса або гусениці, її величина повинна бути не менше 12-15 см.

Ширина колії рекомендується 1680-1860 мм для колісних та 1330-1430 мм для гусеничних тракторів загального призначення.

Конструкція універсально-просапних тракторів повинна забезпечити ширину колії в межах 1400-2100 мм.

При номінальному тяговому зусиллю допускається **буксування**:

- для гусеничних тракторів загального призначення – до 3 %;
- для колісних тракторів схеми 4x4 загального призначення – до 10 %;
- універсально-просапних схеми 4x4 – до 12 %;
- схеми 4x2 – до 18 %.

Сучасні трактори зарубіжних фірм

З ліквідацією економічних границь у с.-г. підприємств з'явилася можливість вибору й покупки наявної на світовому ринку закордонної техніки. Для вибору закордонних машин вітчизняним товаровиробникам насамперед необхідна інформація про фірми-виготовлювачі, номенклатури випуску, технічному рівні й ціні їх продукції.

Стан виробництва тракторів

Прагнучи найбільш повно задовольнити вимоги споживачів, закордонні фірми пропонують на ринок широку гаму тракторів у діапазоні потужності 11-342 кВт. У конструкціях тракторів реалізуються технічні розв'язки, що сприяють підвищенню техніко-економічних показників, зниженню ущільнення ґрунту, поліпшенню керування машинним агрегатом й створенню зручностей для роботи механізаторів.

У загальному обсязі тракторів, що випускаються, переважають повнопривідні колісні моделі класичного компоновання, а найбільша частка припадає на трактори потужністю 50-100 кВт. Фірми Aebi і Rasant Aebi пропонують невеликі колісні трактори з кабіною й фронтальним навішенням, призначені для косіння, борошення й згрібання трав на схилах і узбіччях доріг. Модель TC 07 фірми Aebi виготовляється без кабіни й обладнається дугою безпеки.

Фірма Carraro випускає трактори в діапазоні потужності 15,5-64 кВт для виконання робіт на плантаціях, у садах і виноградниках. Моделі з кабіною мають у назві напис "Cab", інші випускаються з дугою безпеки. Модель Ergit TC 5400 і Ergit TC 6400 виконані з ламкою рамою, а Supertrac 5400 Htm і Supertrac 8400 Htm – за інтегральною схемою. Модель TTR 4400 Hst, призначена для роботи на схилах, оснащується здвоєними колесами.

Діапазон потужності тракторів фірми Case IH – 38,3-280 кВт. Фірмою вперше створені гусеничні трактори оригінальної конструкції – STX 375 Quadtrac і STX 440 Quadtrac. Вони мають шарнірно-зчленовану раму й чотири візки з резинотросовими гусеницями й незалежним приводом. Перша модель випускається також у колісному варіанті. Моделі тракторів з позначенням у назві "Pro A" призначені для виконання робіт у садах.

Фірма Claas пропонує тільки гусеничні трактори з резинотросовими гусеницями потужністю 156-306 кВт. На моделі Challenger 35, 45 і 55 гусениці із трикутним обводом.

Трактори фірми Daimler Chrysler потужністю 100-205 кВт виконані за інтегральною схемою й по зовнішньому вигляду нагадують автомобіль із кузовом і однаковими колесами, переднім і заднім навісними обладнаннями.

Їхня максимальна транспортна швидкість – 85 км/ч.

Таку ж схему виконання мають трактори фірми Horsch із двигунами потужністю 138-300 кВт, тільки замість кузова в них спеціальні технологічні ємності. Максимальна швидкість їх руху – 40-50 км/год.

Фірма De Pietri випускає дві моделі повнопривідних тракторів однакової потужності (59 кВт), призначені для виконання робіт на лугах і пасовищах.

Характерна риса тракторів фірми Deutz-Fahr, на яких установлені двигуни потужністю 19,5-191 кВт, – скошений капот і більший ступінь остеклення кабіни, що забезпечують гарний огляд водієві. Трактори з позначенням у назві "schmal" або "breit" випускаються у варіантах відповідно з вузькою й широкою колією. Моделі Agrolux 60A, 70A, 80A и Agrolux 60A и 70A мають двигуни з повітряним охолодженням.

Фірма Dexheimer оснащує свої повнопривідні з вузькою колією машини двигунами потужністю 44-66 кВт.

Трактори фірми Doppstadt (потужність двигуна 52-142 кВт) виконані за інтегральною схемою: двигун розташований попереду (як у трактора традиційного компонування), кабіна – між осями й за нею є простір для установки ємностей, передні й задні колеса однакового розміру, передні й задні навісні обладнання. Таку ж схему мають трактори фірми JCB потужністю 35-138 кВт і фірми Schluter потужністю 99-147 кВт. Їхня максимальна транспортна швидкість 40-50 км/ч.

Чотири моделі тракторів потужністю 26-55 кВт, дві з них (75 VAC і 60 VAC) – з вузькою колією, пропонує фірма Eicher.

Фірма Fendt крім тракторів із класичним компонуванням випускає самохідні шасі (у назві моделей позначення "СТ" і "СТА") і трактори інтегральної схеми серії Xylon: кабіна розташована посередині, двигун під кабіною, спереду й за кабіною є місце для установки технологічних ємностей, передні й задні навісні обладнання. Серед машин із класичним компонуванням особливий інтерес представляють трактори з безступінчастою трансмісією Vario.

Фірма Goldoni випускає малогабаритні трактори без кабіни (з дугою безпеки), у тому числі моделі із шарнірно-зчленованою рамою.

Трактори потужністю 40-132 кВт фірми Hieble Bergmeister призначені для виконання робіт на плантаціях і при обробленні хмелю.

Фірма Holder випускає трактори серії A-trac із двигунами потужністю 44-52 кВт (серед них є моделі із шарнірно-зчленованою рамою) і 3-trac потужністю 25-61 кВт, що зовні нагадують автомобіль із кузовом (як у фірм Daimler Chrysler і Horsch).

Серед тракторів потужністю 19-143 кВт фірми Hurlimann моделі серії Prince – з вузькою колією, а серії XN – призначені для спеціальних робіт на плантаціях.

Одна із провідних тракторобудівних фірм – John Deere випускає трактори в діапазоні потужності 14,9-342 кВт, серед яких є спеціальні: садові,

виноградорні й для оброблення хмелю. Трактори моделей 9520А, 9420А, 9320А и 8520А можуть бути виконані у варіантах із шарнірно-зчленованою рамою або на гусеничному ході з гумовими гусеницями. Моделі 8420А, 8320А и 8220А мають класичне компонування, колісний або гусеничний хід.

Серед продукції фірми Lamborghini потужністю 19-130 кВт трактори серії Runner – з вузькою колією, а серії Agile – спеціальні, для робіт на плантаціях і у виноградниках.

Landini випускає машини класичного компонування в діапазоні потужності 13-130 кВт. Серія Discovery призначена для робіт на схилах, а серія Rex – на, плантаціях і у виноградниках.

Трактори серії Geotrac (фірма Lindner) мають потужність 55-72 кВт, з кабіною високого ступеня остеклення.

Фірма Same – одна з деяк, що пропонують споживачам як колісні, так і гусеничні моделі. Самі малопотужні з них – три моделі серії Solaris. Серія Golden призначена для виконання робіт у садах і виноградниках, а Rock і Krypton – гусеничні (перші можуть оснащуватися гумовими гусеницями).

Нове в конструкції тракторів

Завдяки оснащенню двигунами із багатоклапанним газорозподілом поліпшуються енергетичні показники тракторів, підвищуються їхня паливна економічність на часткових навантаженнях і холостому ході, крутний момент на малих і середніх частотах обертання колінчатого вала, знижується токсичність вихлопних газів. По три клапани на циліндр мають двигуни тракторів фірм Lamborghini і Same, по чотири – енергонасичені трактори MX 240 і MX 270 фірми Case IH, три трактори серії Farmer 400 Vario і чотири – серії Favorit 700 Vario фірми Fendt, а також трактори John Deere серій 9300 і 9400.

Усе більш широке поширення одержують коробки зміни передач із перемиканням під навантаженням і автоматичні безступінчасті трансмісії. Загальне число передач уперед 8-36 забезпечує діапазон швидкості руху від 0,25 до 30-40 км/год., а на деяких останніх моделях – до 50 км/ч. При дообладнуванні КЗП ходозменшувачами (на замовлення) трактори можуть виконувати спеціальні роботи на вповільнених швидкостях – до 95 м/ч.

З'явилися коробки з автоматичним перемиканням передач під навантаженням не тільки усередині діапазону, але й між діапазонами й реверсу без використання муфти зчеплення. Електронна система залежно від частоти обертання колінчатого вала й навантаження забезпечує автоматичне послідовне перемикання передач із вищих на нижчі, і навпаки, а також програмування їх вибору як уперед, так і назад. Попередньо водій за допомогою перемикача встановлює транспортний або робочий режим роботи. Такими коробками вже обладнаються трактори не тільки високого, але й середнього класу потужності.

Безступінчасті трансмісії встановлюють на свої машини Fendt, John Deere і Steur.

Збільшення транспортних швидкостей до 40 і 50 км/год., а також

робочих швидкостей привело до появи й більш широкому використанню на тракторах незалежної підвіски передніх провідних мостів. Це "зм'якшує" поштовхи й удари під час руху трактора, поліпшує його тягово-зчіпні властивості за рахунок постійного контакту коліс із ґрунтом, зменшує шум і вібрації на робочім місці тракториста. Гідропневматичною підвіскою різної конструкції й керованою електронікою обладнують свою продукцію Case IH, Deutz-Fahr, Fendt і John Deere.

Valmet уперше застосувала пневматичну підвіску, а JCB на моделях Fastrac підресорила обидва моста. На всіх тракторах включати й відключати підвіску можна з кабіни. Більш комфортні умови для роботи механізаторів створені на тракторах Fendt і Deutz-Fahr, де поряд з підвіскою переднього моста використовується гідравлічна (Fendt) і пневматична (Deutz-Fahr) амортизація кабіни.

Фірма John Deere на тракторах серії 8020 (моделі 8120, 8220 і ін.), що мають незалежну підвіску всіх коліс, установила сидіння з активним демпфіруванням коливань. Під сидінням перебуває датчик, що вимірює прискорення. Ця інформація використовується електронною системою керування для гасіння коливань за допомогою гідроциліндра, вбудованого в сидіння.

На більшості сучасних тракторів кут повороту керованих коліс становить 50-55°. New Holland на деяких своїх моделях застосовує передній міст Super Steer з кульовим шарніром, що забезпечують при повороті переміщення мостів у ту ж сторону. У результаті кут повороту передніх коліс досягає 65°.

У нових розробках фірм Same і John Deere різні керуючі функції (заглиблення та виглиблення плуга, включення механізму блокування диференціалу, передач переднього або заднього ходи й ін.) можуть бути запрограмовані й виконані шляхом натискання на кнопку. Деякі фірми здійснюють програмування за принципом "навчання": виконаний вручну один цикл дій запам'ятовується й потім системою керування повторюється автоматично.

Малогабаритні трактори

Майже всі фірми (за деяким виключенням) поряд зі звичайними пропонують малогабаритні моделі. Такі трактори, оснащені комплексом різного встаткування, можуть виконувати оранку однокорпусним плугом, міжрядну обробку посівів, транспортування кормів, обприскування, фрезерування ґрунту, косіння трав, пресування сіна й інші операції.

Моделі малогабаритних тракторів із двигунами найбільшої потужності (New Holland, Kubota, Iseki, Goldoni і ін.) обладнуються кабінами як низькопрофільними, так і підвищеної комфортності. Для гасіння вертикальних коливань останні найчастіше змонтовані на сайлент-блоках, мають досить низький рівень шуму (80,5-82 дБа), вбудовані захисні каркаси, збільшену площу остеклення позаду й попереду, передні й задні склоочисники, більші засклені двері й ефективні нагрівники.

Для приводу активних робочих органів машин і знарядь трактори оснащуються ВВП заднього розташування: незалежними одне- (540 хв⁻¹, New Holland, Shibaura, Carraro і ін.) або двошвидкісними (540 і 1000 хв⁻¹, Holder, Iseki і ін.), або залежними одношвидкісними (Massey Ferguson). Переважають задні ВВП з ручним включенням і механічним керуванням. Як правило, на замовлення трактори обладнуються ще й передніми одношвидкісними ВВП.

3.2. Тягово-зчіпні властивості тракторів

Експлуатаційні властивості двигунів

Основними показниками характеристики двигуна є:

а) для номінального навантаження:

– номінальна ефективна потужність $N_{ен}$ при номінальній частоті обертання колінчастого вала n_n ;

– номінальний крутний момент двигуна $M_{ен}$;

– номінальна витрата палива - за годину роботи G_{nn} кг/год.;

– питома витрата палива $q_{ен}$, г/кВт*год.;

б) для холостого режиму: n_x ; $N_{ex}=0$; $M_{ex}=0$; G_{nx} ;

в) для режиму максимального крутного моменту:

$$M_{a_{max}}, n_{(M_{max})}, N_{a_{(M_{max})}}, G_{i_{(M_{max})}}, q_{a_{(M_{max})}}.$$

Можливості двигуна в подоланні перевантаження оцінюють коефіцієнтами пристосованості k_n та зниження частоти обертання колінчастого вала k_o :

$$k_n = \frac{M_{e_{max}}}{M_{ен}}, (1,1-1,2)$$

$$k_o = \frac{n_{(M_{max})}}{n_n}, (0,5-0,7)$$

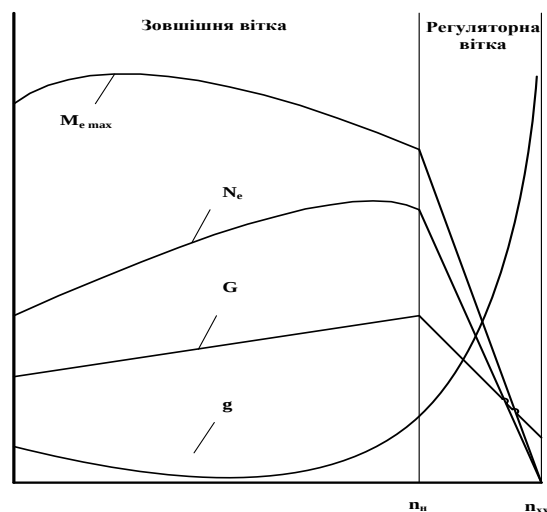


Рис. 3.1. Регуляторна характеристика двигуна.

Аналіз залежності питомої витрати палива від ступені завантаження двигуна.

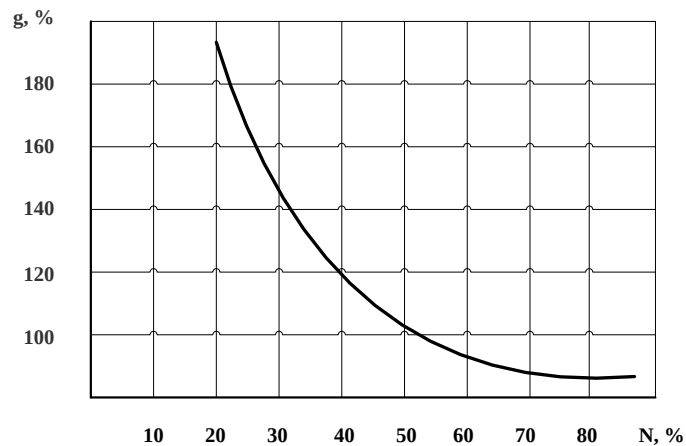


Рис. 3.2. Зміна питомої витрати палива двигуна.

а) рушійна сила трактора

Однією із важливих активних сил є рушійна сила трактора, яка виникає в результаті роботи двигуна.

Для переміщення трактора необхідна зовнішня сила, яка виникає при взаємодії ходового апарату з ґрунтом в результаті чого на ходовий апарат буде діяти реакція ґрунту.

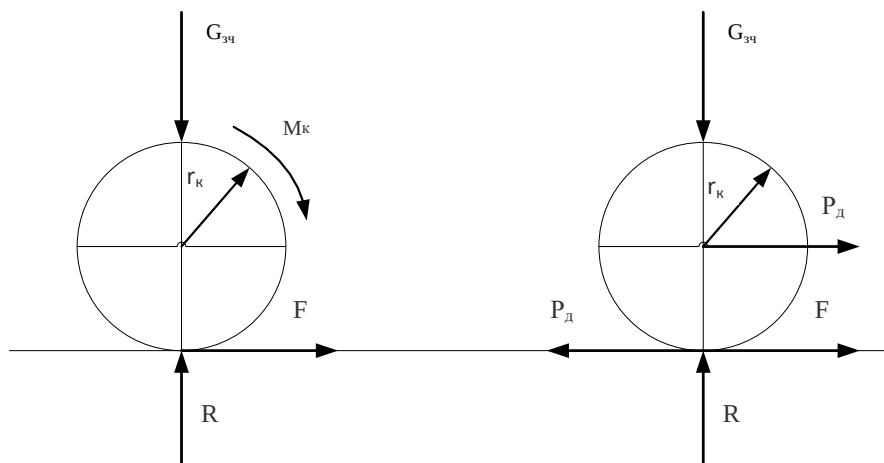


Рис. 3.3. Схема сил, які діють на ведуче колесо.

На схемі (Рис. 3.3) показані сили, які діють на ведуче колесо з жорстким ободом при його коченні, яке викликане крутним моментом, прикладеним до його осі.

Ці сили будуть наступними:

$G_{зч}$ – маса колеса і вертикальне навантаження;

F – горизонтальна реакція ґрунту;

R – вертикальна реакція ґрунту.

Крутний момент M_k , прикладений до осі коліс можна представити парою горизонтальних сил P_d з плечем r_k , із яких одна прикладена до центру колеса, а друга дотично до ободу.

Величина сили $P_{руш}$ знаходиться із виразу:

$$P_{руш} = \frac{M_k}{r_k}.$$

Діючи на ґрунт сила $P_{руш}$ викликає зі сторони ґрунту реакцію, рівну їй по величині, але протилежну за напрямком – реакцію ґрунту F , яка діє на колесо.

У результаті цього сила $P_{руш}$ взаємозрівноважується рівною їй горизонтальною реакцією F і не буде впливати на колесо.

Сила $P_{руш}$, яка прикладена до осі викликає переміщення колеса і буде **рушійною силою**.

Рушійною силою трактора є направлена вперед зовнішня сила, яка створена двигуном при умові існування горизонтальної реакції ґрунту, рівній сумі опору всіх сил, які діють на трактор.

б) дотична сила тяги, можлива за двигуном

Крутний момент на колесі виникає в результаті передачі крутного моменту двигуна:

$$M_k = M_{дв} i_{тр} \eta_{тр}, \text{ кНм},$$

де: $M_{дв}$ – крутний момент двигуна, кНм ;

$i_{тр}$ – передаточне число трансмісії;

$\eta_{тр}$ – механічний коефіцієнт корисної дії трансмісії.

Крутний момент двигуна визначається:

$$M_{дв} = \frac{N_{ен}}{n_n}, \text{ кНм},$$

де: $N_{ен}$ – ефективна номінальна потужність двигуна, кВт ;

n_n – частота обертання колінчастого вала, с^{-1} .

Після підстановки і перетворень отримаємо вираз для визначення дотичної сили тяги P_d , можливої за двигуном:

$$P_d = \frac{9,554 N_{ен} i_{тр} \eta_{тр}}{n_n r_k}.$$

Радіус кочення r_k :

$$r_k = r_o + h\lambda, \text{ м} - \text{колісні трактори};$$

$$r_k = r_3, \text{ м} - \text{гусеничні трактори},$$

де: r_o – радіус обода, м ;

r_3 – радіус зірочки, м

h – висота шини, м;

λ – коефіцієнт прогинання шини.

Коефіцієнт прогинання шин залежить від агрофону: 0,70 – ґрунтова дорога, 0,72 – луг, 0,75 – стерня, 0,80 – поле, підготовлене під посів, 0,82 – культивоване поле, 0,84 – свіжо оране поле.

Механічний ККД трансмісії $\eta_{тр}$:

$$\eta_{тр} = \eta_{тр}^n \eta_{тр}^m \eta_{гус},$$

де: $\eta_{ц}$ – ККД циліндричних передач;

$\eta_{к}$ – ККД конічних передач;

$\eta_{гус}$ – ККД гусениці;

n – кількість пар циліндричних передач;

m – кількість пар конічних передач.

в) максимальна сила зчеплення ходового апарату з ґрунтом

Максимальна сила зчеплення ходового апарату з ґрунтом залежить від стану ґрунту, типу ходового апарату і маси трактора. Для її визначення застосовують коефіцієнт зчеплення ходового апарату (рушіїв) з ґрунтом μ .

Коефіцієнтом зчеплення ходового апарату з ґрунтом називають відношення найбільшої дотичної сили при допустимому буксуванні коліс до нормальної реакції ґрунту.

$$\mu = \frac{P_d}{G_{зч}g},$$

де: $G_{зч}$ – зчіпна маса трактора, т;

g – прискорення вільного падіння, м/с².

При умові, що $P_d = F_{max}$:

$$F_{max} = G_{зч}g\mu,$$

або з урахування підйому (рельєфу):

$$F_{max} = G_{зч}g\mu \cos \alpha.$$

Для практичних цілей величина зчіпної маси трактора визначається:

– для колісних тракторів формули 4К2:

$$G_{зч} = \frac{G(L-a)\cos \alpha + M_k}{L} \approx \frac{2}{3}G;$$

– для колісних тракторів формули 4К4 і гусеничних:

$$G_{зч} = G \cos \alpha,$$

де: **G** – маса трактора, т;

L – поздовжня база трактора, м;

a – віддаль від центру маси до ведучої осі, м;

α – кут нахилу місцевості, град;

M_{кр} – крутний момент, кНм.

Горизонтальну реакцію ґрунту, яка відповідає найбільшому допустимому буксуванню називають **максимальною силою зчеплення F_{max}** .

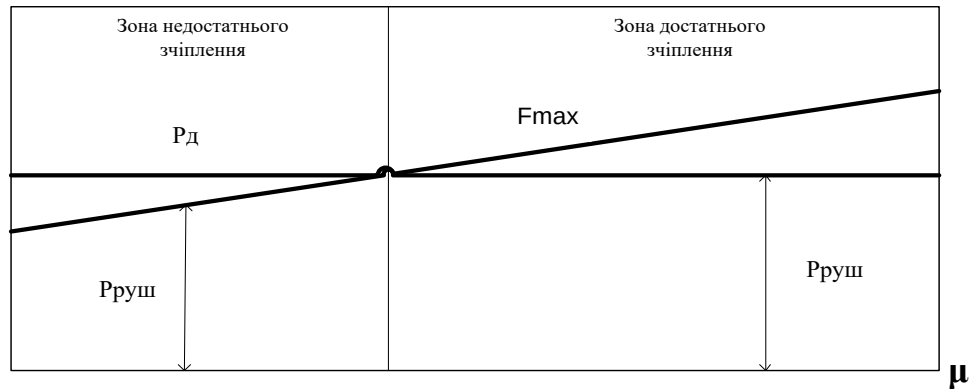


Рис.3.4. Залежність величини рушійної сили від стану ґрунту

Таким чином рушійна сила трактора обумовлюється існуванням двох сил: дотичною силою тяги, можливою за двигуном і максимальною силою зчеплення, яка залежить від маси трактора, типу рушіїв і стану ґрунту.

Чисельно рушійна сила трактора $P_{руш}$ дорівнює:

- за умови, що $P_d > F_{max}$, $P_{руш} = F_{max}$;
- за умови, що $P_d \leq F_{max}$, $P_{руш} = P_d$.

г) тягові властивості трактора

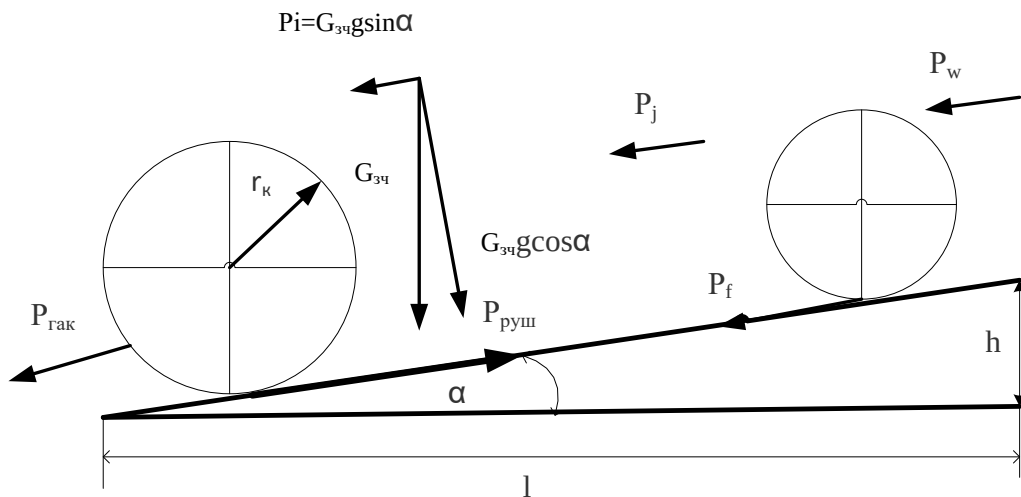


Рис 3.5. Схема сил, що діють на трактор.

Рівняння руху трактора можна скласти на основі кінетичної енергії при визначеному співвідношенні швидкості руху, приведеної маси енергетичного засобу (агрегату) і сил, які діють на трактор.

Рівняння руху агрегату має вигляд:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{P_{руш} - R_a}{m},$$

де: $P_{руш}$ – рушійна сила трактора;
 R_a – сума сил опору агрегату;
 m – приведена маса агрегату.

Оскільки $\frac{mdV}{dt} = P_j$ є приведена сила інерції, то рівняння руху буде мати вигляд:

$$P_{руш} = P_{тяг} + P_f \pm P_i \pm P_w \pm P_j, \text{ кН},$$

де: $P_{тяг}$ – тягове зусилля трактора, кН;
 P_f – сила опору перекочування трактора, кН;
 P_i – сила опору підйому трактора, кН;
 P_w – сила опору повітряного середовища, кН;
 P_j – приведена сила інерції трактора, кН.

Враховуючи те, що машинні агрегати рухаються практично зі сталою швидкістю, а також те, що опір повітряного середовища при швидкості руху до 5 км/год. незначний, то $P_j=0$ і $P_w=0$.

У результаті аналіз діючих сил зводиться до визначення **тягового зусилля** трактора (сили на гаку), яка визначається рівнянням:

$$P_{тяг} = P_{руш} - (P_f \pm P_i), \text{ кН}.$$

д) опір руху трактора

Величину опору руху трактора при стабільній роботі знаходять, розклавши масу трактора на підйом за двома напрямками: перпендикулярно і паралельно підйому.

Сила опору підйому трактора P_i буде:

$$P_i = Gg \sin \alpha$$

При кутах до 10° $\sin \alpha \approx \tan \alpha = \frac{h}{l} = i$, тоді:

$$P_i = Ggi, \text{ кН}.$$

Сила опору перекочування трактора визначають за формулою:

$$P_f = Ggf \cos \alpha, \text{ кН},$$

де: f – коефіцієнт опору перекочування (для колісних – 0,03-0,18; для гусеничних – 0,04-0,10).

При малих кутах підйому (до 10°) можна прийняти, що $\cos \alpha \approx 1$, тоді:

$$P_{тяг} = P_{руш} - Gg(f \pm i), \text{ кН}.$$

Таблиця 3.1. Значення коефіцієнтів зчеплення ведучого апарату з

грунтом та опорю перекочування для різних фонів

Фон	Номер фона	Колісні		Гусеничні	
		μ	f	μ	f
Дорога з твердим покриттям	1	0,90	0,02	1,00	0,05
Ґрунтова дорога	2	0,82	0,04	0,97	0,07
Суша стерня	3	0,77	0,07	0,93	0,08
Волога стерня	4	0,65	0,10	0,90	0,09
Злежана оранка	5	0,60	0,12	0,80	0,10
Поле під посів	6	0,55	0,16	0,75	0,12
Свіжа оранка	7	0,50	0,20	0,65	0,14
Вологий луг	8	0,45	0,22	0,60	0,16
Болото, сніг	9	0,30	0,24	0,50	0,18

Коефіцієнти μ і f залежать від фону поля і класу ґрунтів (Табл. 3.1), на якому працює трактор та від типу його рушіїв. З достатньою точністю ці показники можна визначити за такими залежностями:

– для енергетичних засобів з гусеничними рушіями:

$$\mu = 0,9867 - 0,3289 \ln(\psi) + 0,02\rho;$$

$$f = 0,0413 \exp(0,1832\psi) - 0,002\rho;$$

– для енергетичних засобів на пневматичних шинах:

$$\mu = 1,1428 - 0,2402 \ln(\psi) + 0,02\rho;$$

$$f = 0,0277 \exp(0,2854\psi) - 0,002\rho.$$

де: ψ – номер фону поля, на якому працює машинний агрегат;

ρ – клас ґрунту за питомим опором.

За значенням питомого опору (кН/м^2) ґрунти поділяють на 9 класів: **1** – 27...34; **2** – 35...39; **3** – 40...48; **4** – 49...55; **5** – 56...62; **6** – 63...67; **7** – 68...75; **8** – 76...82; **9** – 83...90.

е) тягова характеристика трактора

Тягові властивості тракторів відображаються на їх тяговій характеристиці.

Тяговою характеристикою трактора називається графік, який показує зміну тягової потужності трактора $N_{\text{тяг}}$, годинної витрати палива $G_{\text{т}}$, швидкості руху V , частоти обертання колінчастого валу n і буксування δ у залежності від тягового зусилля трактора $P_{\text{тяг}}$ на кожній із передач трактора.

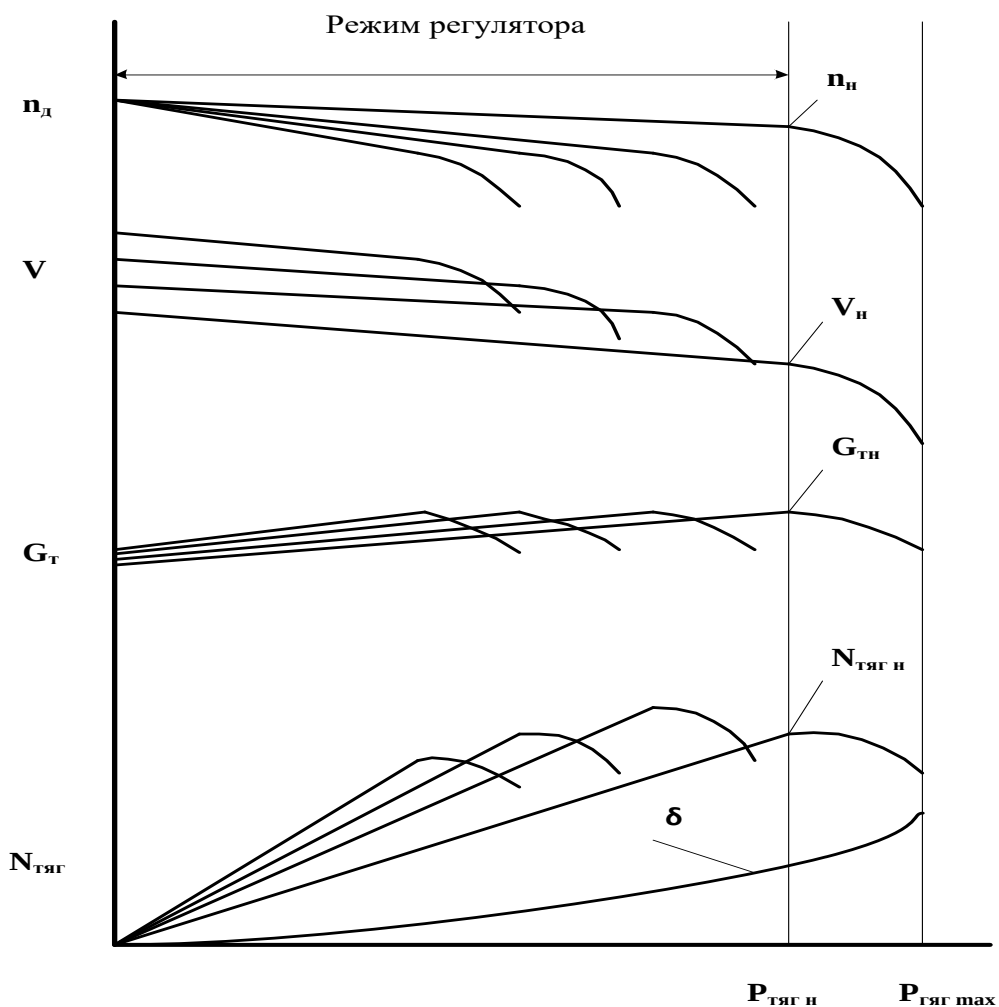


Рис 3.6. Тягова характеристика трактора

На графіку тягової характеристики (Рис. 3.6) кожної передачі можна розрізнити дві зони, які розмежуються ординатою, проведеною через точку перегину кривих: ліва сторона – зона роботи двигуна трактора на регуляторі; права сторона – зона роботи двигуна трактора без регулятора.

Тягове зусилля, яке відповідає крайній точці потужності на гаку (за перегином кривої), називається **максимальним тяговим зусиллям**.

Тягове зусилля, яке відповідає найбільшій потужності на гаку, називається **номінальним тяговим зусиллям**.

ж) швидкість руху трактора

При роботі трактора відрізняють теоретичну і робочу швидкість руху трактора.

Теоретична швидкість трактора – це швидкість руху на даній передачі на абсолютно жорсткій поверхні при недеформуючих ведучих колесах або гусеницях і номінальній частоті обертання колінчастого валу двигуна при статичному радіусі кочення:

$$V_T = \omega r; \quad \omega = 2\pi n_k; \quad V_T = 2\pi n_k r; \quad n_k = \frac{n_n}{i_{тр}}$$

$$V_T = \frac{2\pi n_H r}{i_{TP}} = \frac{0,377 n_H r}{i_{TP}}, \text{ км/год.}$$

Таким чином, швидкість руху трактора визначається за виразом:

$$V_T = \frac{0,377 n_H r_K}{i_{TP}}.$$

Передаточне число трансмісії і теоретична швидкість взаємозв'язані. Дотичну силу трактора можна розрахувати через швидкість руху.

Підставивши у формулу $P_d = \frac{9,554 N_{en} i_{TP} \eta_{TP}}{n_H r_K}$ значення $i_{TP} = \frac{0,377 n_H r_K}{V_T}$,

отримаємо:

$$P_d = \frac{3,6 N_{en} \eta_{TP}}{V_T}.$$

При роботі трактора завжди буде мати місце буксування рушіїв, яке залежить від навантаження на гаку трактора, його рушіїв, фону поверхні ґрунту тощо.

Різниця між частотою обертання коліс (зірочок) при навантаженні і частотою обертання коліс (зірочок) без навантаження, віднесена до частоти обертання коліс (зірочок) при навантаженні і виражена у % визначає **буксування коліс δ** :

$$\delta = \left(\frac{n_{kp} - n_{kx}}{n_{kp}} \right) 100 = \left(\frac{V_T - V_p}{V_T} \right) 100, \%,$$

де: n_{kp} – частотою обертання коліс (зірочок) при навантаженні;

n_{kx} – частотою обертання коліс (зірочок) без навантаження;

V_T – теоретична швидкість трактора, км/год.;

V_p – робоча швидкість трактора, км/год.

Робоча швидкість трактора:

$$V_p = V_T \left(1 - \frac{\delta}{100} \right), \text{ км/год.}$$

Буксування рушіїв трактора обумовлюється навантаженням на гаку і максимальною силою зчеплення рушіїв з ґрунтом. Для визначення величини буксування введено поняття показника відносної сили тяги ρ_T :

$$\rho_T = \frac{P_{гак}}{F_{max}}.$$

Значення величини буксування δ визначають за такими рівняннями:

– для колісних тракторів:

$$\delta = 2,75 + 12,5\rho_T + 100(\rho_T - 0,1)^6;$$

– для гусеничних тракторів:

$$\delta = 0,15 + 4,0\rho_T + 100(\rho_T - 0,15)^6.$$

3.3. Баланс потужності тракторів

При роботі трактора не вся потужність, яку розвиває двигун, витрачається на корисну роботу. Мають місце втрати потужності:

– у трансмісії (на подолання сил тертя у підшипниках та передачах, перемішування оливи тощо) $N_{тр}$;

– на самопереміщення трактора N_f ;

– на буксування рушіїв N_δ ;

– на подолання сил підйому N_i ;

– на подолання сил інерції N_j ;

– на подолання сил опору повітря N_w .

Потужність, яка залишається може бути витрачена на тягу машин $N_{гак}$ і привід їх робочих органів $N_{ввп}$.

Баланс потужності описується таким рівнянням:

$$N_{ен} = N_{тр} + N_f + N_\delta + N_i + N_j + N_w + N_{гак} + N_{ввп} :$$

а) втрати потужності у трансмісії $N_{тр}$ оцінюється коефіцієнтом корисної дії трансмісії $\eta_{тр}$, рівним відношенню потужності, яка підведена до ведучих коліс N_k , до ефективної потужності двигуна $N_{ен}$:

$$\eta_{тр} = \frac{N_k}{N_{ен}}.$$

Оскільки $N_k = N_{ен} - N_{тр}$ і $N_k = N_{ен} \eta_{тр}$, то $N_{ен} - N_{тр} = N_{ен} \eta_{тр}$.

Таким чином коефіцієнт корисної дії трансмісії $\eta_{тр}$ буде:

$$N_{тр} = N_{ен}(1 - \eta_{тр}).$$

б) втрати потужності на самопереміщення трактора N_f :

$$N_f = \frac{P_f V_p}{3,6};$$

в) втрати потужності на буксування рушіїв N_δ :

$$\text{Так як } N_\delta = \frac{P_{руш}(V_T - V_p)}{3,6} \text{ і } N_k = \frac{P_{руш} V_T}{3,6} = N_{ен} \eta_{тр}, \text{ то } N_\delta = N_k \frac{\delta}{100}.$$

Таким чином втрати потужності на буксування рушіїв будуть:

$$N_{\delta} = N_{\text{ен}} \eta_{\text{тр}} \frac{\delta}{100}.$$

г) втрати потужності на подолання сил підйому N_i :

$$N_i = \frac{P_i V_p}{3,6};$$

д) втрати потужності на подолання сил інерції N_j :

$$N_j = \frac{P_j V_p}{3,6}.$$

е) втрати потужності на подолання сил опору повітря N_w :

$$N_w = \frac{P_n V_p}{3,6},$$

$$P_n = C F_{\text{л}} \frac{v_n^2}{13},$$

де: P_n – сила опору повітря, κH ;

C – коефіцієнт, який враховує обтічність трактора (0,07 – 0,08), $\kappa H/m^2$;

$F_{\text{л}}$ – лобова площа, m^2 ;

v_n – відносна швидкість повітря, $км/год$.

ж) гакова потужність:

$$N_{\text{гак}} = \frac{P_{\text{гак}} V_p}{3,6}.$$

з) потужність, яка необхідна для приводу робочих органів $N_{\text{ввп}}$ через вал відбору потужності залежить від машини, яку агрегатує трактор.

4.4. Оцінка використання тракторів

Ефективність використання енергозасобів оцінюють за показниками:

– коефіцієнт використання тягового зусилля $\zeta_{\text{гак}}$:

$$\zeta_{\text{гак}} = \frac{R_{\text{агр}}}{P_{\text{гак}}}$$

де: $R_{\text{агр}}$ – тяговий опір агрегату, κH ;

$P_{\text{гак}}$ – номінальне тягове зусилля трактора, κH .

– коефіцієнт використання номінальної потужності двигуна:

$$\zeta_{N_e} = \frac{N_e}{N_{\text{ен}}},$$

де: N_e ; N_{en} – відповідно фактична ефективна потужність при даному завантаженні та номінальна, $кВт$:

$$N_e = \frac{[R_{ар} + Gg(f \pm i)] V_p}{3,6 \eta_{тр} \eta_{\delta}},$$

де: $\eta_{тр}$ – коефіцієнт корисної дії трансмісії трактора;

η_{δ} – коефіцієнт, що враховує втрати на буксування:

$$\eta_{\delta} = 1 - \frac{\delta}{100}.$$

Шляхи підвищення експлуатаційних властивостей тракторів

1. При роботі на нерівній місцевості доцільно маневрувати швидкостями.
2. Слідкувати за правильним натягом гусениці.
3. Раціональний підбір типорозмірів шин.
4. Збільшення зчіпної маси трактора (баласт, завантаження машиною).
5. Встановлення оптимального тиску шин у залежності від умов роботи.
6. Застосування допоміжних пристроїв: напівгусеничний хід, поширювачі, ґрунтозачеми тощо.
7. Раціональний розподіл маси по осях.
8. Блокування диференціалу.
9. Збільшення кількості ведучих коліс.
10. Застосування машин з активними робочими органами.

ЛЕКЦІЯ 4

АГРОМАШИНИ, ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

План

- 4.1. Структура агромашин для рослинництва. Агротехнічні вимоги.
- 4.2. Технологічні властивості та параметри робочих агромашин.
- 4.3. Експлуатаційні властивості робочих агромашин.

4.1. Структура агромашин для рослинництва. Агротехнічні вимоги

У відповідність з прийнятою в Україні методикою агромашини для рослинництва класифікуються:

а) агромашини загального призначення:

- плуги, глибокорозпушувачі, снігозатримувачі (Рис. 4.1 та 4.2);

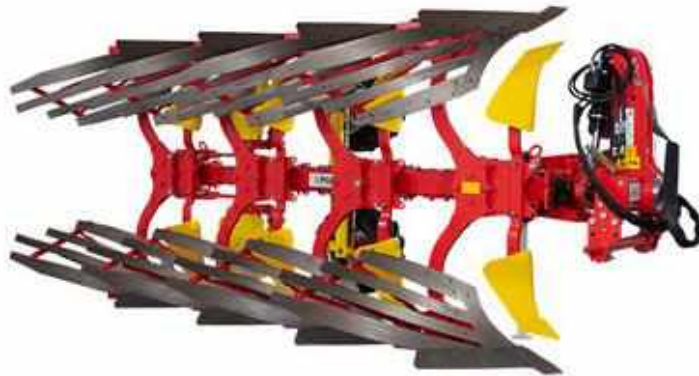


Рис. 4.1. Загальний вид плуга PÖTTINGER SERVO 35.



Рис. 4.2. Загальний вид глибокорозпушувача ГРУ-3,6 ЕКО.

- знаряддя для поверхневого розпушення, вирівнювання і прикочування ґрунту (Рис. 4.3);

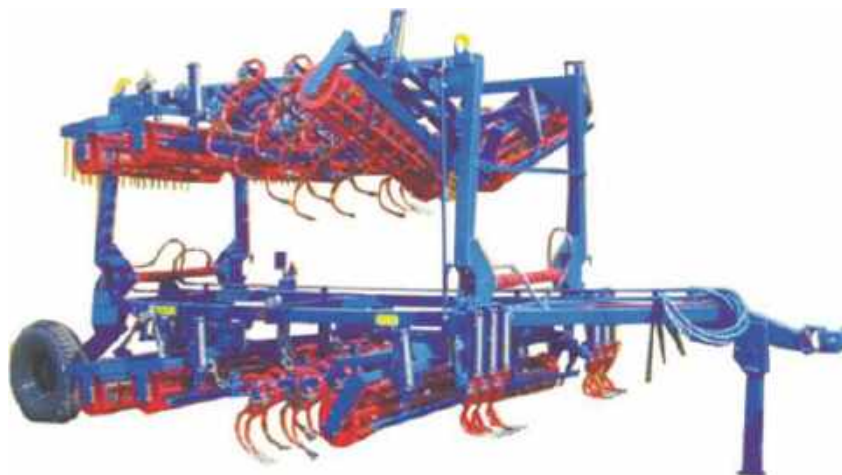


Рис. 4.3. Загальне вид Європак АП-6.

- лущильники і борони (Рис.4.4);



Рис. 4.4. Загальний вид Mashio Gaspardo UFO 600.

- культиватори для суцільного обробітку ґрунту (Рис. 4.5);



Рис. 4.5. Загальний вид КПС-8ПМ.

- машини для приготування і внесення добрив (Рис. 4.6);



Рис. 4.6. Загальний вид розкидача добрив МТТ-7.

- машини для захисту рослин (Рис. 4.7);



а) самохідний обприскувач Тасота



б) агродрон

Рис. 4.7. Загальний вид обприскувачів.

б) агромашини для вирощування та збирання зернових, зернобобових культур і кукурудзи на зерно:

- сівалки (Рис. 4.7);



Рис. 4.7. Загальний вид сівалки Horsch Pronto 4 DC.

- культиватори для міжрядного обробітку ґрунту (Рис. 4.8);

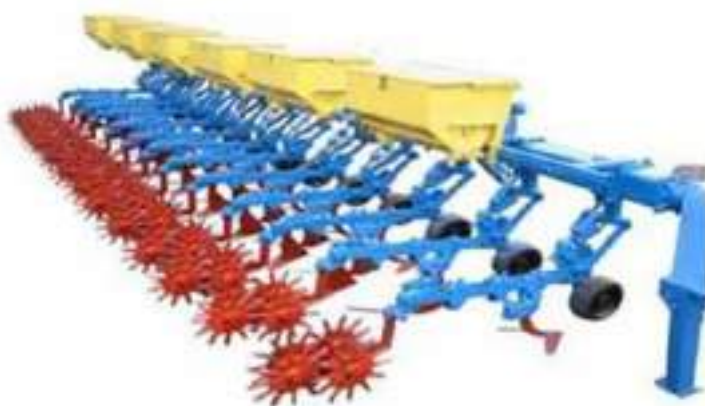


Рис. 4.9. Культиватор УСМК-5,4.

- жатки (рис.4.10);



Рис. 4.10. Жатка зернозбирального комбайна New Holland.

- комбайни (Рис. 4.11);



Рис. 4.11. Комбайне зернозбиральний New Holland.

- машини для збирання соломи (Рис. 4.12);



Рис. 4.12. Причіп-підбирач для збирання тюків Harpak BT-168.

- машини для післязбирального обробітку зерна (Рис. 4.13);



Рис. 4.13. Rice Color Sorter.

- в) агромашини для збирання трав і силосних культур:**
– косарки, кормозбиральні і силосозбиральні комбайни;



Рис. 4.14. Косарка роторна навісна Л 501Д.

- граблі, ворушилки (Рис. 4.15);



Рис. 4.15. НІТ Навісна варошилка PÖTTINGER.

- прес-підбирачі, скиртоутворювачі, стоговози (Рис. 4.16);



Рис. 4.16. Прес-підбирач Bigbaler New Holland.

г) агромашини для вирощування та збирання технічних культур:

- машини для вирощування та збирання льону;



Рис.4.17. Комбайн льонозбиральний Двіна-4М.

- машини для вирощування та збирання цукрових і кормових буряків (Рис. 4.18);



Рис. 4.18. Бурякозбиральний комбайн Holmer.

д) агромашини для вирощування, збирання та післязбирального обробітку картоплі та овочів:

- машини для вирощування та збирання овочів (Рис. 4.19 – 4.21);



Рис. 4.19. Машина для посадки розсади.



Рис.4.20 Томатозбиральний комбайн.



Рис. 4.21. Платформа для збирання овочів.

ж) автомобільні причеи і напівпричеи (Рис. 5.22):



Рис. 4.22. Причеи для транспортування вантажів виробництва Кобзаренка.

г) тракторні причеи і напівпричеи:



Рис. 4.23. Причеи для енергетичних засобів виробництва Кобзаренка.

г) універсальні навантажувальні засоби (Рис. 4.24):



Рис. 4.24. Claas Scorpion 7030.

Основний відвальний обробіток ґрунту

1. Агротехнічні вимоги до відвального обробітку:

– знаряддя повинне забезпечувати виконання технологічного процесу в строки.

– відхилення від завданої глибини не повинне перевищувати $\pm 5\%$.

– не допускаються огріхи й пропуски.

– допускається огріхи під гребенем.

– поворотні смуги повинні бути повністю оброблені.

– грудкуватість повинна становити 1-10 мм, наявність ерозійно-небезпечних часток (0,25) небажано.

– гребені не повинні перевищувати фон ріллі більш ніж на 10 см.

2. Види оранки.

Культурна – оранка з використанням передплужників.

Оборот шару – це оранка, при якій шари обертаються на 180 град. Так орють залежані ґрунти, які розпушити плугом не вдається, а для наступного оброблення шарів іншими знаряддями необхідно їхнє впорядковане розташування.

Плантажна – оранка на глибину 40 см і більше. Її проводять перед посівом лісових і чагарникових порід.

Гребенево-ступінчаста – оранка поперек схилу, при якій гребені на поверхні поля й ступінчастий профіль плужної підшви виходять за допомогою корпусів плуга, встановлених на різну глибину. Виконують із метою боротьби з водною ерозією ґрунту на схилах.

Контурна – оранка складних схилів у напрямку, близькому до горизонталей місцевості, також з метою боротьби з водною ерозією.

Гребенева – оранка поперек схилу. Гребені виконуються плугом, у якого один відвал подовжений.

Меліоративна – глибока оранка спеціальними плугами для поліпшення властивостей ґрунту.

Підривання шару – оранка на малій швидкості плугом з культурною лемішно-відвальною поверхнею без передплужників.

Безвідвальна – обробка ґрунту плугами без відвалів, тобто обробка без обороту шару.

Двох- і трьохярусна – обробка малородючого ґрунту плугами із заміною шарів, міняючи їх місцями.

Оранка з ґрунтопоглиблювачами – обробка з поглибленням орного шару без виносу його на поверхню.

Швидкісна – оранка плугами зі швидкісними корпусами. На малих (до 7 км/ч) швидкостях плуг буде працювати погано.

Гладенька оранка – обробка ґрунту плугами із право- і лівооборотними корпусами.

Більшість плугів – правооборотні. Вони відвалюють шар вправо по ходу агрегату. У результаті обороту шарів в одну сторону при русі в різних напрямках утворюються або **звальні** (повернені один до іншого) гребені, або

развальні борозни. Ті й інші затрудняють роботу наступних машин. Цей недолік можна усунути, якщо мати на плузі право- і лівооборотні корпуси, які працюють по черзі залежно від напрямку руху агрегату.

Ромбічна – одержала свою назву від форми шару, що нагадує у перетині ромб. Ромбічна має ряд переваг.

По-перше, при одній і тій же ширині захвату корпуса плуга ромбічна оранка забезпечує більше широку борозну, що полегшує водіння колісного трактора по борозні. По-друге, плужні корпуси можна розставити по довжині набагато ближче один до іншого (500 мм замість 700-900 мм), що особливо важливо для начіпних плугів. Плуг у цьому випадку не забивається за рахунок бічного лемеша (з боку стінки борозни), завдяки якому стійка корпуса плуга виявляється вилученою від місця нависання рослинних залишків.

Агротехнічні вимоги до основного безвідвального обробітку ґрунту

1. Нерівномірність ходу робочих органів по глибині $\pm 10\%$.
2. Розвал борозни (для плоскоріжучих) не більше 20 см.
3. Якість кришення ґрунту повинне становити не менш 80 %.
4. Не допускаються пропуски й огріхи.
5. Ступінь збереження стерні (для плоскоріжучих) не менш 80 %.
6. Гребнистість поверхні поля після проходу агрегату не менш 8 см.
7. Зміст ерозійно-небезпечних часток у шарі 0,5-3 см не більше 5 %.

Класифікація знарядь безвідвального обробітку ґрунту

Види безвідвальної обробки ґрунту

1. Безплужний обробіток ґрунту (безвідвальні корпуси).
2. Плоскорізнний обробіток.
3. Чизельний обробіток.

Класифікація знарядь безвідвального обробітку ґрунту.

По призначенню:

- плуги з безвідвальними корпусами;
- плоскоріжучі знаряддя;
- чизельні плуги.

По способі агрегування:

- причіпні;
- навісні.

По типі робочих стійок:

- із твердими прямими стійками;
- із пружними стійками;
- із твердими похилими стійками.

По типу розрихлювачів:

- долотоподібні;
- стрілчасті лапи;

- клиноподібні насадки.

Технологічні операції системи обробітку ґрунту.

I. Обробіток ґрунту – механічний вплив на нього робочих органів машин і знарядь. Виконується з метою:

- підтримки й поліпшення родючості ґрунтів;
- нагромадження й збереження запасів вологи;
- знищення бур'янів і шкідників культур;
- зароблення поживних залишків і добрив;
- запобігання ерозійних процесів;
- регулювання процесів життєдіяльності мікрофлори й мікрофауни.

Система обробітку ґрунту являє собою сукупність науково обґрунтованих прийомів обробки ґрунту під культури в сівозміні (наприклад, на зернові культури, льон і т.д.).

II. Технологічні операції

Робочий орган може виконувати одну або кілька простих операцій.

Обертання – зміна взаємного розташування по вертикалі верхніх і нижніх шарів ґрунту.

Повний оборот шару застосовують при освоєнні болотистих і задерев'янілих ділянок. Обороти шару на кут до 135° називають **підривом**. Проміжне положення займає культурна оранка при якій зрізують верхню частину задернілого шару й скидають на дно борозни. При ярусній обробці ґрунту верхній обернутий ярус укладається на своє місце, а другий і третій шар міняються місцями.

Розпушування – зміна розмірів ґрунтових грудок і відстані між ними, у результаті чого поліпшуються водо- і повітропроникність ґрунту, а також її біологічна активність. Ступінь розпушування оцінюють відношенням товщини розпушеного шару до його первісної товщини.

Ущільнення – процес зворотний розпушуванню. У процесі ущільнення збільшуються капілярність ґрунту й зменшується загальна шпаруватість.

Перемішування – зміна взаємного розташування частини ґрунту, добрив і мікроелементів. Ґрунт стає більш однорідним по родючості.

Вирівнювання – усунення нерівностей поверхні поля для забезпечення рівномірної глибини закладення насіння, поліпшення умов роботи машин і розподілу води при поливі.

Підрізання бур'янів – їхнє знищення шляхом перерізання й розриву коріння і стебел.

Створення гребенів, гряд і нарізка борозен сприяють регулюванню водного, повітряного, термічного й харчового режимів ґрунтів.

III. Види обробітку ґрунту

Існують наступні види:

Основний – на глибину від 16 до 24 см і більше, що істотно змінює склад ґрунту;

Поверхневий – на глибину до 8 см.

Обробку ґрунту на глибину більше 24 см називають глибокою, від 8 до 16 см – мілкою.

Основний обробіток – це звичайно перша найбільш глибока (20-35 см) обробка ґрунту після оброблення попередньої культури. Її проводять плугом з оборотом і наступним розпушуванням ґрунтового шару. Ґрунт, підданий вітрової ерозії, рихлять без обороту шару на глибину 25-40 см.

Поверхнева обробка проводиться перед посівом. У процесі або після посіву на глибину не більше 14 см. Її виконують лушпильниками, культиваторами, бородами, мотиками, катками, фрезами з метою розпушування, перемішування або ущільнення ґрунту, підрізання бур'янів і внесення добрив.

Противерозійна обробка – це обробка зі створенням водозатримуючого мікрорельєфу на ріллі й зі збереженням вітрозатримуючих поживних залишків.

Мульчуючий обробіток сполучає у собі прийоми механічної обробки з покриттям поверхні ґрунту подрібненими рослинними залишками.

Спеціальний обробіток потрібен при освоєнні нових земель, а також щоб створити деякі специфічні умови для нормального виростання рослин. До неї відноситься оранка чагарниково-болотними плугами, плантажний і ярусний обробіток, розпушування на більшу глибину, фрезерування ґрунтів, нарізання гребенів і ін.

Зяблевий обробіток ґрунту проводиться в літньо-осінній період під посів ярових культур у наступному році.

Чистий пар являє собою поле, вільне від с.-г. культур і оброблюване протягом усього вегетаційного періоду.

Напівпар – це поле, яке обробляється тривалий час після рано зібраних культур.

Чорний пар – поле, обробіток якого починають улітку або восени слідом за збиранням попередника.

Сидеральний пар – поле, зайняте бобовими й іншими рослинами для закладення їх у ґрунт як зелене добриво.

IV. Системи обробітку ґрунту

Застосовують залежно від ґрунтово-кліматичних умов.

Відвальна система передбачає оборот ґрунтового шару, що забезпечує закладення поживних залишків, насіння бур'янів і збудників хвороби в нижні шари орного шару. Одержала широке поширення в районах достатнього і надлишкового зволоження.

Переваги: закладення дернини, повне знищення бур'янистої рослинності на певний період, інтенсивне окислювання гумусу, виділення поживних речовин; повне внесення органічних і мінеральних добрив, наявність великої кількості знарядь.

Недоліки: порушення структури ґрунту й процесів, які в ньому проходять; розпилення й надмірне ущільнення ґрунту, висока енергоємність

обробки, надмірні втрати ґрунтової вологи.

Безвідвальна система виключає оборот ґрунтового шару, його заміняють глибоким розпушуванням зі збереженням стерні, що захищає ґрунт від вітрової ерозії. Ця система обробки одержала поширення в степових районах, де проявляються ерозійні процеси, а також у районах недостатнього зволоження як спосіб нагромадження й збереження вологи в ґрунті.

Переваги: зберігається структура ґрунту, не порушується природний покрив, поліпшення нагромадження гумусу, запобігання розвитку ерозійних процесів, збереження й нагромадження ґрунтової вологи.

Недоліки: складність внесення органічних добрив, складність боротьби з бур'янами. Чітке і своєчасне виконання всіх операцій по підготовці ґрунту в даній системі землеробства дозволяє усунути цей недолік.

Мінімальна система передбачає скорочення кількості обробітків і їхньої глибини, об'єднання й одночасне виконання декількох технологічних операцій і процесів за один прохід агрегату. Її застосовують у різних районах, щоб знизити ущільнення й розпилення ґрунту рушіями тракторів і колесами с.-г. машин, а також скоротити строки підготовки ґрунту. У деяких випадках обробляють не всю поверхню ґрунту, а тільки вузькі смуги, у них потім висівають насіння. Такий обробіток називається **нульовим**.

V. Основні прийоми обробки ґрунту

Оранка – обертання й розпушування шару ґрунту, підрізання підземної частини бур'янистих рослин, закладення насіння бур'янів, добрив і поживних залишків. Найбільш енергоємний прийом обробки ґрунту. Однак він дає найкращі результати по знищенню бур'янистої рослинності й по закладенню добрив у ґрунт. Виконують плугами.

Культивация – прийом обробки, що забезпечує знищення бур'янів за рахунок підрізання, вичісування й присипання землею, а також розпушування й перемішування ґрунту. Для цього культиватори забезпечені набором робочих органів різного призначення.

Фрезерування – розпушування й інтенсивне перемішування ґрунту. Глибоко фрезерують найчастіше задернілі й болотні ґрунти, які не можна рихлити плугами. Цей прийом застосовують для обробки ґрунту в садах, міжряддях просапних культур і перед посівом культур у польових сівозмінах, якщо ґрунти не засмічені каменями.

Боронування – універсальний прийом поверхневого обробітку ґрунту з метою рихлення, перемішування, вирівнювання поверхні, вичісування бур'янів, зароблення мінеральних добрив, руйнування кірки на посівах після зимівлі й рясних дощів і проріджування загущених посівів.

Плоскорізний обробіток проводиться замість культивачі або оранки з метою розпушування ґрунту й підрізання кореневищ бур'янів на ґрунтах, підданих ерозії.

Чизельний обробіток проводиться для прогрівання ґрунту весною або

для промерзання взимку з метою прискорення структурних утворень.

Лущення й дискування – прийоми, які застосовують для дрібного розпушування з оборотом шарів ґрунтів, обробіток яких зубовими боронами або культиваторами затруднена. У цих випадках використовують дискові робочі органи. Головне призначення лушення стерні – провокування сходів бур'янів для їхньої наступної заробки. Лушення можна виконувати не тільки дисковими, але й лемішними (плужного типу) луцильниками.

Прикочування – прийом обробки ґрунту катками, що забезпечує ущільнення, подрібнення брил і частково вирівнювання поверхні.

Борознування, грядкування й підгортання – прийоми відповідно для нарізання борозен, утворення грядок і нагортання ґрунту до стебел картоплі.

Шлейфування – це вирівнювання поверхні поля.

Щілювання – полягає в нарізуванні щілин для підвищення водопроникності.

Лункування застосовують із метою утворення лунок для затримки води на схилах.

Внесення добрив

1. Машини повинні забезпечувати внесення мінеральних добрив (від 50 кг до 3 т/га), вапна (від 1 до 6 т), органічних добрив і їхніх сумішей (від 5 до 60 т).

2. Нерівномірність розподілу добрив по ширині для тукових сівалок не більше $\pm 15\%$, відцентрових розкидачів $\pm 20\%$, для розкидачів органічних добрив $\pm 25\%$. По ходу руху машини для відцентрових і розкидачів органічних добрив $\pm 15\%$.

3. Відхилення внесення добрив по глибині не перевищує $\pm 15\%$.

4. Норма внесення при підгодівлі $\pm 7\%$.

5. Розрив за часом: між закладенням добрив - для мінеральних 12 годин, для органічних – 2 години.

Способи внесення добрив

1. **Суцільний спосіб** – застосовується при внесенні більших доз добрив (до 60 т/га). Вносяться гній, компости й приблизно 2/3 всіх мінеральних добрив.

При суцільному способі добрива заробляються плугами, культиваторами. При цьому розрив у строках повинен бути мінімальним.

2. **Позакоренева підкормка** – вноситься на посіви зернових культур і трав. Добрива в ґрунт не заробляються, а засвоюються рослинами після випадання опадів.

3. **Внутріґрунтовий спосіб** – (локальне внесення) застосовується разом з посівом або посадкою, а також при підкормках.

Класифікація машин

За видами внесених добрив:

- органічних;
- мінеральних.

За призначенням:

- машини для підготовки добрив;
- машини для транспортування;
- машини для внесення.

За технологією внесення:

- тукові сівалки;
- відцентрові й авіаційні розкидачі;
- машини для внесення пилоподібних добрив;
- машини для внесення рідких добрив;
- машини для безводного аміаку;
- гноєрозкидачі;
- туковисіваючі апарати.

За мобільністю:

- мобільні (наземні, неназемні);
- стаціонарні.

Наземні: самохідні, не самохідні.

Не самохідні по способі агрегування з енергоблоком: навісні, напівпричіпні, причіпні, сидельні.

Сівба

Агротехнічні вимоги до сівби



Рис. 4.25. Сівалка John Deere 1590

До сівби пред'являються наступні агротехнічні вимоги:

1. Сівбу ведуть у встановлені агротехнічні строки слідом за передпосівним обробітком ґрунту. Допустимий розрив – не більше однієї доби.
2. Доза висіву насіння повинна відповідати заданій нормі. Допустиме відхилення не більше 3 %.
3. Середня нерівномірність висіву насіння окремими висіваючими апаратами допускається не більше 3 %;
4. Глибина зароблення насіння у ґрунт повинна відповідати заданій.

Допустиме відхилення середньої глибини заробки від заданої для 80% насіння допускається до ± 1 см. Не заробленого насіння на поверхні ґрунту не допускається.

5. Ширина міжрядь на всьому полі повинна відповідати встановленій. Допустиме відхилення стикових міжрядь суміжних сівалок посівного агрегату допускається до ± 2 см, а двох суміжних проходів агрегату – до 5 см.

6. Огріхи й пересівання не допускаються.

7. Котки, що прикочують, зерно пресових сівалок повинні йти точно по центрі рядків висіяних насінин. Допустиме відхилення – не більше 0,5 см.

8. На полях, оброблених плоскорізними знаряддями, на поверхні ґрунту після посіву повинно зберегтися не менш 60 % пожнивних залишків.

9. Рослинам повинна бути забезпечена необхідна площа живлення.

10. Насіння необхідно рівномірно розподілити по площі поля й закрити на задану глибину.

11. Висіваючий апарат не повинен пошкоджувати насіння. Допускається пошкодження насіння: зернових – 0,3 %, бобових – 1 %, кукурудзи – 1,5 %, буряка – 0,5 %.

12. Висіваючий апарат повинен мати широкий діапазон регулювання.

13. Між насінням й ґрунтом не повинне бути повітряного прошарку.

14. При точному висіві не менш 80 % насіння повинні розміщатися на однаковій відстані. Число пропусків при цьому не більше 2 %.

Захист рослин



а) причіпний обприскувач



б) обприскування агрополів звикористанням дрона

Рис. 4.26. Засоби механізації для внесення засобів захисту рослин та регуляторів росту.

Класифікація сільськогосподарських отрут

1. По призначенню:

- інсектициди (знищують комах);
- бактерициди (знищують бактерій);
- фунгіциди (знищують грибки й грибкові захворювання);
- зооциди (знищують тварин);
- гербіциди (знищують бур'яни).

2. По характеру дії на організм:

- кишкові отрути;
- контактні ядохімікати (через шкірні покриви);
- системні отрути;
- фуміганти (поразка шкідників через дихальні системи).

Система хімічного захисту рослин

Методи захисту рослин.

1. Фізико-механічний метод.
2. Біологічний метод.
3. Мікробіологічний метод – застосування патогенних мікроорганізмів.
4. Хімічний метод.

Система хімічного захисту рослин.

1. Протравлювання.
2. Обприскування.
3. Обпилювання.
4. Аерозольний спосіб (аерозольні генератори).
5. Спосіб отруєних принад.
6. Фумігація (внесення в ґрунт легкокипаровуючих хімікатів).
7. Хемотерапія (внесення хімічних препаратів нешкідливих для рослини, але шкідливих для шкідників і збудників хвороби).

Обприскуванням наносять на рослини рідкі пестициди у вигляді розчинів, суспензій, емульсій або екстрактів різних концентрацій. Частіше застосовують малооб'ємне обприскування, при якому зменшена витрата рідини, а концентрація розчину збільшена.

Обприскування зводиться до покриття рослин тонким шаром порошку хімікату. Обпилювання не вимагає води, менш громіздко, але витрата речовини в порівнянні з обприскуванням вище в 4-6 разів.

Аерозольний метод полягає в тому, що концентрований розчин хімікату перетворюють термічним або механічним шляхом у туман або дим, що складається із часточок рідини розміром від 1 до 50 мкм, що осідає на рослинах, стінках приміщень і на тварин. Аерозолі характеризуються великою ефективністю й економічністю.

Протравлюванням насіння знищують збудників хвороб (*головним чином різні види головні*). Насіння протравлюють сухим, напівсухим і мокрим способами. Сухий спосіб складається в змішуванні насіння із порошкоподібним пестицидом. Витрата його на 1 т зерна становить 1-3 кг. При напівсухому способі насіння протравлюють суспензіями або розчинами.

На 1 т зерна витрачається 15-30 л рідини. Для мокрого протравляння насіння застосовують розчин, що складається з однієї частини 40%-го формаліну й 300 частин води. На 1 т зерна витрачається 100-150 л рідини, після томління насіння сушать.

Основні типи машин.

Для хімічного захисту рослин застосовують обприскувачі, обпилювачі, аерозольні генератори, фумігатори, змішувачі прилад і розкидачі прилад. Обробка насіння сільськогосподарських культур пестицидами виконується в протравлювачах.

Обприскувачі за призначенням діляться на польові, садові, виноградникові, для захищеного ґрунту й ін. За принципом дії обприскувачі розділяються на гідравлічні (розпил відбувається за рахунок тиску рідини), пневматичні (розпил за рахунок тиску повітря) і вентиляторні (розпилення струменем повітря, створюваного вентилятором). За видом приводу обприскувачі бувають ручні, кінні, кінно-моторні, тракторні, автомобільні й авіаційні. Тракторні обприскувачі можна розділити на навісні, причіпні.

Обпилювачі розділяються на два типи: з механічною подачею порошку через дозатор (обертючими лопатами, шнеком і ін.) і із пневматичною подачею або просмоктуванням порошку крізь дозатор повітрям (насосом або хутряним пристроєм).

Протравлювачі діляться на машини періодичної і безперервної дії.

Агротехнічні вимоги

До машин для захисту рослин пред'являються наступні загальні вимоги: тонкий і рівномірний розпил рідини, щоб не обпалити листи рослин краплями; строге дотримання норми витрати препарату на одиницю площі; точне дозування препаратів; постійна концентрація розчину під час роботи; універсальність, тобто можливість використання машини на обробці різних культур; висока продуктивність; гарна маневреність і прохідність; стійкість робочих органів машин проти дії пестицидів.

При ретельному обприскуванні краплями неодмінно повинне бути повністю покрито більше 80 % саме верхньої поверхні будь-яких рослин (листів) і ніяк не менш 60 % нижньої; можлива середня густота самих крапель на 1 см² у безпосередній залежності від установленної норми витрати відповідної рідини й конкретного виду оброблюваних культур – від 10 до 70.

Допускається можлива нерівномірність чіткого складу робочої рідини $\pm 5\%$, а реальне відхилення від норми дози внесення фунгіцидів і інсектицидів $\pm 25\%$, а відхилення реальних витрат рідини через окремі спеціальні наконечники – може бути не більше $\pm 15\%$, нерівномірність ретельного розподілу пестициду по всій ширині захвату машини дорівнює 50 %, безпосередньо по ходу її руху – 20%. Механізатор не повинен допускати обприскування при неприємній швидкості вітру більш ніж 5 м/с, реальній температурі навколишнього повітря вище 25 °С, при яскравому дощі й росі.

Збирання зернових



Рис. 4.27.Зернозбиральний комбайн John Deere.

Способи збирання

Роздільний спосіб застосовують у наступних випадках:

- у початковий період збиральних жнив, коли хліба у восковій стиглості зерна можна почати косити раніше, а, отже, і раніше завершити;
- при збиранні полів, засіяних сортами з легкоосипаючим зерном, втрати якого із затягуванням косіння сильно зростають;
- на засмічених полях, тому що зелень бур'янів сильно ускладнює роботу при прямому комбайнуванні, різко знижує продуктивність комбайна, підвищує втрати зерна в соломі й особливо в полову. Підсохлі у валках бур'яни не утрудняють роботу комбайнового агрегату;
- при збиранні полів з нерівномірним дозріванням зерна;
- на полях, сильно пошкоджених пилильщиком.

Пряме комбайнування застосовують у наступних випадках:

- при збиранні незасмічених хлібів;
- на рідких і низькорослих хлібах, валки яких не можуть добре втримуватися на стернях і провалюються на землю, ускладнюючи роботу підбирача;
- на полеглих хлібах, що вимагають зрізу рослин на мінімальній висоті. Роздільно забирати такі хліби не можна, тому що валки доводиться укладати на землю. Полеглі хліби забирають роздільно тільки на сильно засмічених полях і за умови, що до обмолоту валки не потраплять під дощ;
- при частих короткочасних дощах. Після них нескошений хлібостій просихає за 1-2 год., а валки в цих умовах можуть не підсохнути до нормальної вологості протягом усього дня;
- якщо передбачаються затяжні дощі. У таких умовах зерно у валках може загинути повністю або різко погіршиться його якість, особливо в сильної пшениці;

– при достатній насиченості зернозбиральною технікою для збирання можливо більшої площі посівів прямим комбайнуванням.

Строки збирання

Найвищий збір зерна можливий при збиранні хлібів наприкінці їх воскової й на початку повної стиглості. При збиранні на початку воскової спілості хлібів недобір урожаю пов'язаний з тим, що ще не закінчився процес формування зерна. Збирання наприкінці повної стиглості також супроводжується деяким недобором урожаю, а збирання хліба, що перестояв, протікає при неприпустимих втратах за рахунок обламування колосків і самоопадання зерна.

Чим вище рівень агротехніки (немає бур'янів і шкідників) і менше сезонне навантаження на комбайн, тим більше площ підлягає збиранню прямим комбайнуванням.

Висота зрізу

При роздільному збиранні хлібів підбором оптимальної висоти зрізу забезпечуються сприятливі умови для дозрівання зерна у валках і високоякісній роботі підбирачів.

Висота зрізу залежить від густоти стояння рослин: чим вона більше, тим більше потужний валок може удержати стерня. Тому високорослі хліби з густотою стояння понад 400 шт./м² зрізують на висоті 20-25 см, а рослини середньої висоти при густоті 300-400 шт./м² зрізують на висоті 15-18 см.

Форма й розміри валка

Укладання стебел у валки роблять так, щоб вони розташовувалися внакладку й були спрямовані під кутом 10-25° до їхньої осі. Це забезпечує чистий підбір маси валків. Крім того, такі валки більш стійкі до просідання й менше розкидаються вітром. Якщо стебла у валку покладені під завищеним кутом, то колосся розташовуються ближче до однієї сторони валка, більше важка колосова частина глибше просідає в стерні, а окоренкова частина піднімається нагору. Це веде до розкидання валка вітром. Під час дощу вода стікає по стеблах до колоска, маса сохне довше, гірше піднімається підбирачем, погіршується якість зерна.

Допустимі втрати зерна

– загальні втрати зерна за жнивваркою при полеглості хлібів до 20 % – 0,5 %, а при збиранні полеглих хлібів – до 1,5 %;

– загальні втрати зерна при підбиранні нормально покладених у валки хлібів – не більше 0,5%;

– загальні втрати за молотаркою (внаслідок недомолоту й недоочистки) – не більше 1,5%.

Допустиме дроблення зерна

– дроблення й пошкодження насінного зерна колосових культур може становити до одного відсотка, а продовольчого зерна – не більше 2 %;

– чистота зерна в бункері повинна бути не менш 97 %;

– втрати соломи при збиранні солomозбиральною технікою – не більше 5%, а забруднення соломи землею – 2 %.

Способи збирання

Спосіб збирання залежить від ряду обставин: агробіологічних властивостей культури, засміченості, густоти, висоти й стану стеблестою, строків збирання, погодних умов, наявності машин у господарстві.

Комбайнове збирання.

Пряме комбайнування – скошування й обмолот хлібів однією машиною.

Високоврожайні культури при несприятливих умовах збирання не можна укласти у валки: вони виходять потужними й погано просихають. Такі культури, а також рівномірно дозрілі або низькорослі розріджені з густотою стеблестою менш 300 рослин на 1 м² збирають прямим комбайнуванням. Збирання звичайно починають при зниженні вологості зерна до 20-22 %. Така вологість відповідає кінцю воскової й початку повної спілості зерна.

Роздільне збирання.

1. Скошування зернових у період воскової спілості й укладення їх у валки.

2. Підбор валків і обмолот.

Роздільним способом збирають у першу чергу схильні до полягання, опадання, а також засмічені хліби. Густота стеблестою повинна бути не менш 300 рослин на 1 м², висота – не нижче 70 см. При цьому площу збирання встановлюють, виходячи з конкретних умов, з урахуванням тривалості фаз дозрівання колосових культур, характеру засміченості полів, умов сушіння у валках і оснащеності збиральною технікою. Хліба у валки можна почати скошувати значно раніше (на 7-12 днів), чим забирати прямим комбайнуванням, що дуже важливо для багатьох областей і районів.

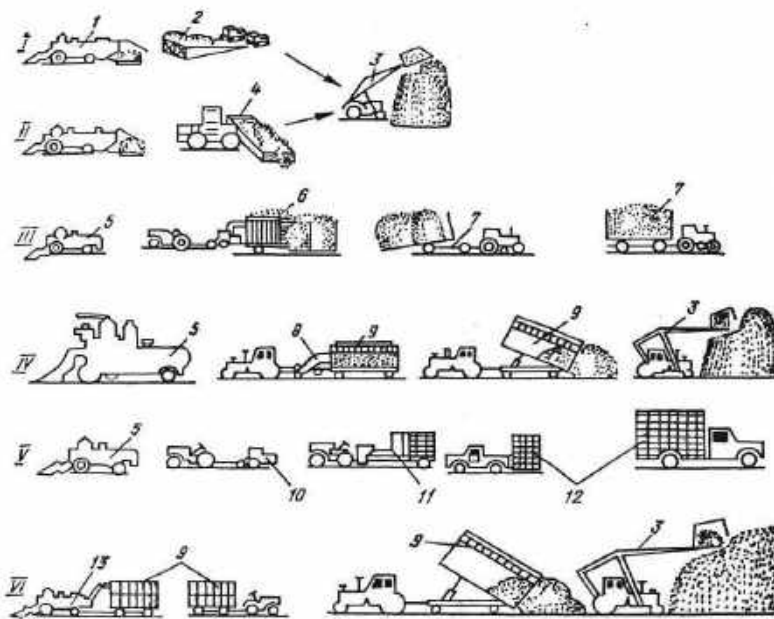


Рис. 4.28. Комплекси машин і технології збирання соломи:

I, II, III, IV – збирання соломи без подрібнення;

V – збирання соломи з пресуванням у паки або рулони;

VI – збирання соломи з подрібненням.

1 – комбайн з копнувачем; 2 – волокуша ВТУ-10; 3 – навантажувач ПФ-0,5Б; 4 – волокуша ВНК-11; 5 – комбайн з пристроєм для укладання соломи у валок; 6 – копицеутворювач СПТ-60; 7 – копицевіз СП-60; 8 – підбирач-ущільнювач ПВ-6; 9 – причіп підбирач ППЛ-Ф-1,6 або ПРП-1,6; 11 – підбирач паків ГУТ-2 5А; 12 – транспортувальник штабелів ТШН-2 5; 13 – комбайн з подрібнювачем соломи.

Збирання низькорослих хлібів

Через несприятливі погодні умови в більшості районів краю на багатьох полях хліба можуть бути низькорослими, частково розрідженими, що ускладнить збирання, і буде супроводжуватися підвищеними втратами й ушкодженням зерна. Збирання низькорослих і розріджених хлібів мають деякі особливості у виборі умов і режимів роботи зернозбиральних комбайнів.

Вибір способу збирання. Збирання низькорослих і розріджених хлібів переважно вести прямим комбайнуванням. Лише сильно засмічені хліба необхідно збирати роздільно, але з обов'язковим здвоюванням валків, які потрібно підбирати транспортерним підбирачем, тому що барабанний підбирач погано підбирає хлібну короткостебельну масу, і залишає на землі багато непідібраних колосків.

Вибір швидкості руху комбайна. Чим нижче хлібостій, тим на меншій швидкості руху комбайна потрібно працювати, щоб запобігти втратам зерна за рахунок не зрізаних колосків, тому що зі збільшенням швидкості підвищується нахил стебел по ходу руху комбайна. Другим критерієм вибору швидкості руху є недомолот зерна молотильним апаратом. У всіх випадках ця величина повинна бути 0,5 % за умови встановлення такого режиму, що щадить роботу молотильного апарата, тобто при опусканні деки якнайнижче й зниження до мінімуму оборотів барабана.

Висота зрізу. Всі поля, навіть із нормальною висотою хлібостою, треба зрізати вище, тобто збирати лише колосся, що дозволить (при правильному налагодженні молотильного апарата й очищення) різко підвищити продуктивність комбайнів і скоротити строки збирання.

Запобігання ушкодження зерна. Зерно ушкоджується (дроблення, травмування), головним чином, молотильним апаратом. Особливість збирання низькорослих хлібів полягає в тім, що в хлібній масі переважають колоски й мало самої соломи, що при звичайних умовах збирання «зм'якшує» удар бичів барабана по зерну. У зв'язку із цією обставиною потрібне підвищена увага до технічного стану молотильного апарата.

Збирання силосних культур



Рис. 4.29. Комплекс для заготівлі силосу.

Агротехнічні вимоги до збирання силосних культур

1. Збирання злакових культур повинна проводитися в період колосіння, бобових у період бутонізації.
2. Скошування повинне проводитися без огріхів, пропусків.
3. Висота зрізу: для природних трав 4-5 см, для сіяних – 5-7 см, кукурудзи – 10-15 см.
4. Втрати маси не більше 5 %.
5. Довжина здрібнювання 2-3 см (при вологості 60-70%), 4-5 см (75-80%).

Способи збирання силосних культур

Заготівля силосу передбачає закладку скошеної й здрібненої маси в траншею, де перед герметизацією ущільнюють.

Заготівля сінажу передбачає закладку пров'яленої до 50-55 % і здрібнену до 3 см масу у вежі або інші герметизовані спорудження.

Розрізняється на:

– **Заготівля розсипного сіна:** скошування, сушіння в прокосах, згрібання у валки, підбор з утворенням копиць, перевезення й скиртування.

Недолік: велика кількість операцій.

– **Заготівля пресованого сіна:** скошування й сушіння в прокосах, згрібання з одночасним пресуванням у тюки (рулони).

Перевага: дуже низькі втрати.

– **Заготівля з підсушуванням:** сушать у полі до вологості 30-45 %, підбирають і транспортують до місць досушування, скиртують і вентилують атмосферним або підігрітим повітрям.

Перевага: значно підвищується вміст каротину.

Косарки

Скошування трав – одна з найважливіших операцій при заготівлі сіна й сінажу. Від її проведення надалі буде залежати врожайність травостою, а

також живильна цінність кормів.

Скошувати траву в ранні ранкові годинники, бажано не пізніше 9 годин. У цьому випадку сушіння протікає в 2,5-3 рази швидше, а зміст каротину в 1,5-2 рази вище, ніж у трави, скошеної в денний час. При цьому висота зрізу, на думку фахівців, повинна становити 4-6 см.

Самохідні косарки не одержали широкого поширення. Хоча їхня продуктивність набагато вище, ніж у причіпних – порядку 15 га/год., а умови роботи оператора комфортніші. Крім того, вони більше маневрені й мають високу транспортну швидкість.

Валкоутворювачі

Роторні валкоутворювачі розрізняються по числу роторів, ширині захвата, способу агрегування, а також по кількості утворених валків і їхньому розташуванню.

Для утворення валків найчастіше використовуються одно-, двох- і чотирьох роторні валкоутворювачі. Звичайно однороторні випускаються в навісному варіанті, а двох-, трьох- і чотирохроторні - у причіпному.

За способом валкоутворення розрізняють граблі з бічним і центральним укладанням валка.

Граблі із центральним валкоутворенням використовують на полях з високою врожайністю.

Застосовуючи бічний спосіб валкоутворення, можна одержати гарний здвоєний валок. Спочатку валкоутворювач проходить в одну сторону, збираючи траву у валок. Потім наприкінці гонів розвертається й згрібає траву в ту ж сторону, що й у перший раз. У результаті шестиметровими граблями одержуємо один великий валок.

При збільшенні маси валка до 8-10 кг на один погонний метр швидкість сушіння зменшується в 3-4 рази в порівнянні із сушінням цієї трави, покладеної в прокіс на ширину захвата косарки. Тому при заготівлі сіна на ділянках із урожайністю більше 200 ц/га зеленої маси необхідно робити скошування травостою косарками із шириною захвата не більше 3 м.

Прес-підбирачі

У багатьох господарствах дотепер заготовлюють сіно по старинці – у розсипному виді. Однак, на думку фахівців, перевагу варто віддати заготівлі пресованого сіна. Заготівля пресованого сіна дозволяє повністю механізувати процес, пов'язаний із заготівлею, транспортуванням і використанням сіна. Причому це далеко не всі переваги такої технології.

Існує два основних типи прес-підбирачів – рулонні й пакові.

По своїй конструкції вони підрозділяються на два типи.

До першого типу ставляться прес-підбирачі, що формують рулони в камерах постійного обсягу, утворених роликками, ремнями або ланцюгами.

Другий тип представлений машинами, які формують рулони в камерах змінного обсягу, утворених нескінченними транспортерами.

Прес-підбирачі з камерою змінного обсягу здатні формувати рулони різного діаметра, а отже, і маси. Обв'язка рулонів здійснюється як шпагатом,

так і сіткою.

Пресоване сіно можна зберігати в складських приміщеннях або ж під відкритим небом. Для зберігання під відкритим небом рулони можна додатково обернути в пластикову плівку.

Кормозбиральні комбайни

Основним технічним засобом для заготівлі здрібнених кормів як і раніше залишається кормозбиральний комбайн. По способі агрегування комбайни підрозділяються на самохідні й причіпні. Самохідна техніка відрізняється високою продуктивністю – до 100 т/ч, надійністю й комфортними умовами роботи. Такі машини доцільно експлуатувати у великих підприємствах, де заготовлюються більші обсяги кормів. Основні постачальники самохідної кормозбиральної техніки – Krone, Claas, JohnDeere, CNH і ін.

При роботі кормозбиральної техніки важливо також якісне заточення ножів, тому що робота із затупленими ножами істотно збільшує витрати енергії й, отже, палива. Затуплення ножів до товщини ріжучої кромки 0,5 мм збільшує навантаження на двигун приблизно на 20 %, а до 1 мм – уже на всі 70 %. У збиральній техніці John Deere заточення ножів здійснюється при обертанні барабана назад, що забезпечує її кращу якість.

У кормозбиральних комбайнах від Claas серед «інтелектуальних» функцій виробники відзначають наявність металодетектора й каменеуловлювачів, що особливо актуально для російських полів, тому що тут часто попадаються сторонні предмети.

Згрібання у валки й пресування

Операція згрібання підв'яленої трави у валки, виконана роторними граблями, займає особливе місце в технологічному ланцюжку по збиранню кормів.

Технологія заготівлі кормів, традиційно застосовуваних у зимових раціонах годівлі тварин, включає використання прес-підбирача, що робить підбір підсушеної трави з наступним її пресуванням у щільні тюки квадратної або круглої форми.

Технологічні операції заготівлі силосу: скошування силосних культур; їхнє здрібнювання й завантаження в транспортний засіб.

Технологічні операції заготівлі сінажу: скошування у валок із плющенням і укладанням у валок; ворошіння трави в прокосах; згрібання у валки; підбір підв'яленої маси з валків; здрібнювання й навантаження в транспортний засіб.

Технологічні операції заготівлі сіна: скошування трав у валок; ворошіння трави в прокосах; згрібання у валок; підбір сіна з валків (з подальшим пресуванням у рулони або здрібнюванням).

Технологічні операції заготівлі зеленого корму: скошування трав; їхнє подрібнення й навантаження в кормороздавач (або транспортний засіб); доставка до місць згодовування й роздача тваринам.

4.2. Технологічні властивості та параметри робочих агромашин

Технологічні властивості (ТВ) робочих машин характеризується багатьма показниками, які визначають ступінь відповідності агровимогам.

Умовно ТВ робочих машин ділять на дві групи.

Перша група показників характеризує умови, для яких призначена машина: тип ґрунту, рельєф та мікрорельєф, вологість та цільність ґрунту, висота та полеглість рослин, урожайність, попередник та попередній обробіток.

Друга група показників оцінює якість роботи машин у типових умовах при оптимальних та граничних режимах роботи.

Якість роботи – найбільш важлива технологічна характеристика машини, яка визначає ступінь забезпечення агротехнічних вимог до виконуваного процесу. У більшості випадків додаткові витрати на підвищення якості робіт компенсується підвищенням урожайності.

Якість робіт можливо виразити кількісно через показники якості, які зручно порівнювати із агровимогами до виконуваного процесу і оцінити **коефіцієнтом якості виконання робіт k_m** .

Для основних видів машин це такі показники:

- **ґрунтообробних машин** – глибина обробітку, загортання пожнивних решток та добрив, підрізання бур'янів, брилистість, розпушеність та гребнистість;

- **машин для внесення добрив** – внесення заданої дози, фактична ширина захвату, нерівномірність внесення по ширині захвату та довжині і проходу;

- **посівних та садильних** – висів заданої дози, глибина та якість загортання, пошкодження насіння (розсади), величина прошарку ґрунту між насінням та добривами;

- **машин для догляду за посівами** – глибина обробітку, ширина захисної смуги, пошкодження та присипання землею рослин, ступінь підрізання бур'янів, доза та рівномірність внесення пестицидів, води, добрив;

- **збиральних** – втрати, висота зрізу, глибина викопування, ступінь очищення та подрібнення, пошкодження та забруднення.

Якість виконаних робіт оцінюють за показниками, зазначеними у таблиці 4.1.

Таблиця. 4.1. Відповідність показників якості роботи деяких машин агротехнічним вимогам

Перелік контрольованих показників	Допустимі Показники (агровимоги)	Відповідність деяких машин агровимогам
1	2	3
Внесення добрив – нерівномірність розподілу при поверхневому – внесенні по всій площі поля, % – перекриття в стикових міжряддях, %	Bogballe L	
	не більше 25 не більше 5	не більше 27 не більше 7
	$k_m = 0,95$	
Оранка – нерівномірність обробітку, см – брилистість ґрунту, см – висота гребенів і розвальних борозен, см – зароблення рослинних залишків, %	ППО-6-40	
	$\pm 2,0$ до 10 не більше 5 100	± 3 до 13 не більше 7 96
	$k_m = 0,88$	
Передпосівна культивация – нерівномірність обробітку, см – підрізання бур'янів, % – висота гребнів, глибина борозен, см	УСМК-5,4-0,1	
	$\pm 1,0$ 100 не більше 4	$\pm 1,5$ 100 не більше 5
	$k_m = 0,87$	
Сівба – норма висіву, % – нерівномірність розподілення насіння по рядках, % – відхилення ширини стикових міжрядь, см	Клен-4,5	
	± 3 не більше 7 не більше 5	$\pm 3,5$ не більше 7 не більше 5
	$k_m = 0,94$	
Збирання – загальні втрати врожаю, % – вміст бур'янових домішок в бункерній масі, %	ДОН-1500	
	5 не більше 10	10 не більше 13
	$k_m = 0,9$	

Якість роботи машин залежить від конструктивних особливостей, регульовальних параметрів і технічного стану машини, а також умов роботи і фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу.

Робота однієї і тієї ж машини може оцінюватись декількома параметрами.

Таблиця 4.2. Показники якості роботи машин та їх рейтинг

Вид роботи	Показники	Рейтинг, %
Оранка	Глибина обробітку	50
	Зароблення рослинних рештків	30
	Рівномірна гребнистість	20
Культивація суцільна	Відхилення фактичної глибини від заданої	40
	Ступінь підрізання бур'янів	60
Культивація міжрядна	Відхилення фактичної глибини від заданої	30
	Рівномірність глибини обробітку	20
	Ступінь підрізання бур'янів	25
	Ступінь пошкодження культурних рослин	25
Сівба зернових	Відхилення фактичної глибини від заданої	25
	Рівномірність глибини заробки насіння	25
	Відхилення від заданої норми висіву	30
	Дотримання ширини міжрядь	20
Сівба просапних культур	Відхилення фактичної глибини від заданої	20
	Рівномірність глибини заробки насіння	20
	Відхилення від заданої норми висіву	20
	Ступінь пошкодження насіння	20
	Дотримання ширини міжрядь	10
	Прямолінійність рядків	10
Скошування зернових у валки	Втрати зерна	40
	Відхилення фактичної висоти від заданої	30
	Відхилення від заданих параметрів валка	30
Підбір і обмолочення валків	Втрати зерна	40
	Пошкодження зерна	30
	Чистота зерна	10
	Втрати соломи, полови	20
Збирання кукурудзи	Втрати зерна	40
	Пошкодження зерна	30
	Ступінь очищення початків	20
	Втрати подрібненої маси	10
Збирання коренеплодів	Втрати коренів, клубнів	40
	Пошкодження коренів, клубнів	30
	Чистота коренів, клубнів	30
Збирання силосних культур	Втрати маси	40
	Відхилення фактичної довжини різки від заданої	40
	Відхилення фактичної висоти стерні від заданої	30

Технологічні можливості агромашин – це кількість матеріалу, яку може пропустити (переробити, подати, подрібнити, висіяти, очистити тощо) машина або її окремі робочі органи за одиницю часу при забезпеченні агротехнічних вимог.

Сівалки, картоплесаджалки, росадосадильні і висадкосадильні машини розраховують за частотою висіву:

– **зернові**

$$q = \frac{15Q\pi DB}{10^4(1-\varepsilon)}, \text{ кг за } 15 \text{ обертів колеса,}$$

де: Q – норма висіву насіння, кг/га ;

D – діаметр привідного колеса, м ;

B – ширина захвату сівалки, м ;

ε – коефіцієнт пробуксовки коліс (0,05–0,1).

Шлях, який пройде сівалка за масою зерна у ящику:

$$l = \frac{10^4 G_n}{QB},$$

де: G_n – маса насіння у ящику, кг .

– **бурякові, кукурудзяні**

$$n = \frac{zi}{\pi D},$$

де: n – кількість насіння на 1 погонному метрі, шт. ;

Z – число комірок на диску;

i – передаточне відношення;

D – діаметр привідного колеса, м .

– **розсадосадильні**

$$n = \frac{mL}{a},$$

де: n – кількість розсади на 1 погонному метрі, шт. ;

m – число садильних апаратів;

L – довжина гонів, м ;

a – крок посадки, м .

– **картоплесаджалки**

$$n = \frac{3,6n_{\text{вен}} i_{\text{пер}} k_{\text{л}}}{V_p},$$

де: n – норма посадки клубнів, шт./м ;

$n_{\text{вен}}$ – частота обертання незалежного валу відбору потужності, об/хв. ;

$i_{\text{пер}}$ – передаточне число від ВВП на черпаючий диск;

$k_{\text{л}}$ – кількість ложок на диску;

V_p – робоча швидкість, км/год .

– **оприскувачі**

$$l = \frac{10^4 V}{QB_p},$$

де: l – довжина шляху для опорожнення баку, м ;

V – ємкість баку, л ;

Q – норма внесення рідини, л/га ;

B_p – ширина захвату оприскувача, м.

– транспортні машини

$$Q_{\text{ван}} = \frac{V \gamma k_{\text{об}}}{10^3},$$

де: $Q_{\text{ван}}$ – маса вантажу, який перевозиться, т;

V – об'єм кузова, м³;

γ – щільність вантажу, кг/м³;

$k_{\text{об}}$ – коефіцієнт використання об'єму.

– збиральні машини

Розраховуються в основному за **пропускною здатністю** – тобто кількістю маси оброблюваного матеріалу, який проходить через робочі органи машини за 1 секунду.

4.3. Експлуатаційні властивості робочих агромашин

До основних експлуатаційних властивостей агромашин відносяться:

- **швидкість руху**, яка допускається за умов якості виконання робіт;
- **ширина захвату** машини у робочому і транспортному положенні;
- **тяговий опір** агромашини та необхідна потужність для приводу робочих органів;

- **надійність** агромашин.

а) швидкість руху машини

Швидкість руху машини – це один із основних факторів, які визначають якість роботи і продуктивність, тобто кількість виконаної роботи за певний час.

На високих швидкостях при визначених умовах без особливого зниження якості можуть працювати луцильники, швидкісні плуги, ротаційні мотики, культиватори, оприскувачі, косарки, граблі.

Дещо нижчу швидкість вимагають борони, котки, сівалки, саджалки, просапні культиватори.

Для машин, які пропускають оброблюваний матеріал через свої робочі органи, швидкість визначається за залежністю:

$$V_p = \frac{36q_\phi}{B_p U} \leq V_{\text{дон}},$$

де: V_p – робоча швидкість, км/год.;

$V_{\text{дон}}$ – допустима швидкість за умови якості виконання роботи, км/год.;

q_ϕ – фактична пропускна здатність машини, кг/с;

B_p – робоча ширина захвату машини, м;

U – урожайність продукції, т/га.

Для тракторних транспортних машин (причепів) швидкість може бути визначена за такою залежністю:

$$V_p = V^{\max} + 1,5 - 1,5\psi,$$

де: V_p – робоча швидкість, км/год.;

$V^{\max}$ – максимально–допустима швидкість причепа, км/год.;

ψ – фон, на якій працює машина.

Для автомобілів

$$V_p = \frac{5\sqrt{L} + 20 - 0,9Q}{0,3\psi + 0,8},$$

де: V_p – робоча швидкість, км/год.;

L – віддаль перевезення, км;

Q – вантажопідйомність автомобіля, т;

ψ – фон, на якій працює машина.

б) ширина захвату машини

Ширина захвату – важливий конструктивно-технологічний параметр, який визначає технологічне погодження машин, які входять у комплекс машин і впливає на продуктивність агромашини.

Розрізняють конструктивну і робочу (технологічну) ширину захвату машини.

Конструктивна ширина захвату визначається технічною характеристикою машини і являє собою в основному віддалю між крайніми точками робочих органів машини.

Робоча ширина захвату – це величина рівна добутку конструктивної ширини захвату і коефіцієнта використання ширини захвату.

$$B_p = B_k \beta,$$

де: B_p – робоча ширина захвату машини, м;

B_k – конструктивна ширина захвату машини, м;

β – коефіцієнт використання ширини захвату.

Коефіцієнт використання ширини захвату може мати значення:

$$1 \geq \beta \geq 1.$$

в) тяговий опір машин

Основним показником енергетичних властивостей агромашин є їх робочий опір і споживана потужність на привід робочих органів.

У загальному вигляді тяговий опір машини R_m можна виразити як суму опорів на виконання технологічного процесу R_t , переміщення R_f і підйому R_i машини:

$$R_m = R_t + R_f + R_i, \text{ кН}.$$

По аналогії з теорією трактора визначення опору переміщення R_f і підйому R_i машини визначають за формулами:

$$R_f = G_m g f_m \cos \alpha;$$

$$R_i = G_m g \frac{i}{100},$$

де: G_m – експлуатаційна маса машини, m ;
 g – прискорення вільного падіння, m/c^2 ;
 f_m – коефіцієнт опору перекочування машини;
 α – кут нахилу поля, $град$;
 i – рельєф поля.

Опір виконання технологічного процесу R_T залежить від багатьох факторів, які фактично аналітичним шляхом визначити неможливо. Тому цей опір визначають дослідним шляхом за допомогою динамографів або тензоапаратури і отримують таким чином **питомий опір** (k , k_o , k_T) для однорідних машин у конкретних виробничих умовах на швидкості 5 км/год.:

– для машин, робочі органи яких працюють в ґрунті на глибині до 0,18 м

$$k = \frac{R_T}{B_k}, \text{ } \kappa H/m;$$

– для машин, робочі органи яких працюють в ґрунті на глибині більше 0,18 м

$$k_o = \frac{R_T}{ab}, \text{ } \kappa H/m^2,$$

– для машин, робочі органи яких не працюють в ґрунті

$$k_T = \frac{R_T}{G_m} \approx f_m, \text{ } \kappa H/m,$$

де: B_k – конструктивна ширина захвата машини, m ;

a – глибина обробітку ґрунту, m ;

b – ширина захвату одного робочого органу, m .

Таким чином опір виконання технологічного процесу R_T буде визначатись за виразом:

– для машин, робочі органи яких працюють в ґрунті на глибині до 0,18 м

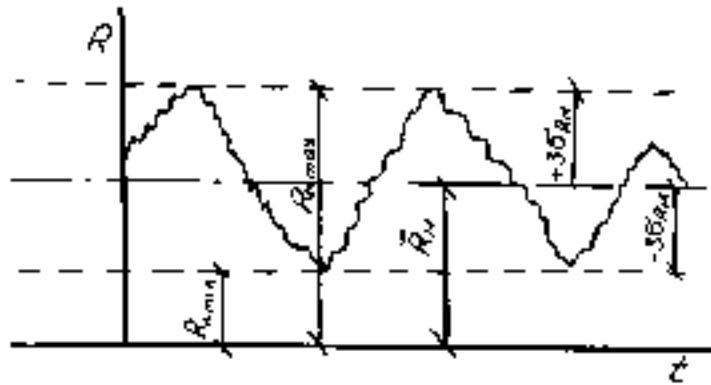
$$R_T = B_k k, \text{ } \kappa H;$$

– для машин, робочі органи яких працюють в ґрунті на глибині більше 0,18 м

$$R_T = k_o ab, \text{ } \kappa H;$$

– для машин, робочі органи яких не працюють в ґрунті

$$R_T = G_m k_T.$$



У зв'язку з мінливістю властивостей ґрунту та ряду інших факторів опір машин має випадковий (ймовірносний) характер розподілу, близький до нормального розподілення. Основними характеристиками опору з урахуванням ймовірності є його середнє значення $\overline{R_M}$, середньоквадратичне відхилення σ_{R_M} та коефіцієнт варіації: $\vartheta_{B_M} = \frac{\sigma_{R_M}}{\overline{R_M}}$.

Максимальне $R_{M_{\max}}$ та мінімальне $R_{M_{\min}}$ значення опору визначають:

$$\begin{aligned} R_{M_{\max}} &= \overline{R_M} + 3\sigma_{R_M} = \overline{R_M}(1 + 3\vartheta_{R_M}) = \overline{R_M}(1 + 0,5\delta_{R_M}) \\ R_{M_{\min}} &= \overline{R_M} - 3\sigma_{R_M} = \overline{R_M}(1 - 3\vartheta_{R_M}) = \overline{R_M}(1 - 0,5\delta_{R_M}) \end{aligned}$$

де: δ_{R_M} – ступінь нерівномірності тягового опору, яким також оцінюють ступінь нерівномірності:

$$\delta_{R_M} = \frac{R_{M_{\max}} - R_{M_{\min}}}{\overline{R_M}} = \frac{6\sigma_{R_M}}{\overline{R_M}} = 6\vartheta_{R_M}$$

Коливання опору розкладаються на декілька гармонік, які мають різні періоди коливань. Частоти $T_R \leq 1...2\text{с}$ долаються інерцією машин. Коливання опору з більшими періодами впливають на роботу агрегату.

З урахуванням ймовірнісного характеру зміни опору максимальний опір машини становитиме:

$$R_{M_{\max}} = R_M \left(1 + \frac{\delta_R}{2} \right), \text{ кН.}$$

Таблиця 4.3. Середні значення питомого опору агромашин.

Назва машин	Питомий опір, кгс/м (кН/м)
Зубові борони	40–70 (0,4–0,7)
Сітчасті борони	60–90 (0,6–0,9)
Дискові борони при обробці парів і зябу	140–160 (1,4–1,6)
Дискові борони при обробці оранки	300–600 (3,0–6,0)
Дискові борони при обробці луків і пасовищ	400–800 (4,0–8,0)
Культиватори парові	120–210 (1,2–2,1)

Продовження табл.4.3

Луцильники	110–250 (1,1–2,5)
Кільчасто-шпорові котки	60–70 (0,6–0,7)
Водоналивні котки	110–125 (1,1–1,25)
Зернові сівалки	100–140 (1,0–1,4)
Зернові вузькорядні сівалки	140–190 (1,4–1,9)
Квадратно-гніздові сівалки	80–110 (0,8–1,1)
Бурякові сівалки	75–90 (0,75–0,9)
картоплесаджалки	400–450 (4,0–4,5)
Тукові сівалки	25–40 (0,25–0,4)
Культиватори для міжрядного обробітку	80–180 (0,8–1,8)
Культиватори-окучники	150–180 (1,5–1,8)
Кормозбиральні комбайни	180–230 (1,8–2,3)
Косарки причіпні	90–140 (0,9–1,4)
Косарки навісні	40–50 (0,4–0,5)
Поперечні граблі	50–70 (0,5–0,7)
Бічні граблі	70–90 (0,7–0,9)
Картоплекопачі	400–650 (4,0–6,5)
Картоплезбиральні комбайни	650–1500 (6,5–15,0)
Бурякопідіймачі	300–440 (3,0–4,4)
Бурякозбиральні комбайни	800–1200 (8,0–12,0)
Жатки	120–150 (1,2–1,5)
Зчіпки	11–22 (0,11–0,22)

Операція	Значення δ_R при кількості корпусів або машин					
	1	2	3	4	5	6
Оранка легких ґрунтів	0,18	0,15	0,12	0,10	0,08	0,07
Оранка важких ґрунтів		0,25	0,23	0,20	0,18	0,16
Оранка дуже важких ґрунтів			0,35	0,30	0,27	0,25
Лущення стерні	0,15	0,12	0,09	0,07		
Суцільна культивування	0,40	0,30	0,24	0,18	0,15	
Боронування	0,25	0,20	0,16	0,12	0,10	
Сівба зернових	0,22	0,18	0,15	0,12	0,10	
Скошування зернових	0,16	0,14	0,12			
Скошування трав	0,15	0,12	0,10			

За питомим опором такої робочої машини як плуг класифікуються ґрунти. Легкими прийнято вважати ґрунти, коли $k_0 < 35 \text{ кН/м}^2$; середніми – $k_0 = 35\text{--}55$; важкими, при $k_0 = 55\text{--}90$ і дуже важкими, при $k_0 = 85 \text{ кН/м}^2$.

Питомий опір залежить від вологості ґрунту. Найменше значення питомого опору становить при вологості ґрунту 20–22%.

Питомий опір залежить від швидкості руху машини:

– для машин, робочі органи яких працюють в ґрунті на глибині до 0,18

м

$$k_v = k(1 + 0,01\sigma(V_p - V_o)), \text{ кН/м};$$

– для машин, робочі органи яких працюють в ґрунті на глибині більше 0,18 м

$$k_{ov} = k_o(1 + 0,006(V_p^2 - V_o^2)), \text{ кН/м}^2,$$

де: σ – темп приросту опору, %.

Значення Δ становить: для зубових борін – 2 %, дискових борін – 3 %, культиваторів – 4 %, сівалок – 2,5 %, катків – 1,5 %.

Технологічний опір машин залежить від стану робочих органів. Так, при товщині кромки лемеша 2 мм питомий опір становить 40 кН/м², 6 мм – 50 кН/м².

Загальний опір машин становить:

– для машин, робочі органи яких працюють в ґрунті на глибині до 0,18 м

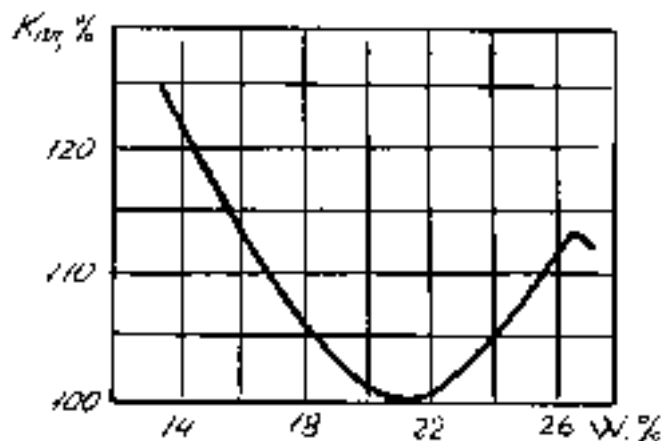
$$R_m = k \left[(1 + 0,01\sigma(V_p - V_o)) \right] B_k + G_m g \left(f_m \pm \frac{i}{100} \right), \text{ кН};$$

– для машин, робочі органи яких працюють в ґрунті на глибині більше 0,18 м

$$R_m = k_o \left[(1 + 0,006(V_p^2 - V_o^2)) \right] ab + G_m g \left(f_m \pm \frac{i}{100} \right), \text{ кН};$$

– для машин, робочі органи яких не працюють в ґрунті

$$R_m = G_m g \left(f_m \pm \frac{i}{100} \right).$$



Потужність, яка необхідна на привід робочих органів машин визначається дослідним шляхом. При використанні тягово-привідних машин частина потужності двигуна витрачається на привід робочих органів, тому при визначенні дотичної сили тяги трактора, який агрегує дану машину, необхідно враховувати потужність, яка передається через вал відбору потужності $N_{ввп}$:

$$P_d = \frac{9,554 \left(N_{\text{ен}} - \frac{N_{\text{ВВП}}}{\eta_{\text{ВВП}}} \right) i_{\text{тр}} \eta_{\text{тр}}}{n_n r_k}, \text{ кН},$$

де: $\eta_{\text{ВВП}}$ – коефіцієнт корисної дії валу відбору потужності (ВВП).

Енергетична характеристика питомого опору

Питомий опір можна виразити:

$$k = \frac{R_m V_p}{B_k V_p}.$$

Тоді чисельник можна представити, як енергію за 1 с, або потужність. У знаменнику – виробіток в м^2 за 1с. Тому можна вважати, що питомий опір по величині відповідає кількості енергії, яка витрачається на одиницю площі, $\text{Дж}/\text{м}^2$; або потужності на одиницю виробітку, $\text{кВт}/(\text{м}^2 \text{ с}^{-1})$.

Аналогічно для плугів:

$$k_o = \frac{R_m V_p}{ab V_p}.$$

Значення k_o по величині відповідає витратам механічної енергії на одиницю обсягу обробленого ґрунту, $\text{Дж}/\text{м}^3$, або витратам потужності на обробіток одиниці обсягу ґрунту, $\text{кВт}/(\text{м}^3 \text{ с}^{-1})$.

Надійність агромашин

Надійність машини – це комплексна властивість, обумовлена довговічністю, безвідмовністю, ремонтпридатністю і збереженістю машини.

Одним із найбільш розповсюдженим показником надійності машини є коефіцієнт експлуатаційної надійності η_n , який характеризує величину простою машини із-за технічної несправності.

$$\eta_n = \frac{T_p - \left(\frac{T_p t_u}{t_v} \right)}{T_p},$$

де: T_p – річне завантаження машини (час роботи машини за рік), год.;

t_v – середній наробіток машини на відмову, год.;

t_u – середній час, витрачений на усунення однієї відмови (простій машини), год.

ЛЕКЦІЯ 5

МАШИННІ АГРЕГАТИ, ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ, СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ТА ЇХ КІНЕМАТИКА

План

- 5.1. Властивості та класифікація машинних агрегатів.
- 5.2. Структура машинних агрегатів.
- 5.3. Розрахунок складу машинного агрегату. Загальний опір.

5.1. Властивості та класифікація машинних агрегатів

Машинний агрегат – (от лат. aggrego приєдную) технічна система, яка складається із джерела енергії і однієї або декількох агромашин (знарядь), зв'язаних з'єднувальними пристроями, силовими приводами, електро-, пневмо- і гідрокомунікаціями, системами управління, регулювання і контролю, призначена для виконання механізованих робіт у агровиробництві за відповідними показниками якості (Рис 5.1).



Рис. 5.1. Машинний агрегат до складу якого входить енергетичний засіб та агромашина з дисковими робочими органами.

Вимоги до машинних агрегатів:

- забезпечення заданих показників за якістю роботи у конкретних зональних умовах;
- отримання найбільшої продуктивності при можливо менших затратах праці, коштів і експлуатаційних матеріалів;
- створення необхідних умов для роботи наступних агрегатів;
- забезпечення безпеки, зручності роботи і обслуговування машин для механізаторів і допоміжних працівників.

Властивості машинних агрегатів:

- **експлуатаційні** властивості машинних агрегатів характеризуються властивостями робочих машин, енергетичних засобів (тракторів, двигунів) і спільними властивостями МА;
- **агротехнічні** властивості МА обумовлюють якість виконання

технологічних операцій. До них відносяться передбачені конструкціями машин технологічні можливості, гранично допустимі за умов якості роботи, швидкості руху, допустимі втрати, об'єми технологічних ємкостей та ін. Ці умови відіграють вирішальну роль при виборі необхідних для даної операції і умов робочих машин для комплектування агрегатів;

- **енергетичні** властивості МА – це їх властивість використовувати при роботі визначену механічну енергію (опір машин) або розвивати визначену механічну енергію (потужність двигуна). У процесі комплектування МА енергетичні властивості мають вирішальне значення при визначенні кількісного складу машин в агрегаті та при виборі швидкісних режимів роботи;

- **маневрові** властивості МА – це їх поворотність, прохідність, стійкість руху, пристосованість до транспортування тощо. Маневрові властивості необхідно враховувати при виборі МА для конкретних умов роботи;

- **технічні** властивості МА визначаються в основному їх надійністю, довговічністю, безвідмовністю, ремонтпридатністю, тривалістю зберігання, а також іншими технічними параметрами – масою, формою тощо. Ці властивості необхідно враховувати при організації технічної експлуатації МА;

- **техніко-економічні** властивості – це їх продуктивність, затрати праці, витрата коштів і паливно-мастильних матеріалів. До цих властивостей також відносять метало- і енергоємність;

- **ергономічні** властивості МА обумовлюють санітарно-фізіологічні умови праці, зручність обслуговування, естетичні показники;

- **екологічні** властивості МА обумовлюють обмеження тиску ходових систем на ґрунт, рівня споживання енергоресурсів, рівня шкідливих наслідків;

- **технологічна і параметрична** властивості МА обумовлюють сумісність машинних агрегатів (ширина захвату, ширина технологічної колії, прохідність у відповідності із фазами розвитку;

- **забезпеченість техніки безпеки** – особливо на схилах та пересічній місцевості, при роботі з отрутохімікатами тощо.

Класифікація машинних агрегатів

Машинний агрегат може бути простим, комплексним і складним.

Простий МА виконує одну операцію однією машиною (наприклад, внесення добрив) (Рис. 5.2).



Рис. 5.2. Машинний агрегат з навісною агромашиною для внесення гранульованих мінеральних добрив.

Комплексний МА, що складається з окремих робочих машин і виконує 2 і більше послідовних операції (наприклад, підготовка ґрунту і сівба) (Рис. 5.3).



Рис. 5.3. Машинний агрегат для посіву з одночасним передпосівним обробіток.

Складний МА виконує 2 і більше операцій однієї машиною (наприклад, комбайновий) (Рис. 6.4).



Рис. 5.4. комбайн, який проводить зрізання маси, обмолот, первинну очистку та будує карту врожайності поля.

За видами технологічних процесів МА поділяють на орні, посівні, збиральні, транспортні, кормоприготувальні й інші.

За способом виконання робіт – на пересувні, що переміщуються по полю, стаціонарно-пересувні – з періодичним пересуванням агрегату по полю (наприклад, навантаження копиць у транспортні засоби) й стаціонарні – з виконанням технологічного процесу з установкою робочої машини на певному місці (зерноочисний агрегат і інші).

За способом з'єднання машини із трактором – на причіпні, напівнавісні й навісні. **Причіпний МА** складається із трактора й причіпної машини, що має свою ходову частину, або з декількох причіпних машин і зчипки. Причіпні машини розташовують щодо поздовжньої осі трактора симетрично (сівалки, культиватори і т.д.) або асиметрично (плуги, жниварки, косарки й ін.). **Напівнавісний МА** складається із трактора (самохідного шасі) і машин, які мають власні ходові системи, але у процесі роботи опирається на свої опорні колеса й навісну систему трактора. **Навісний МА** складається із трактора (самохідного шасі) і навісної машини або декількох таких машин, які не мають власних ходових систем.

Машинні агрегати бувають **тяговими, тягово-приводними й приводними**. У **тягових МА** потужність двигуна трактора витрачається на переміщення трактора й робочої машини, що виконує який-небудь виробничий процес (оранку, культивацію і т.д.). Тяговий МА, що складається із трактора і причепа, називається транспортним. У **тягово-приводних МА** потужність двигуна використовується для переміщення трактора й машини, а також для приводу її робочих органів. Привід може бути здійснений через вал відбору потужності трактора (льонокомбайн, силосозбиральний комбайн і т.д.) або ходових чи опорних коліс (наприклад, сівалки). У **приводних**

стаціонарні або стаціонарно-пересувних МА потужність двигуна передається робочій машині за допомогою вала відбору потужності, ремінної передачі, а також через електро- чи гідропривід.

Вимоги до стійкості руху МА:

– стійкість руху за заданими траєкторіями:

При виконанні основних технологічних операцій МА виконують рух по траєкторіях, близьких до прямолінійних.

Стійкість руху оцінюється значенням бічного зміщення.

$$S_{\delta} = \frac{|A|}{L} 100,$$

де $|A|$ – максимальне бічне зміщення, м;

L – довжина прямолінійного участка, на якому одержано $|A|$.

– стійкість руху в вертикальній площині:

Стійкість руху у вертикальній площині зводиться до точного копіювання поверхні поля робочими органами машин з метою досягнення якості виконання робіт (посів, збирання коренеплодів і т.д.), або незначне копіювання мікроповерхні з метою її вирівнювання (оранка, культивування, боронування).

– стійкість поступального руху:

Стійкість поступального руху зводиться до встановлення агрегату на оптимальний швидкісний режим (введення елементів автоматики).

5.2. Структура машинних агрегатів

Структурний склад МА можна виразити в загальному виді наступною схемою (Рис. 6.5):

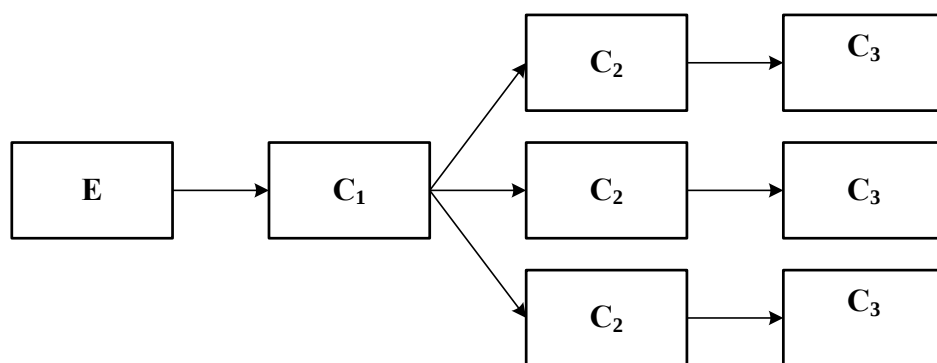


Рис. 5.5. Схема машинного агрегату.

де E – енергетичний засіб;

C_1, C_2, C_3 – відповідно агромашини різних типів і призначень в МА.

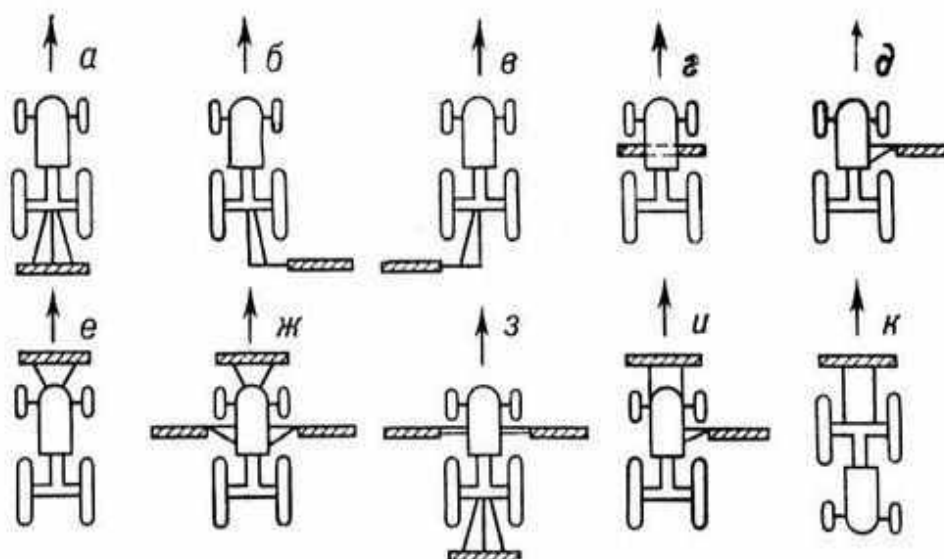


Рис. 5.6.Схеми розміщення машин в агрегаті з трактором

а) ззаду; б) ззаду справа; в) ззаду зліва; г) між передньою і задньою осями для самохідних шасі; д) між передньою і задньою осями справа; е) спереду посередині (фронтально); ж) спереду і посередині справа і зліва; з) посередині зліва і справа і ззаду; и) зпереду і посередині справа; к) фронтально ззаду (при русі трактора заднім ходом).

Машинні агрегати умовно можна розділити на 10 груп у відповідності за призначенням і типом основної (головної) машини в структурі машинного агрегату.

Таблиця 5.1. Структура машинних агрегатів в булевих функціях.

Логічний зв'язок між типами машин в МА	Структура МА			
	n^e	n_1^t	n_2^t	n_3^t
1	2	3	4	5
1. $t_1 \equiv 1, t_2 \wedge t_3 \equiv 1 \vee \neg t$	1	1	$[B_1^1 n_1^1 / B_2^1] \vee 0$	$[B_1^1 n_1^1 / B_3^1] \vee 0$
2. $t_1 \equiv 2, t_2 \wedge t_3 \equiv 1 \vee \neg t$	1	1	$[B_1^2 n_1^2 / B_2^1] \vee 0$	$[B_1^2 n_1^2 / B_3^1] \vee 0$
3. $t_1 \equiv 3, t_2 \equiv 6, t_3 \neg t$	1	1	1	0
4. $t_1 \equiv 4, t_2 \equiv 1, t_3 \neg t$	1	1	1	0
5. $t_1 \equiv 5, t_2 \wedge t_3 \equiv \neg t$	1	1	0	0
6. $t_1 \equiv 6, t_2 \wedge t_3 \equiv 6 \vee \neg t$	1	1	$1 \vee 0$	$1 \vee 0$
	2	3	4	5
7. $t_1 \equiv t_2 \equiv t_3 \equiv 7 \vee \neg t$	1	$1 \vee 0$	$1 \vee 0$	$1 \vee 0$
8. $t_1 \equiv 8, t_2 \equiv 1, t_3 \equiv 1 \vee \neg t$	1	$1 \vee 0$	$[(B_1^8 + B_2^1) / B_2^1] \vee 1$	$[(B_2^1 n_2^8) / B_3^1] \vee 1$
9. $t_1 \equiv 9, t_2 \equiv 1, t_3 \equiv 1 \vee \neg t$	1	1	$[B_1^9 / B_2^1] \vee 0$	$[B_1^9 / B_3^1] \vee 0$
10. $t_1 \equiv 10, t_2 \equiv 1, t_3 \equiv 6 \vee \neg t$	1	1	1	$1 \vee 0$

де t_{ξ} – типи с.-г. машин (1 – тягові звичайні; 2 – лемешеві; 3 – тягово-приводні; 4 – комбайни самохідні; 5 – навантажувачі; 6 – причепа тракторні; 7 – причепа автомобільні; 8 – зчіпки; 9 – навісні з питомим опором; 10 – комбайни причіпні);

- n^e – кількість енергетичних засобів в МА;
- кількість ξ -их машин t -го типу в агрегаті;
- ширина захвату ξ -ої машини t -го типу.

У відповідності до запропонованої структури МА розроблені математичні моделі оптимізації їх параметрів.

5.3. Розрахунок складу машинного агрегату. Загальний опір

Для виконання будь-якої технологічної операції машинними агрегатами встановлений наступний порядок розрахунку і їх комплектування:

- за агротехнічними вимогами до виконання тієї чи іншої операції підбирають тип і марку трактора і машини (знаряддя) з урахуванням їх експлуатаційних можливостей;
- у відповідності з умовами експлуатації, діапазону швидкісного режиму, опору машин і можливостями енергетичних засобів визначають кількість машин в агрегаті і його швидкісні режими;
- з урахуванням технологічних вимог проводять регулювання енергетичних засобів, агромашин, а потім комплектують (складають) агрегати в натурі.

Визначення кількості машин а агрегаті проводять двома способами: **дослідним і аналітичним.**

Дослідний спосіб зводиться до визначення складу машинного агрегату на основі накопиченого досвіду, а для нових енергетичних засобів і машин на основі заводських інструкцій, або рекомендацій науково-дослідних установ. При цьому спосіб розрахунок зводиться до визначення тільки опору агрегату на вибраних швидкісних режимах.

Порядок розрахунку агрегатів при відомому їх структурному і кількісному складі:

- визначають склад МА у відповідності з логічною структурою;
- підбирають швидкості трактора, які відповідають допустимому швидкісному режимові;
- визначають загальний опір агрегату з урахуванням швидкісних режимів;
- визначають експлуатаційні показники трактора на тих же режимах;
- визначають коефіцієнт використання тягового зусилля трактора на різних режимах.

Аналітичний спосіб зводиться до визначення кількості машин в агрегаті (або кількості робочих агрегатів) за розрахунком максимальної ширини захвату агрегату.

Порядок розрахунку агрегатів при відомому їх структурному і невідомому кількісному складі:

- встановлюють допустимі по якості швидкісні режими;
- визначають передачі трактора, які забезпечують цей швидкісний режим;
- визначають тягове зусилля трактора $P_{\text{тяг}}$ на кожній із передач;
- визначають опір причіпної частини агрегату $R_{\text{агр}}$, яка припадає на 1 м ширини захвату агрегату;
- визначають максимально можливу ширину захвату агрегату B_{max} :

$$B_{\text{max}} = \frac{P_{\text{тяг}}}{R_{\text{агр}}};$$

- визначають кількість машин (робочих органів) n_m в агрегаті кожного типу:

$$n_m = \frac{B_{\text{max}}}{B_m};$$

- підбирають, якщо необхідно, зчіпки за їх фронтом $\Phi_{\text{зч}}$:

$$\Phi_{\text{зч}} = (B_m - 1)n_m.$$

Зчіпка – це пристосування для агрегування із трактором декількох агромашин з метою раціонального використання тягової потужності трактора й збільшення продуктивності агрегату. **Зчіпка** бувають універсальні, спеціального призначення, причіпні, напівнавісні й навісні. Універсальна причіпна **зчіпка** застосовується для складання агрегатів із трактора й причіпних машин. Виконується із двох або трьох шарнірно скріплених (для кращої пристосовності до рельєфу поля) брусів, що опираються на колісний хід, і обладнується подовжувачами. Для приєднання до трактора **зчіпка** має сніцю. Спеціальні **зчіпки** звичайно не мають ходової частини й складаються з ланок, що з'єднують причіпні машини між собою.

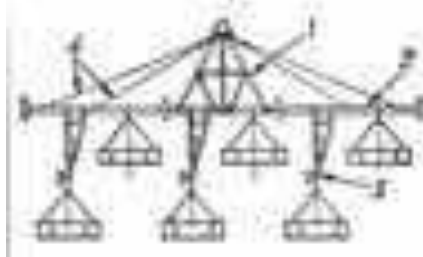


Рис. 5.7 Схема універсальної причіпної зчіпки СП-11.



Рис. 5.8. Зчіпка СК-8.

Зчіпка призначена для складання тракторних гідрофікованих і

негідрофіційованих широкозахватних агрегатів з культиваторів, які застосовуються для передпосівної обробки ґрунту, доглядом за парами; сівалок: для посіву зернових і зернобобових культур. Зчіпка може використовуватися у всіх кліматичних зонах України. Допускається робота агрегатів з зчіпкою СК-8 на схилах до 8 °. Зчіпка може агрегатуватися:

- з двома культиваторами типу КПС-4ПП, з'єднаних між собою шарніром і тракторами класу 3;
- з двома сівалками типу СЗ-3, 6А, СЗП-3, 6А і тракторами класу 1,4.

Замок ЗК – призначений для з'єднання двох культиваторів КПС-4ПП в зчіпку СК-8.



Рис. 5.9. Замок ЗК.

6. Подовжувач УС-2 – призначений для агрегування двох сівалок СЗ-3,



Рис. 5.10. Посівний комплекс з використанням зчепки УС-2.

Загальний опір машинного агрегату

На основі структурного і кількісного складу машинного агрегату визначають його загальний опір (опір агромашина) за відповідними залежностями:

- група 1, 2 і 4

$$R_{\text{арп}} = \sum_{j=1}^m \left(\kappa_{vj} B_j n_j + n_j G_{mj} g(f_{mj} \pm i_{mj} / 100) \right);$$

- група 3

$$R_{\text{арп}} = G_{зч} g(f_{зч} \pm i / 100) + \sum_{j=1}^m \left(\kappa_{vj} B_j n_j + n_j G_{mj} g(f_{mj} \pm i / 100) \right);$$

- група 5

$$R_{\text{арп}} = \kappa_{ov} ab + \sum_{j=2}^m \left(\kappa_{vj} B_j n_j + n_j G_{mj} g(f_{mj} \pm i / 100) \right);$$

– група 6 і 7

$$R_{\text{арп}} = \sum_{j=1}^m G_{\text{м}j} g(f_{\text{м}j} \pm i/100);$$

– група 8

$$R_{\text{арп}} = 0;$$

– група 9 і 10

$$R_{\text{арп}} = \sum_{j=1}^m (G_{\text{м}j} + G_{\text{ван}j}) g(f_{\text{м}j} \pm i/100).$$

Використання тягової характеристики трактора для розрахунку машинного агрегату.

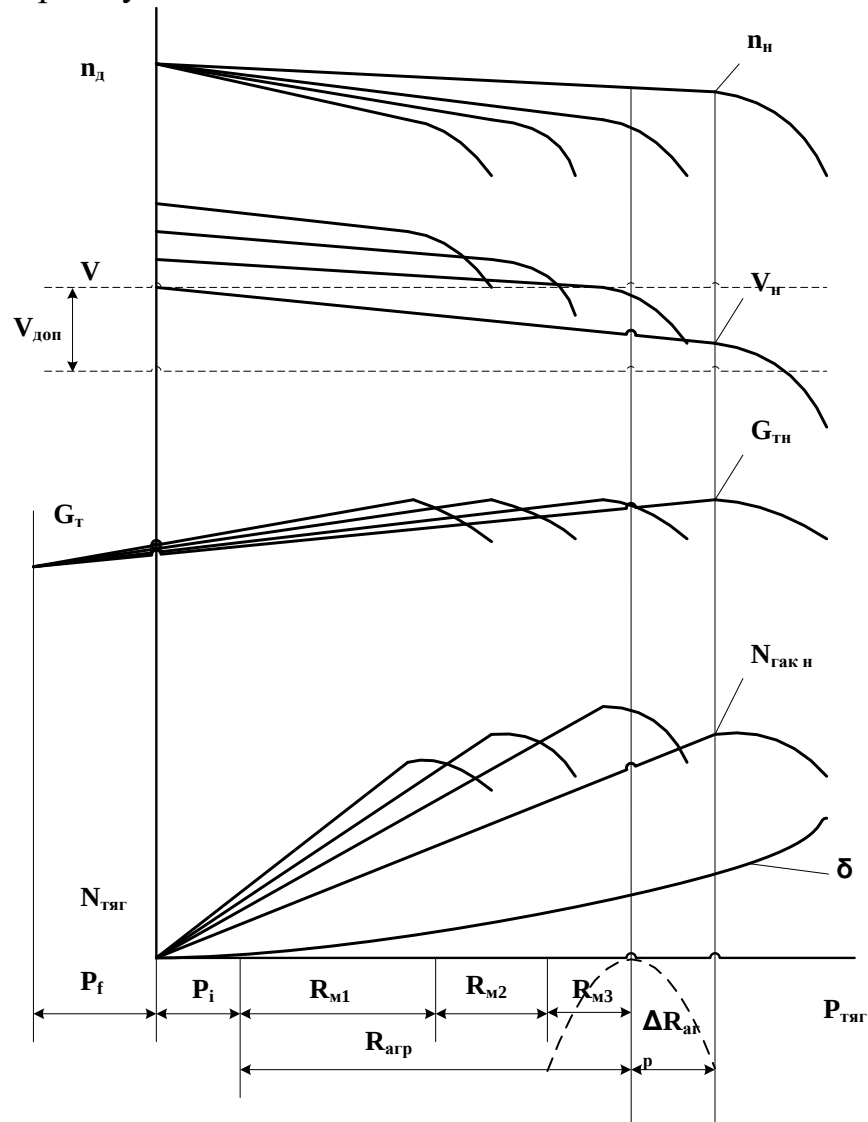


Рис. 5.11 Тягова характеристика трактора та опір машин в агрегаті.

Оцінка розрахунку машинного агрегату.

1. Коефіцієнт використання тягового зусилля $\eta_{\text{тяг}}$:

$$\eta_{\text{тяг}}^{\text{н}} = \frac{R_{\text{арп}}^{\text{н}}}{P_{\text{тяг}}^{\text{н}}}.$$

Раціональними значеннями ступеня використання тягового зусилля вважають наступні:

оранки	0,80-0,82;
культивуація суцільна	0,92-0,94;
боронування	0,93-0,95;
плоскорізний обробіток	0,90-0,93;
лушення дисковими луцильниками	0,94-0,96;
сівба	0,95-0,97;
транспортування вантажів	0,90-0,95.

2. Коефіцієнт використання тягової потужності:

$$\xi_n = \frac{N_{\text{тяг}}}{N_n}.$$

3. Тяговий коефіцієнт корисної дії трактора $\phi_{\text{тяг}}$:

– для тягових агрегатів:

$$\phi_{\text{тяг}} = \frac{N_{\text{дв}}}{N_{\text{а}}};$$

– для тягово-привідних агрегатів:

$$\phi_{\text{тяг}} = \frac{N_{\text{дв}} + \frac{N_{\text{пр}}}{\eta_{\text{пр}}}}{N_{\text{а}}},$$

де N – потужність (на тягу, ВВП), кВт ;

$\eta_{\text{ВВП}}$ – коефіцієнт корисної дії ВВП.

ЛЕКЦІЯ 6

АВТОТРАНСПОРТ В АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

План

- 6.1. Загальновживані терміни щодо автотранспортних перевезень.
- 6.2. Автомобільні шляхи України.
- 6.3. Основні показники роботи транспортної логістики.
- 6.4. Безпека руху на небезпечних ділянках доріг.

6.1. Загальновживані терміни щодо автотранспортних перевезень

Автомобільні шляхи України – мережа доріг на території України, що об'єднує між собою населені пункти та окремі об'єкти та призначена для руху транспортних засобів, перевезення пасажирів та вантажів.

Автотранспортний засіб – дорожній транспортний засіб, за допомогою якого здійснюється перевезення пасажирів і вантажів автомобільними дорогами чи виконання спеціальних робочих функцій.

Автобус – пасажирський автотранспортний засіб з кількістю місць для сидіння більше дев'яти з місцем водія включно.

Вантажний автомобіль – автотранспортний засіб, який за своєю конструкцією та обладнанням призначений для перевезення вантажів.

Перевізник – юридична чи фізична особа, яка надає послуги з перевезення пасажирів чи (та) вантажів автомобільним транспортом загального користування.

Український перевізник – юридична чи фізична особа, зареєстрована чи постійно проживає в Україні, яка надає послуги з перевезення пасажирів чи (та) вантажів автомобільним транспортом загального користування.

Міжнародні перевезення пасажирів і вантажів – перевезення пасажирів і вантажів автотранспортом між пунктами, один з яких або обидва розташовані за межами території України.

Регулярні пасажирські міжнародні перевезення – перевезення пасажирів автобусом заздалегідь узгодженими початковим та кінцевим пунктами, маршрутом проходження, зупинками та розкладом руху.

Нерегулярні пасажирські міжнародні перевезення – перевезення пасажирів автобусом, коли умови їх здійснення визначаються в кожному окремому випадку за погодженням між замовником і перевізником.

Великогабаритний вантаж – вантаж, який з урахуванням габаритів транспортного засобу перевищує встановлені на території України габарити для руху автотранспортних засобів автомобільними дорогами.

Великоваговий вантаж – вантаж, вага якого з урахуванням ваги автотранспортного засобу чи його осевого навантаження перевищує встановлені на території України параметри для руху автотранспортних засобів автомобільними дорогами.

Небезпечний вантаж – речовини, матеріали, вироби, відходи

виробничої та іншої діяльності, які внаслідок притаманних їм властивостей за наявності певних факторів можуть під час перевезення спричинити вибух, пожежу, пошкодження технічних засобів, пристроїв, споруд та інших об'єктів, заподіяти матеріальні збитки та шкоду довкіллю, а також призвести до загибелі, травмування, отруєння людей, тварин і які за міжнародними договорами, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України, або за результатами випробувань в установленому порядку залежно від ступеня їх впливу на довкілля або людину віднесено до одного з класів небезпечних речовин.

Швидкопсувні вантажі – продукти харчування та інші вантажі, які для збереження їхньої якості при перевезенні, з урахуванням термінів їх реалізації і відстані перевезень, потребують дотримання температурного режиму, відповідної вологості, підігріву, охолодження, вентиляції, догляду чи контролю за їх станом та виконання певних санітарно-гігієнічних вимог.

Дозвіл – документ, який надає право на проїзд автотранспортного засобу територією іноземної держави.

Двосторонній дозвіл – документ, який надає право на проїзд автотранспортного засобу між пунктом, розташованим на території України, і пунктом, розташованим на території іноземної держави, яка вказана в дозволі, туди та у зворотному напрямку.

Транзитний дозвіл – документ, який надає право на проїзд автотранспортного засобу через територію держави, вказаної у дозволі, яка не є країною завантаження або розвантаження, туди та у зворотному напрямку.

Універсальний дозвіл – документ, який надає право на проїзд автотранспортного засобу через територію держави як транзитом, так і у двосторонньому сполученні туди та у зворотному напрямку.

Дозвіл до/з третіх країн – документ, який надає право на проїзд автотранспортного засобу із пункту, розташованого на території держави, яка вказана у дозволі, до третьої держави або з третьої держави в пункт, розташований на території держави, яка вказана у дозволі.

Спеціальний дозвіл – разовий додатковий дозвіл на проїзд конкретного автотранспортного засобу з великогабаритним чи великоваговим або небезпечним вантажем по території держави, а також разовий дозвіл на проїзд конкретного транспортного засобу, який належить перевізнику однієї з держав, що домовляються, по території таких держав до третіх держав або з третіх держав.

Багатосторонній дозвіл – документ, який надає право протягом визначеного часу на необмежену кількість проїздів автотранспортного засобу територією будь-якої держави, що є членом Європейської конференції міністрів транспорту.

6.2. Автомобільні шляхи України

Мережа автомобільних шляхів загального користування включає 172,4 тис. км доріг, з них з твердим покриттям – 164,1 тис. км (без урахування муніципальних, відомчих, внутрішньо господарських). Майже всі автомобільні шляхи України проходять через населені пункти, що не відповідає вимогам до міжнародних транспортних коридорів, адже призводить до обмеження швидкості руху автомобільного транспорту.

Класифікація автомобільних шляхів України.

6.2.1 *За значенням:*

- автомобільні дороги загального користування. Вони є складовою Єдиної транспортної системи України і задовольняють потреби суспільства в автомобільних пасажирських і вантажних перевезеннях.

- вулиці і дороги міст та інших населених пунктів;

- відомчі (технологічні) автомобільні дороги. До них належать внутрішньогосподарські технологічні дороги, що знаходяться у власності юридичних або фізичних осіб.

- автомобільні дороги на приватних територіях. До них належать автомобільні дороги, що знаходяться на територіях, власниками яких є юридичні (недержавні) або фізичні особи.

Автомобільні дороги загального користування

Автомобільні дороги загального користування поділяються на:

а) дороги державного значення:

- **міжнародні дороги** – автомобільні дороги, що суміщаються з міжнародними транспортними коридорами та/або входять до Європейської мережі основних, проміжних, з'єднувальних автомобільних доріг та відгалужень, мають відповідну міжнародну індексацію і забезпечують міжнародні автомобільні перевезення. Міжнародні дороги позначаються літерою "М".

Вони займають 5% всіх автомобільних доріг України.

- **національні дороги** – автомобільні дороги, що суміщені з національними транспортними коридорами і не належать до міжнародних автомобільних доріг, та автомобільні дороги, що з'єднують столицю України – м. Київ, адміністративний центр АР Крим, адміністративні центри областей, місто Севастополь між собою, великі промислові і культурні центри країни з міжнародними автомобільними дорогами. Національні дороги позначаються літерою "Н".

Національних доріг 3 % від загальної кількості доріг.

- **регіональні дороги** – автомобільні дороги, що з'єднують столицю України – місто Київ з адміністративним центром Автономної Республіки Крим, адміністративними центрами областей та містами державного підпорядкування, автомобільні дороги, що з'єднують основні міжнародні прикордонні пункти пропуску автомобільного транспорту, морські та авіаційні порти міжнародного значення, найважливіші об'єкти національного

культурного надбання, курортні зони та великі промислові і культурні центри країни з вище названими та магістральними дорогами. Регіональні дороги позначаються літерою "Р".

Регіональних доріг 4%.

б) дороги місцевого значення

Автомобільні дороги місцевого значення складають левову частку сучасної автодорожньої мережі (155,6 тис. км або 91,7 % загальної довжини), поділяються на:

– **територіальні** – автомобільні дороги, що з'єднують адміністративні центри Автономної Республіки Крим і областей між собою та з адміністративними центрами районів, містами обласного підпорядкування, а також міста обласного підпорядкування і адміністративні центри районів між собою та автомобільні дороги, що з'єднують з магістральними та регіональними дорогами і вищеназваними дорогами, основні аеропорти, морські та річкові порти, залізничні вузли, курорти, об'єкти національного культурного надбання та природно-заповідного фонду, прикордонні автомобільні пункти пропуску міжнародного та міждержавного значення. Загальна їх довжина становить 30,6 тис. км.

Територіальними дорогами є 18 % шляхів.

– **районні** – автомобільні дороги, що з'єднують адміністративні центри районів з адміністративними центрами сільських населених пунктів у межах району та ці населені пункти між собою, автомобільні дороги, що з'єднують населені пункти в межах району з залізничними станціями, аеропортами, річковими портами, об'єктами національного культурного надбання та природно-заповідного фонду з мережею інших доріг загального користування, під'їзди до прикордонних пунктів пропуску автомобільного транспорту. Загальна протяжність 86 тис. км. В середньому на район припадає 175,5 км районних автомобільних доріг.

До районних доріг відноситься 51 % доріг України.

– **сільські** – автомобільні дороги, що з'єднують адміністративні центри сільських населених пунктів з іншими населеними пунктами в межах району, інші населені пункти між собою, автомобільні дороги, що з'єднують підприємства з приймання та переробки сільськогосподарської продукції (хлібоприймальні пункти, цукрові заводи, льонозаводи, молокозаводи, пункти переробки м'яса тощо), які мають міжгосподарське, загальнорайонне значення і знаходяться поза межами міст і селищ міського типу, з мережею автомобільних доріг загального користування. Їх довжина становить 39,2 тис. км. В середньому на одне село припадає всього 1,37 км сільських автомобільних доріг, які повинні забезпечувати життєдіяльність 555 його мешканців (середня чисельність).

Сільських доріг в Україні 18 %.

6.2.2 За покриттям

За покриттям розрізняють:

а) з **твердим покриттям** – автомобільні дороги з одношаровим чи

багатошаровим дорожнім покриттям, яке складається з різних видів ущільнених дорожніх сумішей або кам'яних матеріалів (щебінь, гравій, шлак), оброблених або не оброблених в'язучими сумішами.

Поділяються на:

- цементнобетонні;
- асфальтобетонні;
- чорні шосе;
- білі щебеневі, гравійні шосе;
- бруківка.

б) **грунтові** – дороги, проїзна частина яких поліпшена введенням каркасних добавок (гравію, шлаку та ін.). Це нижчий тип покриття, який потребує постійного вирівнювання для запобігання виникненню колій.

81 % державних доріг мають асфальтобетонне покриття, 8,7 % – цементобетонне і 10,2 % – чорне.

Місцеві автомобільні дороги в переважній більшості (45,1 %) – це чорні шосе. Асфальтобетонними є 51,1 % територіальних доріг і 23,8 % районних. Сільські дороги на 42,4 % складаються з чорних шосе, на 26,6 % – з білих щебених, гравійних, на 19,8 % – з асфальтобетонних.

6.2.3 За категоріями

В залежності від пропускну здатності, кількості смуг руху, ширини смуг, ширини проїзної частини, ширини земляного полотна, ширини смуги відводу, повздовжнього похилу дороги та радіусу закруглень дороги, автомобільні дороги поділяють на 5 категорій.

Дороги I категорії з обов'язковою розподільчою смугою і 2 – 4 смугами для руху в одному напрямку мають протяжність всього 2,2 тис. км або 1,3 % від протяжності доріг з твердим покриттям.

Найбільше доріг I категорії в Київській області – 401 км. Після неї йдуть Житомирська – 232 км, Донецька – 230 км, Дніпропетровська – 226 км і Харківська – 166 км. Деякі області практично не мають доріг такої якості: Кіровоградська – 1 км, Сумська – 4 км, Закарпатська – 12 км і Чернівецька – 13 км.

Пропускна здатність окремих автошляхів України дорівнює або перевищує ці стандарти. Зокрема дорога Київ – Бориспіль має пропускну здатність 40 тис. авт./добу та 4 – 5 смуг в обидва напрямки.

У процентному відношенні в Україні дорогами першої категорії є 29 % всіх автошляхів, другої – 15 %, третьої – 18 %, четвертої – 30 % та 8 % п'ятої.

Через Україну проходять 19 шляхів загальноєвропейського значення: E38 • E40 • E50 • E58 • E81 • E85 • E87 • E95 • E97 • E101 • E105 • E372 • E373 • E381 • E391 • E471 • E573 • E583 • E584;

23 міжнародні шляхи загальною довжиною 8080,1 км: M01 • M02 • M03 • M04 • M05 • M06 • M07 • M08 • M09 • M10 • M11 • M12 • M13 • M14 • M15 • M16 • M17 • M18 • M19 • M20 • M21 • M22 • M23;

23 національних загальною довжиною 4803,3 км: H01 • H02 • H03 • H04 • H05 • H06 • H07 • H08 • H09 • H10 • H11 • H12 • H13 • H14 • H15 • H16 • H17

• H18 • H19 • H20 • H21 • H22 • H23;

65 регіональних: P01 • P02 • P03 • P04 • P05 • P06 • P07 • P08 • P09 • P10 • P11 • P12 • P13 • P14 • P15 • P16 • P17 • P18 • P19 • P20 • P21 • P22 • P23 • P24 • P25 • P26 • P27 • P28 • P29 • P30 • P31 • P32 • P33 • P34 • P35 • P36 • P37 • P38 • P39 • P40 • P41 • P42 • P43 • P44 • P45 • P46 • P47 • P48 • P49 • P50 • P51 • P52 • P53 • P54 • P55 • P56 • P57 • P58 • P59 • P60 • P61 • P62 • P63 • P64 • P65.

6.3. Основні показники роботи транспортної логістики

Оскільки основними завданнями логістики, в тому числі і транспортної, є збільшення прибутку, важливо контролювати техніко-експлуатаційні показники роботи рухомого складу транспорту. Комплексним показником використання вантажних вагонів, котрий відображає як відстань руху вантажу, так і інші умови перевезень, є його продуктивність. Найбільш високу продуктивність мають напіввагони, вони становлять близько 40 % робочого парку залізничних шляхів. Їх висока продуктивність обумовлена перевезенням ними в основному масових важких вантажів, що дає змогу більш повного використання їх вантажопідйомності.

Аналізуючи залежність між навантаженням на вісь вантажного вагона і його продуктивністю, треба зважати на розміри порожнього вагона, його вплив на рівень навантаження робочого вагона.

Зі скороченням відстані перевезень вантажів збільшується коефіцієнт порожнякового руху вагонів (до навантаження), оскільки ймовірність використання розвантажених вагонів для навантаження зменшується. Визначати вплив відстані перевезень на рівень показників використання різних типів вагонів, таких як обіг, продуктивність і середньодобовий рух, можна тільки завдяки розрахункам, застосовуючи аналіз середніх показників використання вагонів. Наприклад, продуктивність вагонів загалом визначають діленням вантажообігу у т/км нетто на робочий парк вагонів, у конкретних умовах – на основі даних, отриманих при навантаженні у вагон, відстані його рейса і повного обігу. Обіг вагонів при цьому встановлюється за формулою, котра передбачає розчленування його на чотири елементи: час перебування вагона у навантаженому і порожньому стані на шляху прямування, а також на технічних станціях.

Зі збільшенням відстані перевезень продуктивність вагонів зростає. Це однак не означає, що вигідно збільшувати відстань перевезень залізничним транспортом, виконуючи більший обсяг тонно-кілометрової роботи тим самим парком. Аналіз прибутку від використання залізничних шляхів показує, що в розрахунках на вагон/добу сума цього прибутку зростає повільніше ніж продуктивність вагона.

Те саме можна сказати і про витрати на перевезення вантажів. В розрахунках на одиницю перевізної роботи розмір їх зі зростанням відстані зменшується, тоді як абсолютна сума витрат зростає. Це зростання порівняно із собівартістю здійснюється повільно.

Повільне зростання витрат на перевезення пов'язано як зі значною часткою в загальній сумі витрат початково-кінцевих операцій, так і зі зростанням на коротких відстанях витрат, пов'язаних тільки з рухом у зв'язку з використанням категорій потягів з підвищеною часткою руху в порожньому стані, при більших навантаженнях на вісь вагона.

Частина елементів обігу вагонів, котра не залежить від відстані перевезень, подана на графіку (рис. 6.1). Зміни середньодобової продуктивності вагона і прибутку від однієї доби роботи вагона показані на рис. 7. 2.

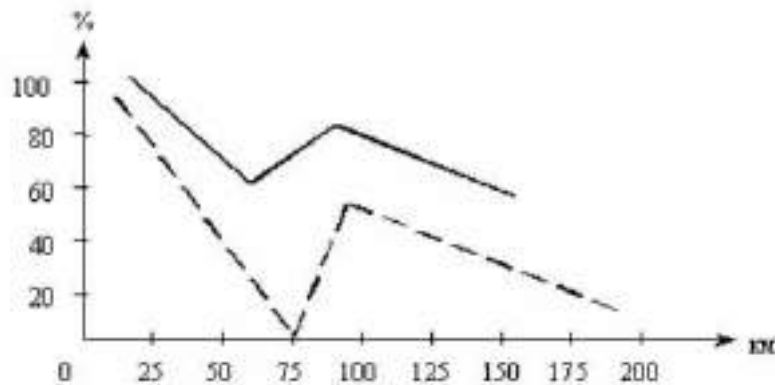


Рис. 6.1. Частка елементів обігу вагонів, незалежних від відстані перевезень (у % до загального обігу на даній відстані) (Умовні позначення: — — у разі відсутності порожнякового руху вагонів; ----- — при наявності руху порожніх вагонів).

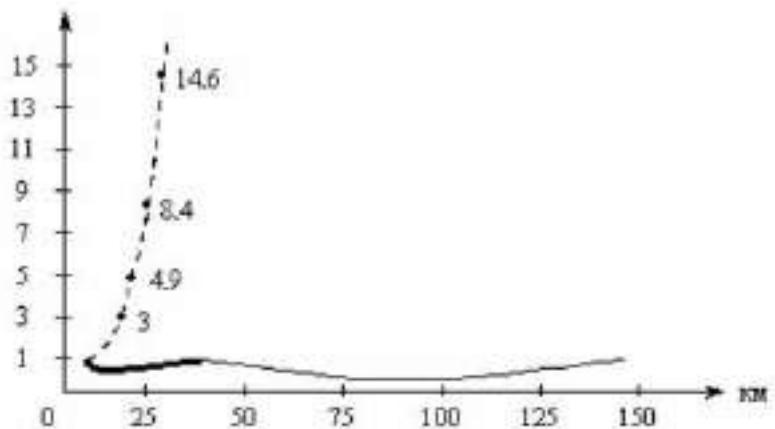


Рис. 6.2. Зміни середньодобової продуктивності вагона і прибутків, що припадають на добу роботи вагона (в частці до рівня на визначеній відстані) (Умовні позначення: — — прибуток; ----- — продуктивність вагона).

Для визначення витрат на транспортування вантажу використовують схему, котра враховує усі основні елементи витрат по доставці вантажу від виробника до споживача, тобто розрахунки нового розміру транспортних видатків, котрі припадають на одну тону:

$$C = C' + C'' + C''',$$

де C — загальний розмір теперішніх витрат на доставку вантажу від відправника до отримувача, грн.;

C' – теперішні витрати, пов'язані з доставкою вантажу до магістрального транспорту (і вивезенням з нього) під'їзним шляхом або змінним видом транспорту, котрі визначаються за формулою:

$$C' = C_{вп} \cdot L_{п},$$

де $C_{вп}$ – витрати на перевезення вантажу під'їзним шляхом або іншим видом транспорту до пунктів відправлення і призначення за 1 т/км, *грн.*;

$L_{п}$ – відстань підвезення вантажу до магістрального транспорту (або його вивезення), *км*;

C'' – витрати на навантаження і розвантаження вантажу як на магістральному, так і на транспорті, котрий підвозить вантаж, *грн.*;

C''' – витрати, пов'язані з перевезенням магістральним видом транспорту.

$$C''' = C_{пк} + C_{р}L_{п},$$

де $C_{пк}$ – витрати початкових і кінцевих операцій на магістральному виді транспорту на 1 т вантажу, *грн.*;

$C_{р}$ – витрати на рух вантажу в потягах (з урахуванням витрат на перегін порожніх вагонів і обробку вагонів на технічних станціях на 1 т/км), *грн.*;

$L_{п}$ – відстань перевезення вантажу на магістральному транспорті, *км*.

Техніко-експлуатаційні показники автомобільного состава в транспортному процесі можна поділити на дві групи.

Перша характеризує ступінь використання рухомого складу транспорту: коефіцієнт графічної готовності; коефіцієнт використання руху і вантажопідйомності, середня відстань перевезень з вантажем і середня відстань руху; час простою під вантажно-розвантажувальними операціями, час в наряді; технічна і експлуатаційна швидкість.

Друга група характеризує показники роботи рухомого складу: кількість їздок, загальну відстань перевезень та рух з вантажем, обсяг перевезень і транспортну роботу.

В роботі автомобільного транспорту розрізняють поняття їздки та обігу.

Їздка – завершений цикл транспортної роботи, котрий складається з навантаження вантажу на автомобіль (t_n), руху останнього з вантажем (t_p), розвантаження ($t_{роз}$). І надання транспортного засобу для наступного навантаження (рух без вантажу) ($t_{пер}$). Таким чином, час їздки:

$$t_{їзд.} = t_p + t_n + t_{роз.} + t_{пер.}$$

Враховуючи швидкість перевезень за час їздки $V_{ш}$ і загального руху за їздки L_p , котрий дорівнює сумі рухів за час $t_{роз.} + t_{пер.}$, то формула матиме такий вигляд:

$$t_{їзд.} = L_p / V_{ш} + t_{в-р},$$

де $t_{в-р}$ – час простою під вантажно-розвантажувальними роботами.

Обіг включає одну або декілька їздок з урахуванням того, що рухомий склад має повертатись у початкову точку.

Коефіцієнт технічної готовності парку автомобілів за один робочий день:

$$ar = Ar / Ac ,$$

де Ar – кількість автомобілів, котрі готові до експлуатації;

Ac – списочна кількість автомобілів.

Коефіцієнт випуску автомобілів за один робочий день aB :

$$aB = Aек / Ac ,$$

де $Aек$ – кількість автомобілів в експлуатуванні.

Коефіцієнт використання пробігу B :

$$B = L_{нп} / L_з ,$$

де $L_{нп}$ – навантажений пробіг, км;

$L_з$ – загальний пробіг, км.

Загальний пробіг визначають за формулою:

$$L_з = L_0' + L_{хл} + L_x + L_0''$$

де L_0' – перший нульовий пробіг, км;

L_x – холостий пробіг, км;

L_0'' – другий нульовий пробіг, км.

Середня відстань їздки з вантажем L_{cr} , км:

$$L_{cr} = L_{нп} / nc ,$$

де nc – число їздок.

Середня відстань перевезень L_{cp} , км:

$$L_{cp} = \frac{\sum P}{\sum Q}$$

де P — транспортна робота, т/км;

Q – обсяг перевезень, т.

Технічна швидкість V_t , км/год.:

$$V_t = L_з / t_p ,$$

де t_p – час руху.

Експлуатаційна швидкість $V_{ек}$, км/год:

$$V_{ек} = L_з / T_n ,$$

де T_n – час в наряді.

Кількість їздок:

$$nc = T / tc ,$$

де tc – час однієї їздки.

Час однієї їздки:

$$t_c = \frac{L_{\text{шт}}}{\beta \cdot V_t} + t_{\text{Е-Р}},$$

де $t_{\text{Е-Р}}$ — час простою автомобіля під вантажно-розвантажувальними операціями.

Продуктивність рухомого складу за час знаходження в наряді Q визначається показниками вантажопідйомності автомобіля (q) і коефіцієнта використання його вантажопідйомності $K_{\text{вп}}$ на кількість їздок nc :

$$Q = q \cdot K_{\text{вп}} \cdot nc.$$

Підвищення продуктивності рухомого складу може бути досягнуто через покращення різних показників роботи автомобіля.

Якщо у формулу визначення продуктивності рухомого складу підставити значення кількості їздок і час однієї їздки, отримаємо продуктивність, котра залежить від техніко-експлуатаційних показників роботи рухомого складу.

Кожний з показників, котрий входить до формули, впливає на продуктивність одиниці рухомого складу: характер і ступінь впливу цих показників на продуктивність відбиваються визначеною залежністю.

З графіків можна зробити висновки:

- зі збільшенням технічної швидкості перевезень V_t продуктивність рухомого складу в т/км і тоннах зростає (рис. 6.3, а);
- зі збільшенням відстані перевезень $L_{\text{ер}}$ продуктивність рухомого складу в т/км збільшується (рис. 6.3, б), а в тоннах – зменшується (рис. 6.3, в);
- при зменшенні часу простою рухомого складу під вантажно-розвантажувальними операціями за одну їздку продуктивність рухомого складу в тоннах і т/км зростає (рис. 7.3, г);
- зі збільшенням коефіцієнта використання пробігу продуктивність рухомого складу в тоннах і т/км зростає (рис. 6.3, д).

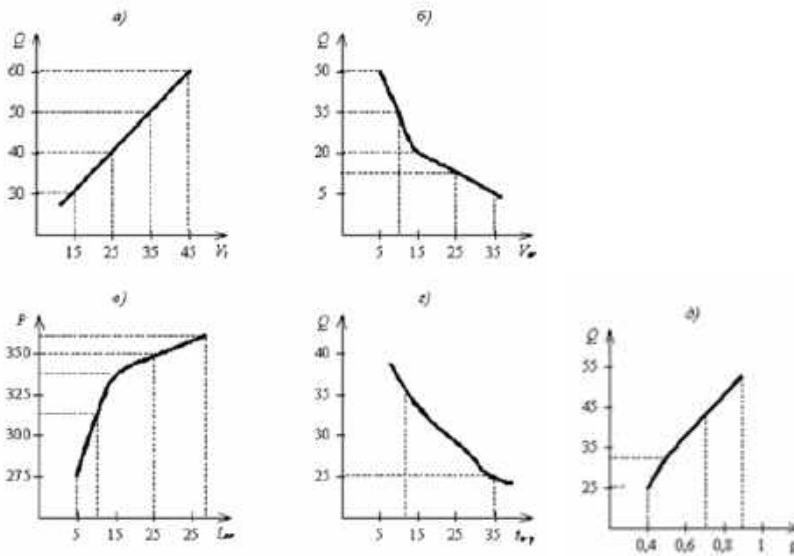


Рис. 6.3 Вплив окремих показників роботи транспорту на продуктивність рухомого складу.

Важливим показником роботи транспорту є **собівартість автомобільних перевезень**. Повна собівартість перевезень $\sum S_{\text{п}}$ складається зі змінних $S_{\text{зм}}$, постійних витрат $S_{\text{пос}}$, витрат на вантажно-розвантажувальні роботи ($S_{\text{в-р}}$) і шляхових витрат $S_{\text{ш}}$:

$$\sum S_{\text{пос}} = S_{\text{зм}} + S_{\text{пос}} + S_{\text{в-р}} + S_{\text{ш}}$$

Змінними витратами є витрати, котрі залежать від пробігу автомобіля. Це витрати на паливо, технічне обслуговування, ремонт автомобіля, амортизацію рухомого складу та ін. Вони розраховуються на 1 км пробігу.

До постійних витрат відносять накладні витрати, заробітну плату водіїв (умовно), а також амортизаційні відрахування, призначені на капітальний ремонт. Ці витрати розраховуються на 1 год. перебування автомобіля на підприємстві (незалежно від місця перебування – на лінії, в ремонті, простої).

Вантажно-розвантажувальні витрати включають усі видатки на виконання цих робіт (оплата праці робітників, експедиторів і механізаторів, котрі обслуговують механізм, вартість електроенергії, матеріалів та ін.). Вони розраховуються на кожен тону перевезеного вантажу або 1 год. вантажно-розвантажувальних робіт.

Шляховими є витрати, котрі пов'язані з будівництвом, ремонтом і утриманням шляхів. Ці витрати відносять на 1 т/км або на 1 км пробігу.

Перелічені показники, як залізничного, так і автомобільного транспорту свідчать про результати роботи логістичних підрозділів, а також окремих логістів.

6.4. Безпека руху на небезпечних ділянках доріг

Під безпекою руху розуміють відсутність загрози аварії будь-якому автомобіля, який пересувається в точці з деякою швидкістю, яка забезпечує

водію ефективну його роботу в тих чи інших дорожніх умовах.

Дорожні умови вміщують в себе ряд факторів і впливають на режими руху окремих автомобілів і потоку в цілому. До основних факторів дорожніх умов відносять: геометричні елементи дороги, інтенсивність руху транспортних засобів і пішоходів, рівність покриття, видимість і освітленість дороги, наявність засобів регулювання руху.

Найбільш небезпечні такі дорожні умови, які вимагають до різкої зміни швидкостей руху транспортних потоків, це спостерігається в місцях різної зміни і погіршення дорожніх умов (елементів плану і профілю, ширини і рівності покриття), там де дорожні умови дозволяють збільшити швидкість, яка може перевищувати безпеку для даних умов (затяжні куски), де дорожні умови викликають зниження швидкості автомобіля з малим запасом потужності (круті підйоми), в місцях злиття або пересічення транспортних потоків, в місцях де можлива несподівана поява на дорозі пішоходів, велосипедистів, тварин.

Забезпечення безпеки руху по автомобільних дорогах являється однією з важливих задач дорожньо-експлуатаційної служби. своєчасне виявлення і оцінка небезпечних ділянок доріг сприятиме успішному вирішенню цієї важливої задачі експлуатації.

Освітлення ділянок доріг

Проїзна частина і знаки в темний час доби освітлюється світлом фар або стаціонарними джерелами зовнішнього освітлення. Ефективною мірою підвищення безпеки дорожнього руху являється стаціонарне зовнішнє освітлення, яке дозволяє скоротити кількість нічних ДТП на 70%. Перш за все необхідно освітлювати найбільш небезпечні ділянки доріг. На вулицях і тротуарах освітлення повинно бути суцільним і рівномірним.

Згідно СнаП ПД.5.-72 зовнішнє освітлення необхідно передбачити на автомобільних дорогах I категорії при інтенсивності руху не менше 10000 а/с.

На дорогах I і II категорії необхідно освітлювати криволінійні ділянки з обмеженою видимістю пересічення, площадок для стоянки автомобілів, тунелі і мости з вузькою проїзною частиною, пересічення з автомобільними і залізничними дорогами; в місцях де небезпечні ділянки розміщені близько один від одного.

На дорогах III категорії освітлюють менше ті ділянки, де іншим способом неможливо забезпечити безпечні умови руху.

На дорогах IV категорії рекомендується освітлювати основні конфліктні зони в населених пунктах і біля кінотеатрів, шкіл, стадіонів, залів і т.д.

Для зовнішнього освітлення використовують стандартні лампи: розжарювання, люмінесцентні (ЛП), ртутні (ДРЛ) і ніші.

Якщо ширина проїзної частини менше 12м, то освітлення краще розміщувати з однієї сторони дороги.

Якщо ширина – 12-24м, то ефективним є двостороннє розміщення (в

шахматному порядку) або в один ряд по осі роздільної смуги.

Експлуатаційні показники і розрахунок транспортних засобів

Роботу транспортних засобів оцінюють за показниками технічного стану рухомого складу, організації транспортного процесу і раціонального використання рухомого складу. Такими показниками є:

- коефіцієнт технічної готовності рухомого складу;
- технічна та експлуатаційна швидкості руху;
- коефіцієнти використання пробігу і вантажопідйомності (пасажиромісткості);
- обсяг перевезень.

Показником, що характеризує готовність рухомого складу виконувати перевізний процес, є коефіцієнт технічної готовності рухомого складу (a_T). Він визначається відношенням числа технічно справних машин до списаного складу машин:

$$a_T = A_T / A_{СП},$$

де A_T – кількість транспортних одиниць, готових до експлуатації;

$A_{СП}$ – облікова кількість транспортних одиниць.

Транспорт під час роботи рухається зі змінними швидкостями залежно від динамічних якостей машин, стану дороги, характеру вантажу, що перевозиться, навантаження і т.п. Тому швидкість руху за певний період часу можна виразити тільки середніми значеннями. При експлуатаційних розрахунках роботи транспортних засобів слід враховувати, що середня швидкість руху на сільськогосподарських перевезеннях залежить від стану дороги, а при коротких перевезеннях також і від довжини шляху. Так, наприклад, на сільських дорогах швидкість руху автомобіля коливається від 20 до 40 км/год., на хороших грейдерних дорогах вона досягає 40 км/год., а на асфальтових – 70-80 км/год.

У практиці експлуатації транспортних засобів розрізняють технічну та експлуатаційну середні швидкості руху.

Технічна швидкість ($V_э$, км/год.) – це середня швидкість руху, в яку включені і зупинки, пов'язані із затримкою транспорту біля переїздів і перехресть у населених пунктах. Її визначають відношенням пройденого шляху (S , км) до часу фактичного руху ($T_{дв}$, год.):

$$V = S / T_{дв}.$$

Експлуатаційна швидкість ($V_э$, км/год.) враховує час знаходження машини в роботі (на лінії), включаючи простої, пов'язані з навантаженням і вивантаженням, оформленням документів, технічними несправностями в дорозі і т.п. Розраховують її поділом пройденого шляху (S , км) на час перебування транспортного засобу в наряді (T_H , год.):

$$V_э = S / T_H = S / (T_{дв} + T_{пр}),$$

де $T_{\text{пр}}$ – час простоїв (навантаження, розвантаження, ТО, простої з організаційних питань), год.

Експлуатаційна швидкість, як правило, завжди менше технічної швидкості. На експлуатаційну швидкість роблять великий вплив організація транспортних робіт і відстань перевезень. Чим менше простою на навантаженні-розвантаженні з технічних і організаційних причин, тим більше експлуатаційна швидкість.

Коефіцієнт використання часу зміни (τ) – відношення експлуатаційної швидкості до технічної:

$$\tau = V_{\text{э}}/V.$$

Для оцінки та використання вантажопідйомності застосовують статичний і динамічний коефіцієнти.

Статичний коефіцієнт використання вантажопідйомності ($K_{\text{ст.гр}}$) визначають діленням кількості фактично перевезеного вантажу ($Q_{\text{т}}$, т) на кількість вантажу, яке можна було б перевезти за те ж число поїздок при повному використанні номінальної вантажопідйомності:

$$K_{\text{ст.гр}} = Q_{\text{т}}/zq,$$

де z – число поїздок;

q – номінальна вантажопідйомність транспорту, т.

Динамічний коефіцієнт використання вантажопідйомності ($K_{\text{д.гр}}$), на відміну від статичної, оцінює ступінь використання вантажопідйомності з урахуванням відстані (S , км) перевезень. Його знаходять як відношення фактично виконаної транспортної роботи ($Q_{\text{тк}}$, т. км), вимірюваної до тієї роботи, яку можна було б виконати при повному використанні номінальною вантажопідйомності на всьому шляху руху:

$$K_{\text{д.гр}} = Q_{\text{тк}}/\sum qS.$$

Загальна відстань пробігу ($S_{\text{об}}$, км) за певний відрізок часу визначається з формули:

$$S_{\text{об}} = S_{\text{р}} + S_{\text{х}} + S_{\text{п}},$$

де $S_{\text{р}}$ – відстань пробігу транспорту (або всього парку) в навантаженому стані, км;

$S_{\text{х}}$ – пробіг без вантажу, км;

$S_{\text{п}}$ – підготовчий пробіг, що включає шлях до місця роботи, на заправку, на технічне обслуговування, км.

Коефіцієнт використання пробігу ($\varphi_{\text{т}}$) обчислюється з рівняння:

$$\varphi_{\text{т}} = S_{\text{р}}/S_{\text{об}}.$$

Для вантажного автотранспорту значення $\varphi_{\text{т}} = 0,5$.

Продуктивність транспортних засобів

Продуктивність праці в сільському господарстві значною мірою залежить від продуктивності машинних агрегатів і вимірюється кількістю продукції, одержуваної на одиницю витраченої праці. Тому при перевезенні різних видів вантажу враховуються всі фактори, які впливають на продуктивність транспортних засобів. Продуктивність транспортних засобів представляють кількістю транспортної роботи, виконаної за певний проміжок часу: годину або зміну.

Годинну продуктивність транспорту ($W_{\text{чт}}$, т. км) можна розрахувати по транспортній роботі, вираженої в тонно-кілометрах:

$$W_{\text{чт}} = qK_{\text{д.гр}} V,$$

або по вантажообігу ($W_{\text{чQ}}$), вираженому в тоннах

$$(W_{\text{чQ}} Q_T) / (q_{\text{т}} V / S_{\text{гр}} K_{\text{ст.гр}})$$

де Q_T — кількість перевезеного вантажу за зміну, т;

$T_{\text{см}}$ — тривалість зміни, год.;

$S_{\text{гр}}$ — відстань, на яку перевозять вантаж, км.

З наведених виразів продуктивності транспортного агрегату видно, що вона збільшується прямо пропорційно вантажопідйомності агрегату (q , т) і ступеня її використання ($K_{\text{ст.гр}}$), швидкості руху (V , км/ч), коефіцієнтам використання часу зміни (τ) і пробігу ($\phi_{\text{т}}$). Годинна продуктивність транспортного агрегату ($W_{\text{чт}}$) із збільшенням відстані поїздки зростає, а вантажообіг ($W_{\text{чQ}}$) падає.

За даними інституту механізації сільського господарства, тримати в господарствах автомобілі, річна завантаження яких не перевищує 1000-1500 год, недоцільно. У цьому випадку вигідніше брати автомобілі за договором у транспортних організаціях.

Побудова плану-графіка руху транспорту

При організації перевезень масових вантажів важливо узгодження руху транспортних агрегатів. Для цього складають графік руху (рис. 6.4), в якому пов'язують дії транспорту, що знаходиться на маршруті. Графік будують у певному масштабі: по осі абсцис відкладають відстані в кілометрах відповідно даному маршруту, а по осі ординат — тривалість зміни в годинах (рейс).

Похила лінія графіка являє рух транспортних агрегатів, а горизонтальна лінія відповідає простоїв з тих чи інших причин і витратами часу на їзду з вантажем і без вантажу.

Зазвичай графік будують так, щоб у пунктах завантаження і розвантаження не було простоїв транспортних агрегатів, строки переробки вантажів у пунктах відправлення і призначення відповідали б режиму роботи складів і пунктів навантаження.

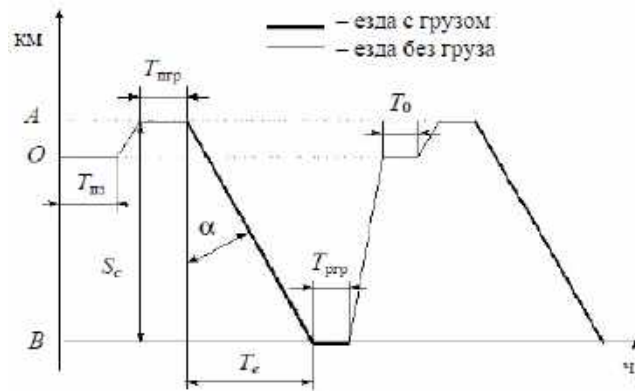


Рис. 6.4. Графік руху: О – гараж; А – пункт навантаження; В – пункт розвантаження; T_e – довжина поїздки з вантажем і витрати часу на неї; $T_{пз}$ – підготовчо-заклучний час; $T_{гр}$ і $T_{гр}$ – час навантаження і розвантаження; T_0 – простой через технічного обслуговування; S_c – відстань від пункту навантаження; – швидкість руху транспортних агрегатів з пункту А в пункт В.

Витрата пально-мастильних матеріалів

Витрата палива на одиницю роботи виконаної в тоннах (g_T , т) або тонно-кілометрах ($g_{T.км}$, т. км) визначають, виходячи з встановлених норм, розрахованих на зміну або рейс.

Витрата палива за зміну на тракторні транспортні агрегати розраховують так само, як і на тракторні польові агрегати. Для тракторів витрата палива брати в табл. 6.2, 6.3.

Таблиця 6.2. Технічна характеристика колісних тракторів

Показатель	К-701	К-700	Т-150К	МТЗ-80 МТЗ-82Л	ЮМЗ-6АЛ ЮМЗ-АМ	Т-40 М	Т-40 АМ	Т-40 АНМ	Т-25А	Т-16М
Тяговий клас трактора	5	5	3	1,4	1,4	0,9	0,9	0,9	0,6	0,6
Двигун	ЯМЗ-240БМ	ЯМЗ-238НБ	СМД-62	Д-240 Д-240Л	Д-65Н Д-65М	Д-144	Д-144	Д-144	Д-21- А-1	Д-21- А-1
Номінальна потужність, кВт	220	162	122	59	47	37	37	37	18.4	18.4
Номінальна частота обертання колінчатого вала, об/хв.	1900	1700	2100	2200	1750	1800	1800	1800	1800	1800
Число циліндрів	12	8	6	4	4	4	4	4	2	2
Діаметр циліндра, мм	130	130	130	110	110	110	105	105	105	105
Маса заправленого трактора, кг	13500	12800	7900	3300	3487	2380	2610	2600	1600	1819
Розрахункова швидкість руху, км/год.:										
- вперед без редуктора	2,89	2,6			7,70		6,90	6,23	6,4	5,51
- без ходозменшувача	33,75	30,2	8,53 30,10	2,50 33,38	24,50	6,90 30,00	30,00	27,10	27,90	23,17
Питома витрата палива, г/(кВт•год.)	252	252	252	272	265	258	258	258	258	286
Паливний бак:										
- основного двигуна, л	640	640	315	130	100	74	74	74	53	53
- пускового двигуна, л	-	-	8,0	2,5	2	3	3	3	-	-
Гідросистема:										
- рульового керування	-	-	38	6	6	-	-	-	-	-
- обладнання навісного пристрою	175	175	38	20,5	22,5	14,5	14,5	14.5	7,5	7,0

Таблиця 6.3. Технічна характеристика гусеничних тракторів.

Показник	T-130M	T-4A	T-150	ДТ-75MB	ДТ-75B	ДТ-75C	T-70C
Клас трактора	6	4	3	3	3	3	2
Основной двигун	Д-160	А-01М	СМД-60	А-41	СМД-14НГ	СМД-66	Д-240 ЛГ
Номінальна потужність, кВт	103	95.6	121,5	66,2	58,8	125	51,5
Маса заправленого трактора, кг	14900	8400	7400	7160	6910	7850	4380
Середній питомий тисг на ґрунт, Мпа	0,05	0,04	0,047	0,047	0,048	0,055	0,06
Розрахункова швидкість руху вперед без ходозменшувача, км/год	3,17-10,46	3,47-9,52	7,65-15,89	5,3-11,18	5,5-11,5	плавнo 0-21,7	1,67-11,36
Питома витрата палива г '(кВт • ч)	265	265	252	265	265	252	272
Паливний бак, л:							
- основного двигуна	290	320	315	245	245	360	150
- пускового двигуна	10	4.5	8	2.5	2.5	2,5	3.8
Система мащення, л	27	30	20	25	21	20	15
Система охолодження	75	37	48	41	60	36.5	20
Гідросистема навісного обладнання	110	22,5	30	25	25	40	20

Витрата палива на автомобілі складається з витрати:

- на норму витрати палива ($g_{\text{км.н}}$) (норма дається в літрах на 100 км);
- на транспортну роботу ($g_{\text{т.км.н}}$) (норма дається в літрах на 100 т. км перевезеного вантажу);
- на кожну поїздку з вантажем ($g_{\text{езд.н}}$) (витрати на зупинки при завантаженні та розвантаженні і т.п.);
- на роботу у важких дорожніх умовах, в зимовий час, при роботі з автопричепами та інші ($g_{\text{доп.н}}$) (додаткові витрати).

Лінійні норми витрат палива для автомобілів дані в табл. 6.4.

Таблиця 6.4. Лінійні норми витрат палива для автомобілів.

Марка автомобіля	Норма витрати, л/100 км
ГАЗ-52	22
ГАЗ-53 та його модифікації	25
УАЗ-450, УАЗ-452 та його модифікації	17
ГАЗ-66 та його модифікації	29
ЗИЛ-130 та його модифікації	31
ЗИЛ-131 та його модифікації	42
Урал-375 та його модифікації	31
ГАЗ-САЗ-2500, 3502, 53Б	29
ЗИЛ-ММЗ-585	36
РАФ-977 та його модифікації	15
ПАЗ-652 та його модифікації	28
ЗАЗ-965, ЗАЗ-966	7
ЗАЗ-968М та його модифікації	8
ГАЗ-24 та його модифікації	13
Москвич-2140	10
ВАЗ-2101, 2102, 2105	8,5
ВАЗ-2121 “Нива”	12
КамАЗ-55102	24
ЗСА-3777 ПЛ/ЦМ	19,6
ЗИЛ-5301 “Бичок”	12,0

Приклад. Автомобіль ЗІЛ-130, що пройшов капітальний ремонт, працює з комбайном при збиранні зернових культур. Необхідно визначити норму витрати палива.

За табл. 7.4 знаходимо, що на 100 км пробігу витрата бензину становить 31 л. Загальне збільшення норми з урахуванням того, що двигун був у ремонті, а машина переміщується по полю за комбайном, становить 25%. Таким чином, планований витрата палива буде:

$$31 + 7,75 = 38,75 \text{ л на 100 км пробігу.}$$

Для вантажних бортових автомобілів і автопоїздів, роботу яких враховують у тонно-кілометрах, норма витрати складається з лінійної норми

на 100 км пробігу і норми на транспортну роботу з розрахунку 2 л для карбюраторних двигунів і 1,3 л, для дизелів на кожні 100 т. км перевезеного вантажу. Припустимо, що в попередньому прикладі загальний пробіг автомобіля ЗІЛ-130 склав 120 км, при цьому виконана робота 300 т. км. Загальний нормативний витрата палива складе в цьому випадку:

$$(38,75/100)120 + (2,0/100)300 = 52,5 \text{ л.}$$

Таким чином, розрахункова (нормативна) витрата палива за зміну ($G_{\text{т.см.н}}$) для автомобілів визначають за фактичному пробігу ($S_{\text{общ}}$) і перевезеного вантажу ($Q_{\text{т.км}}$) наступним чином:

$$G_{\text{т.см.н}} = g_{\text{км.н}} \sum S_{\text{общ}}/100 + g_{\text{т.км.н}} \sum Q_{\text{т.км}}/100 + g_{\text{езд.н/рейс}} + g_{\text{доп.н}},$$

де $g_{\text{езд.н/рейс}}$ – витрата палива на кожну поїздку з вантажем на рейс, л.

Для бортових автомобілів і автопоїздів, що працюють на відстанях більше 5 км, приймають $g_{\text{езд.н}} = 0$; при менших відстанях $g_{\text{езд.н}} = 0,3$ л. Для автомобілів і автопоїздів з самоскидними кузовами вважають $g_{\text{т.км.н}} = 0$.

Витрата масла ($Q_{\text{м}}$, %) можна визначити за формулою:

$$Q_{\text{м}} = Y + \left(\frac{t_{\text{ч}}}{t_{\text{д}}} - 1 \right) Y_{\text{д}} \frac{100 Y}{G_{\text{т.см}} t_{\text{р}}}$$

або ($Q_{\text{м}}$, кг/год.):

$$Q_{\text{м}} = Y + \left(\frac{t_{\text{ч}}}{t_{\text{д}}} - 1 \right) Y_{\text{д}} \frac{Y}{t_{\text{ч}}}$$

де Y – ємність картера двигуна, л;

Y – питома вага олії;

$t_{\text{ч}}$ – термін служби масла, год.;

$t_{\text{д}}$ – періодичність доливання масла, год.;

$V_{\text{д}}$ – кількість доливаного масла, л;

$G_{\text{т.см}}$ – витрата палива на зміну;

$t_{\text{р}}$ – час роботи в зміну.

Витрата мастильних масел, як правило, встановлюють у відсотковому відношенні до витрати основного палива і тому в практичній роботі окремо не розраховують. Середній експлуатаційний витрата масла для дизелів становить зазвичай 1,7-6,0% від витрати палива залежно від марки і форсування двигуна, при цьому чад масла не повинен перевищувати 0,8%. Якщо угар досягає 3%, двигун слід направити в ремонт.

Витрата мастил для автомобілів планують на 100 л витрати палива (табл. 6.5). Норми витрати масла для тракторів у відсотках до витрати

палива брати в табл. 6.6

Таблиця 6.5. Норми витрати масел і мастил на 100 л витрати палива.

Мастильні матеріали	Автомобілі, які працюють на бензині	Вантажні автомобілі, працюючі на дизельному паливі
Моторні мастила, л	2,4	3,2
Трансмісійні масла, л	0,3	0,4
Спеціальні масла, л	0,1	0,1
Пластичні мастила, кг	0,2	0,3

Таблиця 6.6. Норми витрати масла для тракторів основних марок(у відсотках до витрати палива).

Марка трактора	Група В-2		Група Г-2		Масла	
	всього	для двигуна	всього	для двигуна	Транс мис.	індустр. и др.
Т-150, Т-150К	—	—	0,4	1,7	0,4	0,02
Т-4А	—	—	0,9	3,2	0,9	0,1
ДТ-75М	—	—	0,9	3,3	0,9	—
ДТ-75	4,2	2,9	0,9	—	0,9	—
Т-38М, Т-40	4,3	3,2	0,6	—	0,6	—
К-700, К-701	—	—	0,4	2,8	0,4	0,2
МТЗ-80, МТЗ-82	—	—	1,0	2,3	1,0	0,1
ЮМЗ-6Л	—	—	1,1	2,8	1,1	0,1
Т-28	4,4	2,8	1,2	—	1,2	—
Т-25	4,1	2,3	0,7	—	0,7	—

Для легкових автомобілів (крім ВАЗ), що знаходяться в експлуатації менше 3 років, норму витрати знижують на 50%, понад 8 років – збільшують на 20%.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Зубко В.М. Агроінжиніринг: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальностей 208 «Агроінженерія», 202 «Агрономія»/ В.М.Зубко - Суми: СНАУ, 2022. - 468 с.
2. Науково-технічне обґрунтування технології поліпшення біопотенціалу сільськогосподарських культур: монографія / Харченко С.О., Панкова О.В., Харченко Ф.М., Сировицький К.Г., Шуляк М.Л., Зубко В.М., Соколік С.П. – Харків: ФОП Панов А.М., 2023. – 157 с.
3. Зубко В.М. Методика розробки операційної технології механізованих польових робіт /Зубко В.М. Барабаш Г.І, Барабаш О.Г., Хворост Т.В.Навчальний посібник. Суми: ТОВ «Друкарський дім «Папірус». 2016. 130с
4. Цизь І.Є. Конструювання і розрахунок сільськогосподарських машин: Навчальний посібник. – Луцьк: Ред.-вид. відділ Луцького НТУ, 2016. – 172 с
5. Анішин С. Найвдаліша формула для виробника: Нью Філм 17 + Ріпак = Урожай / Сергій Анішин // Пропозиція. – 2006. – № 5. – С. 82–83.
6. Бовсуновський О. Живильна сила хрестоцвітних культур / Олександр Бовсуновський, Сергій Чорний, Микола Шепеляв // Агро Перспектива. – 2007. – № 7. – С. 22–24.
7. Завгородній В. М. Післязбиральна обробка і зберігання насіння ріпаку / В. М. Завгородній // Агроном. – 2007. – № 4. – С. 114–117.
8. Зубко В. М. Методичні засади проведення хронометражних спостережень часу за основними технологічними операціями при вирощуванні та збиранні озимого ріпаку / В. М. Зубко // Науковий вісник НАУ. – К., 2007. – Вип. 109. – С. 239–241.
9. Зубко В. М. Аналіз хронометражних спостережень за роботою машинних агрегатів при вирощуванні та збиранні озимого ріпаку / В. М. Зубко // Вісник СНАУ. – Суми., 2008. – Вип. 1(17). – С. 60–63.
10. Зубко В. М. Комплекси машин та зміна їх структурного і кількісного складу при різних площах посіву озимого ріпаку / В. М. Зубко // Науковий вісник НАУ. – К., 2008. – Вип. 125. – С. 333-339.
11. Мельник І. І. Методика прогнозування втрат врожаю озимого ріпаку з урахуванням можливостей забезпечення агрономічного виконання операцій машинними агрегатами / І. І. Мельник, В. М. Зубко // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – К., 2009. – Вип. 134, ч.2. – С. 37-41.
12. Пастухов В. І. Обґрунтування оптимальних комплексів машин для механізації польових робіт : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : спец. 05.05.11 “Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва” / В. І. Пастухов . – Х., 2006. – 38 с.
13. Типові норми продуктивності і витрат палива на сівбі, садінні та догляді за посівами / [Вітвіцький В. В., Демчак І. М., Пивівар В. С. та ін.]. –

К. : НДІ “Укргропромпродуктивність”, 2005. – 544 с.

14. Типові норми продуктивності машин і витрат палива на збиранні сільськогосподарських культур / [Вітвіцький В. В., Демчак І. М., Пивівар В. С. та ін.]. – К. : НДІ “Укргропромпродуктивність”, 2005. – 544 с.

15. Типові норми продуктивності машин і витрат палива на передпосівному обробітку ґрунту / [Вітвіцький В. В., Лобастов І. В., Кислеченко М. Ф. та ін.]. – К. : НДІ “Укргропромпродуктивність”, 2005. – 672 с.

16. Мельник І. І. Обґрунтування нормативу технологічної потреби в техніці для господарств Сумської області / І. І. Мельник, В. І. Сапсай, В. М. Зубко // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Х., 2010. – Вип. 93, Т. 2. – С. 91–100.

17. . Зубко В.М. Обґрунтування та вибір енергетичних засобів для агрегування агромашин. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Автомобіле- та тракторобудування, / Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Харків : НТУ «ХПІ», 2021. – № 2'2021. – 46-53 с.

18. Зубко В. М. Обґрунтування та вибір енергетичних засобів та агрегування агромашин. Інженерія природокористування. Харків. 2020. Вип. 2(16). С. 107-112.

19. Зубко В. М. Обґрунтування та вибір агромашин за обраними робочими органами. Інженерія природокористування. Харків. 2020. Вип. 1(15). С. 36-43.

20. Зубко В. М. Обґрунтування розміщення культур у структурі полів та обсягів виробництва для механізованих технологічних операцій. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. 2020. Vol. 11. No 2. P. 107-113.

Зубко Владислав Миколайович
Батюк Людмила Миколаївна

АГРАРНА ТЕХНІКА / AGRICULTURAL MACHINERY

Конспект лекцій Частина 1

**для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
спеціальності 208 «Агроінженерія»**

Суми, РВВ, Сумський НАУ, вул. Герасима Кондратьєва, 160

Підписано до друку: „__” _____ 2024 р. Формат А5.. Гарнітура. Times New Roman.

Тираж 100 прим

Замовлення _____ Ум.друк.арк.
